

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

**MENCIÓN: ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y GESTIÓN
DEL RIESGO DE DESASTRES**

TESIS:

**IMPACTOS DE LOS CAMBIOS DE COBERTURA Y USO DE LA TIERRA
SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES EN LA PROVINCIA DE SAN
PABLO, ENTRE LOS AÑOS 1996 – 2016**

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

Presentada por:

Bachiller: LUIS MARIANO GODOY AQUINO

Asesor:

M.Sc. WILFREDO POMA ROJAS

Cajamarca - Perú

2019

COPYRIGHT C 2019 @ by
LUIS MARIANO GODOY AQUINO
Todos los derechos reservados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

**MENCIÓN: ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y GESTIÓN
DEL RIESGO DE DESASTRES**

TESIS APROBADA:

**IMPACTOS DE LOS CAMBIOS DE COBERTURA Y USO DE LA TIERRA
SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES EN LA PROVINCIA DE SAN
PABLO, ENTRE LOS AÑOS 1996 – 2016**

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

Presentada por:

Bachiller: LUIS MARIANO GODOY AQUINO

JURADO EVALUADOR

M.Sc. Wilfredo Poma Rojas
Asesor

Dr. Valentín Víctor Paredes Oliva
Jurado Evaluador

Dr. Glicerio Eduardo Torres Carranza
Jurado Evaluador

Mg. Héctor Antonio Cabrera Hoyos
Jurado Evaluador

Cajamarca – Perú

2019



Universidad Nacional de Cajamarca
LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 180-2013-SENEDUC/D

Escuela de Posgrado
CAJAMARCA - PERU



PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 10:00 horas del día 22 de abril de Dos Mil Diecinueve, reunidos en el Aula 1Q-207 de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **Dr. VALENTIN VICTOR PAREDES OLIVA**, **Dr. GLICERIO EDUARDO TORRES CARRANZA**, **Mg. HÉCTOR ANTONIO CABRERA HOYOS**, y en calidad de Asesor el **M.Sc. WILFREDO POMA ROJAS**. Actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestría de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se dio inicio a la Sustentación de la Tesis titulada: **IMPACTOS DE LOS CAMBIOS DE COBERTURA Y USO DE LA TIERRA SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES EN LA PROVINCIA DE SAN PABLO, ENTRE LOS AÑOS 1996-2016**, presentada por el Bach. en Agronomía **LUIS MARIANO GODOY AQUINO**.

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó APROBAR con la calificación de Dieciséis (16) - BUENO.....la mencionada Tesis; en tal virtud, el **Bach. en Agronomía LUIS MARIANO GODOY AQUINO**, está apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias, con Mención en **Ordenamiento Territorial y Gestión del Riesgo de Desastres**.

Siendo las 11:00 horas del mismo día, se dio por concluido el acto.

.....
M.Sc. Wilfredo Poma Rojas
Asesor

.....
Dr. Valentin Victor Paredes Oliva
Jurado Evaluador

.....
Dr. Glicerio Eduardo Torres Carranza
Jurado Evaluador

.....
Mg. Héctor Antonio Cabrera Hoyos
Jurado Evaluador

A:

Mi esposa Rosa, a mi hijo Luis, y a mi hija Fanny,
por su valioso apoyo moral, actitudinal e intelectual,
porque sin ellos no hubiera sido posible este objetivo.

A:

Mi padre Evaristo (QEPD), y mi madre Nicolasa, por
darme la vida y mi formación profesional base.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi profundo agradecimiento al M.Cs. Ing. Wilfredo Poma Rojas, en condición de asesor del presente trabajo de investigación, por compartir conmigo su amplio conocimiento, por la confianza depositada y por su incondicional apoyo en las revisiones permanentes; y valiosos aportes para mejorar y consolidar el presente trabajo de tesis.

Durante centenares de miles de años, el hombre luchó para abrir un lugar en la naturaleza; por primera vez en la historia de nuestra especie la situación se ha invertido y hoy es indispensable hacer un lugar a la naturaleza en el mundo del hombre.

-Santiago Kovadloff

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
EPIGRAFE	vii
INDICE	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvii
LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS	xx
RESUMEN	xxi
ABSTRACT	xxii

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Introducción.....	1
-------------------	---

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación	5
2.2 Bases teóricas.....	8
2.2.1 Teorías impacto ambientales por cambios de cobertura	8
2.2.2 Teorías impactos ambientales por cambios de cobertura	8
2.2.3 Teoría componentes y factores ambientales	9
2.2.4 Teorías identificación y evaluación de impactos ambientales.....	10
2.2.5 Teorías cobertura de la tierra	11
2.2.6 Teorías uso del suelo / tierra	11
2.2.7 Teorías categorías de clasificación de la cobertura y uso de la tierra	12
2.2.8 Teorías del cambio de cobertura	13
2.3 Marco conceptual de términos básicos.....	13
2.3.1 El suelo / tierra	13
2.3.2 Cobertura del suelo.....	14
2.3.3 Cambio de cobertura	14
2.3.4 Medio ambiente.....	14
2.3.6 Cobertura vegetal	14
2.3.7 Agua superficial	14

2.3.8 Paisaje.....	15
2.3.9 Teledetección	15
2.3.10 Satélite Landsat	15
2.3.11 Imagen satelital	15
2.3.12 Sistema de información geográfica	16
2.3.13 Procesamiento de imágenes satelitales	16
2.3.14 Mapas temáticos y base de datos	16
2.3.15 Impacto sobre factores ambientales	16
2.3.16 Carácter de los impactos ambientales	16
2.3.17 Valoración de los impactos.....	17
2.3.18 Determinación de la magnitud el impacto ambiental (Ma)	17
2.3.19 Determinación del valor del índice ambiental (VIA)	17
2.3.20 Determinación de la severidad del impacto ambiental (S)	17
2.3.21 Determinación del grado de severidad del impacto ambiental.....	18

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales y equipos.....	19
3.2. Ubicación.....	20
3.2.1 Ámbito de estudio	20
3.3 Características del lugar	21
3.3.1 Altitud, pendiente, georreferenciación	21
3.3.2 Climatología general	22
3.3.3 Principales formaciones de vegetación	24
3.3.4 Geología general	24
3.4. Metodología.....	25
3.4.1. Modelo conceptual de la investigación del estudio.....	25
3.4.2. Proceso de investigación geográfica de CCUT con imágenes satelitales	27
3.4.2.1 Selección imágenes satelitales escenas ámbito de estudio 1996 y 2016.....	27
3.4.2.2 Descarga de imágenes satelitales	28
3.4.2.3 Composición de bandas y de las imágenes satelitales.....	28
3.4.2.4 Definición del límite del área de estudio provincia San Pablo	30
3.4.3 Proceso de identificación de la cobertura y usos de la tierra	31
3.4.3.1 Colocación de puntos de control de identificación de la cobertura	31
3.4.3.2 Integración de puntos de control	31

3.4.3.3 Identificación y clasificación de la cobertura y uso de la tierra.....	32
3.4.3.4 Conversión de elevación raster a polígonos de las áreas identificadas y clasificadas de cobertura y uso de la tierra.....	32
3.4.3.5 Edición de polígonos de categorías de áreas de cobertura y uso de la tierra...	32
3.4.3.6 Determinación de la variación de cobertura, los cambios y no cambios de la cobertura y uso de la tierra	33
3.5. Metodología para la clasificación de la cobertura y uso de la tierra.....	33
3.5.1 Metodología para la clasificación Corine Land Cover- CLC.....	33
3.5.2 Codificación de la clasificación de la cobertura y uso de la tierra.....	34
3.5.3 Técnicas e instrumentos de recopilación de información de imágenes.....	36
3.5.3.1 Imágenes satelitales	36
3.5.4 Técnica e instrumentos para los cambios de cobertura y uso de la tierra.....	37
3.5.4.1 Técnicas del análisis bitemporal	37
3.6. Metodología, técnicas e instrumentos de la evaluación de los impactos ambientales.....	37
3.6.1 Identificación de impactos ambientales.....	37
3.6.2 Determinación de la valoración de impactos ambientales.....	38
3.6.2.1 Determinación de los valores de las variables Intensidad, Extensión, y duración.....	39
3.6.2.2 Calculo de los valores de la variable Magnitud del impacto ambiental	41
3.6.2.3 Determinación de los valores de las variables Reversibilidad e Incidencia ...	44
3.6.3 Cálculo del Valor del Índice Ambiental (VIA).....	45
3.6.4 Determinación de la Severidad de los impactos ambientales	47
3.6.5 Determinación del Grado de Severidad de los impactos ambientales	47
3.6.6 Proceso consolidado de determinación de impacto y los indicadores del grado de severidad de impacto de los CCUT	49
3.7. Método estadístico	52

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Presentación de resultados.....	54
4.2 Identificación de categorías de cobertura y uso de la tierra (CUT) periodo 1996 – 2016 utilizando el sistema Corine Land Cover (CLC).....	54
4.2.1 Áreas Artificializadas	56
4.2.2 Áreas agrícolas	56

4.2.3 Bosques y áreas mayormente naturales	58
4.2.4 Superficies de agua.....	61
4.3 Cambios de cobertura y uso de la tierra (CUT), periodo 1996 y 2016	61
4.3.1 Categorías encontradas de cobertura y uso de la tierra año 1996	61
4.3.1.1 Análisis y discusión de la clasificación Corine Land Cover de las categorías de cobertura y uso de la tierra al año 1996	64
4.3.2 Categorías encontradas de cobertura y uso de la tierra año 2016	64
4.3.2.1 Análisis y discusión de la clasificación Corine Land Cover de las categorías de cobertura y uso de la tierra al año 2016.....	65
4.3.3 Variación de los cambios de categorías de cobertura y uso de la tierra entre los años 1996 – 2016 provincia de San Pablo	68
4.3.3.1 Pérdida y ganancia de áreas por cambios de coberturas al nivel III	68
4.3.3.2 Análisis y discusión de la pérdida y ganancia de áreas por variación de los cambios de categorías de cobertura y uso de la tierra 1996 – 2016.....	69
4.3.3.3 Pérdida y ganancia de áreas por variación de cambios de cobertura y uso de la tierra al nivel I de la clasificación 1996-2016	71
4.3.3.4 Análisis y discusión de la pérdida y ganancia de áreas por variación de cobertura y usos de la tierra al nivel I	71
4.3.4 Resultado del cambio y no cambio de las áreas de cobertura y uso de la tierra 1996 – 2016.....	73
4.3.4.1 Cambio y no cambio de la cobertura y uso de la tierra	73
4.3.4.2 Análisis y discusión del cambio y no cambio de la cobertura y uso de la tierra 1996-2016.....	74
4.3.4.3 Áreas de cambio de cobertura y uso de la tierra entre 1996 – 2016	75
4.3.4.4 Análisis y discusión de resultado de las áreas de cambio de cobertura y uso de la tierra 1996 – 2016.....	76
4.3.4.5 Tendencia de evolución de los cambios de cobertura 1996 – 2016.....	78
4.4 Resultados y Análisis de los impactos ambientales de los cambios de la cobertura y uso de la tierra 1996-2016 en la provincia de San Pablo.....	79
4.4.1 Resultados de la identificación de impactos ambientales.....	79
4.4.2 Análisis y discusión de la identificación de impactos ambientales	81
4.4.3 Resultados de la valoración de impactos ambientales	83
4.4.3.1 Análisis y discusión de resultados de la valoración de la Intensidad de impactos ambientales por los CCUT 1996 -2016.....	84

4.4.3.2 Análisis y discusión del resultado de la valoración de la Extensión de impactos ambientales por lo CCUT 1996 -2016	87
4.4.3.3 Análisis y discusión del resultado de la valoración de la Duración de impactos ambientales por lo CCUT 1996 -2016	87
4.4.3.4 Análisis y discusión del resultado del cálculo de la de la Magnitud del impacto ambiental.....	90
4.4.3.5 Análisis y discusión del resultado de la valoración de la Reversibilidad de impactos ambientales	90
4.4.3.6 Análisis y discusión del resultado de la valoración de la Incidencia de impactos ambientales	93
4.4.4 Análisis y discusión del resultado de la determinación del Valor del Índice Ambiental (VIA).....	93
4.4.5 Análisis y discusión del resultado de la Severidad de los impactos ambientales	97
4.4.6 Análisis y discusión del resultado de clasificación del Grado de Severidad del impacto ambiental por los CCUT 1996-2016 en la provincia de San Pablo.....	100
4.4.6.1 Análisis y resultados de impactos negativos y positivos	100
4.4.6.2 Análisis y discusión del resultado de impacto y grado de severidad de afectación en los factores ambientales por los CCUT 1996 – 2016	104
4.4.6.3 Clasificación grado de severidad del impacto ambiental por factor ambiental	106
4.4.7 Evaluación adicional del grado de impacto ambiental en el componente factor económico	110
4.5 Validación estadística.....	111
4.5.1 Contrastación	111
4.5.2 Prueba estadística	111
4.5.2.1 Prueba estadística para el factor Agua superficial	112
4.5.2.2 Prueba estadística para el factor ambiental Paisaje	113
4.5.2.3 Prueba estadística para el factor ambiental cobertura vegetal	115
4.5.2.4 Prueba estadística global para los tres factores ambientales Agua superficial, Paisaje, y Cobertura vegetal	116
4.5.2.5 Contrastación de la hipótesis general planteada.....	118

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	120
CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	123
CAPÍTULO VII: APENDICES Y ANEXOS	129

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.	Sistema de clasificación del clima por Koppen.....	22
Tabla 2.	Clasificación de cobertura y uso de la tierra CORINE Land Cover-CLC.....	35
Tabla 3.	Características de las imágenes satelitales.....	37
Tabla 4.	Identificación de impactos ambientales.....	40
Tabla 5.	Criterios para valorar impactos de variables Intensidad, Extensión, y Duración.....	41
Tabla 6.	CCUT 1996 – 2016.....	43
Tabla 7.	Criterios para valorar impactos de la variable reversibilidad, e incidencia.....	44
Tabla 8.	Matriz de cálculo del Valor del Índice Ambiental -VIA de impactos por los CCUT 1996-2016.....	46
Tabla 9.	Escala de valoración del grado de severidad de impactos ambientales.....	48
Tabla 10.	Identificación de categorías de clasificación de la cobertura y uso de la tierra CLC en la provincia de San Pablo.....	55
Tabla 11.	Categorías de clasificación Corine Land Cover de la cobertura y uso de la tierra año 1996 provincia de San Pablo.....	62
Tabla 12.	Categorías de clasificación Corine Land Cover de la cobertura y uso de la tierra año 2016 provincia de San Pablo.....	66
Tabla 13.	Perdida o ganancia de área al nivel III por variación de cambios de cobertura y uso de tierra 1996 – 2016.....	68
Tabla 14.	Pérdida y ganancia de áreas al nivel I CLC por variación de cambios de cobertura y uso de la tierra 1996-2016.....	71
Tabla 15.	Área de cambio y no cambio de la cobertura y uso de la tierra CLC periodo 1996-2016 provincia San Pablo.....	73
Tabla 16.	Área de cambio de la cobertura y uso de la tierra CLC provincia San Pablo 1996 – 2016.....	75
Tabla 17.	Tendencia del crecimiento de los cambios de cobertura y uso de la tierra.....	78

Tabla 18.	Matriz de Identificación de impactos ambientales por los CCUT en la provincia de San Pablo 1996 – 2016.....	80
Tabla 19.	Matriz de Intensidad de impactos ambientales por lo CCUT 1996 -2016.....	86
Tabla 20.	Matriz de Extensión de impactos ambientales por los CCUT 1996 -2106.....	88
Tabla 21	Matriz de Duración de impactos ambientales por los CCUT 1996 -2016.....	89
Tabla 22.	Matriz de cálculo de la Magnitud de impactos ambientales por los CCUT 1996 -2016.....	91
Tabla 23	Matriz de Reversibilidad de impactos ambientales por los CCUT 1996 – 2016.....	92
Tabla 24.	Matriz de Incidencia de impactos ambientales por los CCUT 1996 – 2016.....	95
Tabla 25.	Análisis del cálculo del Valor del índice ambiental (VIA) de impactos por los CCUT 1996 – 2016.....	96
Tabla 26.	Matriz del cálculo de Severidad ambiental por los CCUT 1996 – 2016.....	99
Tabla 27.	Matriz de clasificación del Grado de severidad del impacto ambiental por los CCUT 1996 – 2016 provincia de San Pablo.....	102
Tabla 28.	Cantidad de impactos por Grado de severidad por los CCUT 1996-2016 provincia San Pablo.....	103
Tabla 29.	Grado de severidad de todos los impactos negativos y positivos....	104
Tabla 30.	Impactos negativos y positivos y su Grado de Severidad por factor Ambiental.....	106

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.	Ubicación política del ámbito de estudio de la provincia de San Pablo.....	21
Figura 2.	Modelo conceptual del estudio del impacto ambiental de los CCUT.....	26
Figura 3.	Imagen del satélite Landsat 1996.....	27
Figura 4.	Descarga de imágenes satelitales del ámbito de estudio y sectores vecinos a la provincia de San Pablo.....	28
Figura 5.	Proceso de composición de bandas cromáticas de las imágenes satelitales.....	29
Figura 6.	Uniformización colores de imágenes satelitales del área de estudio.....	29
Figura 7.	Delimitación geográfica del área de estudio en la imagen satelital.....	30
Figura 8.	Recorte imágenes satelitales con buffer de 500 m del área de estudio.....	30
Figura 9.	Ubicación de control de puntos geo referenciados de categorías de cobertura.....	31
Figura 10.	Tejido urbano continuo provincia de San Pablo.....	56
Figura 11.	Categoría Pastos.....	57
Figura 12.	Áreas agrícolas heterogéneas.....	58
Figura 13.	Bosques plantados.....	58
Figura 14.	Categoría Herbazal.....	59
Figura 15.	Categoría Arbustal.....	60
Figura 16.	Categoría Vegetación arbustiva / herbácea.....	60
Figura 17.	Categoría de cobertura Lagunas, lagos, cienegas.....	61
Figura 18.	Mapa temático de clasificación de la cobertura y uso de la tierra (CUT) al año 1996 de la provincia de San Pablo.....	63
Figura 19.	Mapa temático de clasificación de la cobertura y uso de la tierra (CUT) al año 2016 de la provincia de San Pablo.....	67
Figura 20.	Perdida y ganancia de áreas nivel II y III CLC por variación de la cobertura y uso de la tierra 1996 – 2016.....	70

Figura 21.	Variación porcentaje de área al nivel II y III CC de cada cobertura y uso de la tierra 1996–2016.....	70
Figura 22.	Perdida y ganancia de áreas de cada cobertura y uso de la tierra nivel I 1996-2016.....	72
Figura 23.	Cambio y no cambio de la cobertura y uso de la tierra 1996 -2016, en la provincia de San Pablo.....	73
Figura 24.	Tendencia de cambios de cobertura y uso de la tierra de 1996 a 2016.....	79
Figura 25.	Total de impactos ambientales identificados por carácter negativo y positivo.....	83
Figura 26.	Total de impactos negativos y positivos por factor ambiental.....	83
Figura 27.	Clasificación del grado de severidad del impacto ambiental negativo en el factor Agua superficial, en las áreas de CCUT 1996-2016 provincia San Pablo.....	107
Figura 28.	Clasificación del grado de severidad del impacto ambiental negativo en el factor Paisaje, en las áreas de CCUT 1996-2016 provincia San Pablo.....	108
Figura 29.	Clasificación del Grado de Severidad del impacto ambiental negativo en el factor Cobertura vegetal, en las áreas de CCUT 1996-2016 provincia San Pablo.....	109
Figura 30.	Clasificación del Grado de Severidad del impacto ambiental negativo global en los tres factores juntos Agua superficial, Paisaje, y Cobertura Vegetal, en las áreas de CCUT 1996-2016 provincia San Pablo.....	110
Figura 31.	Porcentaje del grado de severidad del impacto ambiental negativo en el factor Agua superficial en las áreas de CCUT 1996-2016 provincia San Pablo.....	112
Figura 32.	Porcentaje del grado de severidad del impacto ambiental negativo en el factor Paisaje en las áreas de CCUT 1996-2016 provincia San Pablo.....	114
Figura 33.	Porcentaje del grado de severidad del impacto ambiental negativo en el factor Cobertura vegetal, en las áreas de CCUT 1996 -2016 provincia San Pablo.....	115

Figura 34. Porcentaje de valoración del grado de severidad del impacto ambiental negativo global en los tres factores Agua superficial, Paisaje, Cobertura vegetal, CCUT 1996-2016..... 117

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

DGOT	Dirección General de Ordenamiento Territorial Perú
CUT	Cobertura y uso de la tierra
CCUT	Cambio de cobertura y uso de la tierra
CLC	Clasificación de cobertura y uso de la tierra Corine Land Cover
FAO	Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
GL	Gobierno Local
GPS	Sistema de posicionamiento global
CRI	Criterios Relevantes Integrados
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
MINAM	Ministerio del Ambiente
INRENA	Instituto Nacional de Recursos Naturales
NASA	Administración nacional de la aeronáutica y del espacio de EEUU
UNESCO	Organización de las naciones unidas para la Educación la Ciencia y la cultura
USGS	Servicio Geológico de Estados Unidos
VIA	Valor del Índice Ambiental
ZEE	Zonificación Ecológica Económica

RESUMEN

La problemática de los procesos de cambio de la cobertura y uso de la tierra ocurrido, en la provincia de San Pablo, en la región Cajamarca, Perú, entre los años 1996 al 2016; han generado impactos negativos que afectan a los factores: Agua superficial, al Paisaje y la Cobertura vegetal. Siendo estos cambios de cobertura reconocidos como una de las principales causas de la afectación y deterioro ambiental, por lo cual se sitúan en el centro de la investigación ambiental actual. Por ello se propuso dar respuesta a la interrogante ¿Cuáles son los impactos y grado de severidad de los impactos por los cambios de cobertura y uso de la tierra, en los factores ambientales, en la provincia de San Pablo entre los años 1996 – 2016?; y se planteó la hipótesis general, los cambios de cobertura y uso de la tierra tienen moderado grado de incidencia en la generación de impactos sobre los factores ambientales. El estudio se realizó mediante el sistema de información geográfico, a través del proceso de interpretación digital de imágenes satelitales. Utilizando en la clasificación de la cobertura y uso de la tierra la metodología CORINE Land Cover – CLC. Para la identificación, cálculo de los impactos, y clasificación por grado de severidad de impactos, se utilizó la metodología de los Criterios Relevantes Integrados (CRI) de Buroz. El estudio se realizó en 66 549,69 ha donde se determinó ocho categorías de clasificación de cobertura y uso de la tierra. Se determinó que no cambio la cobertura y uso de la tierra en 56 754,82 ha (85,28%) y si cambio en 9 794,87 ha (14,72%). En las áreas de cambio se determinó 45 impactos ambientales, de los cuales 35 son de carácter negativo (77,78%) en 7 162,86 ha afectadas; y 10 impactos son de carácter positivo de grado beneficioso (22,22%) en 2 632,01 ha. En los impactos negativos en la incidencia de afectación a los factores ambientales: Agua superficial, Paisaje, y Cobertura vegetal. Se encontró en primer lugar el Grado moderado de impacto, en 3 911,44 ha, con 19 casos presentados (54,29%), segundo el Grado severo de impacto en 2 675,58 ha, con 13 casos (37,14%), y en tercer lugar el Grado crítico de impacto ambiental en 575.84 ha promedio, con 3 casos (8,57%). Comprobándose estadísticamente que los cambios de cobertura y uso de la tierra tienen moderado grado incidencia en la generación de impactos sobre los factores ambientales.

Palabras clave: Impacto ambiental, grado de severidad del impacto, factor ambiental, cobertura y uso de la tierra, cambio de cobertura.

ABSTRACT

The problems of the process of the change of the surface and of the use of the ground in the province of San Pablo, región of Cajamarca, Perú, during 1996 to 2016 have caused negative influences to the surface water, to the landscape and to the vegetation. Those changes are recognised to be the major reason of the influences and of the damage of the environment. That is the reason why they are placed in the center of the actual investigation. The following is about to answer the question which are the main impacts and what is the degree of those impacts of the changes of the surface and of the use of the ground in due consideration to the environmental influences in the province of San Pablo during 1996 to 2016. Due to the created general hypothesis the changes of the surface and of the use of the surface have a moderate degree of impact on the generation of impacts in due consideration to the environmental influences. The study is accomplished by using the geographical information system by interpreting pictures of satellites. To classify the surface and the use of the ground in the pictures is used the method of CORINE Land Cover – CLC. To identify and to classify the degree of the impacts is used the method of the important integrated criterias due to Buroz. The study is made about an area of 66 549,69 hectar where are found about eight categories of classification of the surfaces and of the use of the ground. The surface and the ground have not changed in 56 754,82 hectar (85,28%) and have changed in 9 794,87 hectar (14,72%). In the changed area were found 45 environmental impacts, 35 of those are negative impacts (77,78%) in 7 162,86 hectar and 10 of those are positive impacts (22,22%) with a usefull degree in 2 632,01 hectar. Of the negative impacts which influence the surface water, the landscape and the vegetation have the most a moderaty degree of impact, in 3 911,44 hectar, with 19 found cases (54,29%), second the strong degree of impact, found in 2 675,58 hectar with 13 cases (37,14%) and in the thrid place the critical degree of impact found in average 575.84 hectar with 3 cases (8,57%). This proves statistically that the changes in the surface and land use have a moderate degree of impact on the generation of impacts on the environmental factors.

Keywords: Environmental impact, degree of severity of the impact, environmental factor, coverage and use of the land, change of coverage.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La presente investigación estudia los impactos y el grado de incidencia por los cambios de cobertura y uso de la tierra, ocurridos entre los años 1996 al 2016, sobre los componentes ambientales, agua superficial, paisaje, y cobertura vegetal, en la provincia de San Pablo, de la región Cajamarca.

Según Celecep (2009, p. 186 - 207) en el estudio de impacto ambiental para una estación hidro energética en Ecuador, encontró que por variación y cambio de cobertura del suelo, por la instalación y operación genera impactos en los factores ambientales; en un 70% de carácter negativo y 30% positivo; en los impactos de carácter negativo encontró grado moderado en 34 casos (35,10%), grado severo 28 casos (28,90%), grado leve 5 casos (5,20 %), y grado crítico 1 caso (1 %).

Así mismo Peña (2007, p. 265-267) en el estudio de los cambios de cobertura y usos del suelo en la cuenca Marina Baixa en España; encontró que en 44 años 1956 -2000, ocurrió un cambio radical de 50%, en la cobertura y aprovechamiento del territorio, con gran fragmentación del paisaje, y alterando el agua superficial; desencadenando impactos negativos por la degradación ambiental, ocasionado por acción antrópica. Similarmente en el presente estudio, en la provincia de San Pablo en estos últimos 20 años viene ocurriendo procesos de cambio de la cobertura y uso de la tierra por la actividad humana con inadecuado uso de los recursos naturales, por la apertura continua de nuevas parcelas destinado a cultivos agrícolas y pastos; ocasionando deterioro de estos recursos y generando impactos ambientales, que alteran principalmente a tres factores: Agua superficial, al paisaje y la cobertura vegetal. Las actividades humanas constituyen las causas del cambio de la cobertura y uso del suelo, que ocasionan la alteración del paisaje,

la cobertura vegetal y la alteración del régimen hídrico. Por lo cual se propuso la pregunta guía de la investigación ¿Cuáles son los impactos y grado de incidencia de los cambios de cobertura y uso de la tierra, sobre los componentes ambientales de la provincia de San Pablo entre los años 1996 – 2016?.

La Hipótesis planteada, los cambios de cobertura y uso de la tierra tienen moderado grado de incidencia en la generación de impactos sobre los componentes ambientales agua superficial, paisaje, y cobertura vegetal en la provincia de San Pablo, entre los años 1996 al 2016.

El estudio se desarrolló mediante el sistema de información geográfico - SIG a través del proceso digital de interpretación de imágenes satelitales para la obtención de mapas temáticos de la clasificación de las categorías de cobertura y uso de la tierra de los años 1996 y 2016, ajustado mediante contrastación y comprobación en campo de áreas de referencia de coberturas; la determinación de los cambios de la cobertura y uso de la tierra se realizó mediante la técnica de análisis bitemporal de comparación digital de imágenes satelitales entre la cobertura del año 1996 y 2016. En las áreas donde ocurrió los cambios de cobertura y uso al año 2016, se realizó la identificación de impactos ambientales que alteran a tres factores Agua superficial, Paisaje, y Cobertura vegetal; se valoró los impactos, se calculó la severidad y se determinó la clasificación del grado de severidad de los impactos que afectan a los factores ambientales. Esta investigación se llevó a cabo en 66 549,69 ha de la provincia de San Pablo.

El estudio alcanzó a determinar, los tipos de cobertura y uso de la tierra, las áreas de tierras clasificados por tipo de cobertura y uso de la tierra, para el año 1996 y 2016; las áreas de no cambio de cobertura, las áreas en que sí cambió la cobertura con sus respectivos tipos de cobertura y uso de la tierra; y en estas áreas en que cambió la cobertura y uso de la tierra se identificó la cantidad de impactos de carácter negativo y

positivo. Para las áreas de los impactos negativos se determinó la valoración de impactos, el cálculo de indicadores de severidad de impactos y clasificación de afectación ambiental por niveles de grado de severidad de impactos: Leve, moderado, severo y crítico. Así como se realizó la prueba de comprobación estadística de la prueba Z, e Intervalo de Confianza para la proporción, que validó la hipótesis general del estudio, que los cambios de cobertura y uso de la tierra tienen moderado grado de incidencia en la generación de impactos sobre los componentes ambientales, Agua superficial, Paisaje, y Cobertura vegetal.

Se presentó algunas limitaciones en la búsqueda de imágenes satelitales para identificar las escenas más nítidas y con ausencia de nubosidad para facilitar la interpretación digital; en campo se presentó algunas dificultades con representantes de sectores y dueños de los terrenos para ingresar a las áreas del ámbito de estudio.

El diseño del trabajo de investigación fue no experimental, por lo cual se generó un modelo conceptual que guio el estudio. En la recolección de la información se utilizó imágenes satelitales Landsat 7 de 1996 y Landsat 8 del 2016, registros de geo referenciación de coordenadas por categorías de coberturas, Tabla con criterios de clasificación de cobertura Corine Land Cover, observación y constatación visual, y vistas fotográficas.

En el tratamiento de los datos, para la clasificación de la cobertura y uso de la tierra se utilizó el software ArcGis, y el sistema de clasificación de cobertura y metodología de CORINE Land Cover-CLC, adaptado por el MINAM (2014). Para la identificación, valoración, determinación y clasificación de afectación del grado de severidad de los impactos ambientales, se utilizó la metodología de los Criterios Relevantes Integrados - CRI de Buroz (1994), mejorado por Celecep (2009, p. 183-185). En una secuencia sucesiva de seis fases utilizando matrices de doble entrada para las categorías de cambios

de cobertura y para los factores ambientales, para determinar: La identificación de impactos negativos y positivos, la valoración de impactos con cinco variables: Intensidad, extensión, duración, reversibilidad e incidencia, el cálculo de la Magnitud del impacto, el cálculo del Valor del índice ambiental, el cálculo de la Severidad del impacto, y Determinación de los niveles del Grado de severidad del impacto en tres factores ambientales: Agua superficial, paisaje y cobertura vegetal, en la provincia de San Pablo.

En el presente trabajo se buscó cumplir con los siguientes objetivos:

1. Objetivo general: Determinar los impactos y grado de incidencia de los cambios de cobertura y uso de la tierra en los componentes ambientales, agua superficial, paisaje, y cobertura vegetal, en la provincia de San Pablo entre los años 1996 – 2016.
2. Objetivos específicos:
 - 1) Determinar la clasificación del tipo de cobertura y uso de la tierra en los años 1996 y 2016, en la provincia de San Pablo.
 - 2) Determinar los cambios de cobertura y uso de la tierra ocurrido entre los años 1996 y 2016, en la provincia de San Pablo.

Desarrollado en los siguientes capítulos: Capítulo I. Contiene justificación del problema, hipótesis, Objetivos, modelo conceptual, instrumentos de trabajo. Capítulo II. Contiene el Marco teórico con los antecedentes, y bases teóricas. Capítulo III. Describe los materiales, ubicación, metodología. Capítulo IV. Presenta los resultados y discusión. Capítulo V. Presenta las conclusiones de la investigación. Capítulo VI. Contiene la lista de referencias bibliográficas, Capítulo VII. Contiene los apéndices y anexos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Según Peña (2007, p. 265-267), en el estudio de su tesis doctoral Efectos ecológicos de los cambios de cobertura y usos del suelo en la cuenca Marina Baixa en la provincia de Alicante, España; encontró que los cambios en 44 años 1956-2000, en una extensión de 1 219,70 km², alcanzó un cambio radical de 50% de la cobertura, en la composición y aprovechamiento del territorio. Produciendo gran heterogeneidad y fragmentación del paisaje, desencadenando procesos de impactos negativos por la degradación ambiental, siendo gran parte ocasionado por acción antrópica (p. 344 -345).

Los cambios de cobertura vegetal ocasionados por la actividad humana, afectan a las condiciones ambientales del balance hídrico del agua alterando la escorrentía superficial o la disminución del agua del sub suelo, al medio biótico afecta a la flora en la cobertura vegetal, y al paisaje natural que es afectado en su heterogeneidad por la confrontación continua del hombre con su medio ambiente. Encontrando que el 7% de los cambios ocurridos en 44 años entre 1956 al 2000 en Marina Baixa se califican como irreversibles (Peña, 2007, p. 13-19, 511).

Agudelo y Cortes (2015, p. 1- 6), en su tesis de maestría, Análisis del impacto ambiental en el cambio de uso del suelo en el municipio de Palmira, Valle del Cauca, Colombia entre 1999 al 2014; en 19 000 ha, empleando imágenes satelitales; encontró que la cobertura cambio, en áreas urbanas creció de 6,50 a 8,70%, los cuerpos de agua bajo de 3,10 a 2,90%, la vegetación natural herbácea bajo de 1,90

a 1,20%, tierras eriazas bajo de 10,80 a 8,30%, los cultivos subió de 77,80 a 78,30%. En los impactos encontró de carácter positivo y negativos de gado leves, siendo el más relevante el que ocasiona el mono cultivo de caña que afecta a componentes físicos, bióticos, sociales y económicos.

Kolb (2013, p. vi – x, 15, 16, 188-190) en la tesis doctoral, Dinámica del uso del suelo y cambio climático en la planeación sistemática para la conservación, en la cuenca Grijalva-Usumacinta, México; en 83 553 km² entre 1993-2007, encontró que la causa directa para el cambio de cobertura es la ampliación de áreas agrícolas y pastizales; determinando que la deforestación y degradación forestal son los procesos dominantes de cambios de cobertura y uso del suelo; y al evaluar las tendencias al año 2030 encontró que el 73% de los bosques y 50% de las selvas podrían destruirse, pero que con un programa de desarrollo sustentable el 59% de los bosques y 39% de las selvas no serían afectadas.

Según Bojórquez, *et al.* (2010, p. 1, 2), en el estudio Cambio de cobertura y uso del suelo en la cuenca del río Mololoa, estado de Nayarit, Méjico, encontró que la cuenca está dominado por el 83,01% de vegetación natural y tierras de cultivos agrícolas, y que la vegetación natural existente disminuye a 41,67 ha/año, y las construcciones aumentan a un ritmo de 74,86 ha/año.

Gonzales y Llanos (2015, p. 11-15, 18), en el estudio, Evaluación de los efectos de la deforestación en la hidrología y pérdida de carbono orgánico del suelo en la cuenca del Alto Mayo, Perú; encontraron impactos negativos por la deforestación que deteriora los recursos hídricos, en la tasa de infiltración del suelo elevando la escorrentía superficial y reduce la recarga de los acuíferos, y genera cambios de recarga, y descarga hidrológica; ocasionando disminución de caudales en las

cuencas de los ríos, en especial en épocas de estiaje, siendo las cuencas más pequeñas con mayor respuesta a la afectación del agua por los cambios de cobertura vegetal.

Zorogastúa (2011, p. 13 - 15) en el estudio, Evaluación de cambios en la cobertura y uso de la tierra con imágenes de satélite en Piura – Perú, en el análisis del bosque seco, mediante imágenes satelitales 1986 y 2001; encontró que en la dinámica de cobertura de bosques secos; presenta retrocesos y mejoras, donde el 38% del área permanece sin variación, el 13% del área mejoro su condición y el 23% del área esta con tendencia a la reducción de su cobertura vegetal.

Alcántara (2014, p. 12-19, 114-118), en el estudio, Análisis de los cambios de la cobertura y uso de la tierra 2001-2013, del ámbito macro de la región Cajamarca, determino que la dinámica del uso del territorio está en función a la acción antrópica. Encontró que de un total regional de 3 295 263,84 ha; al año 2001, la cobertura predominante fue Áreas agrícolas heterogéneas con 747 522,19 ha (22,69%), segundo la categoría Arbustal con 731 908,37 (22,21%), y tercero Vegetación arbustiva herbácea con 518 237,73 (15,73%). Variando al año 2013 donde encontró, en primer lugar, la categoría Áreas agrícolas heterogéneas con 1 127 958,03 ha, (34,23%), seguido por la Vegetación arbustiva /herbácea con 508 520,20 ha (15,43%); en tercer lugar, la categoría Arbustal con 503 197,34 ha (15,27%) del área regional, el resto de coberturas ocupan extensiones menores.

Cieza (2017, p.75) en la tesis de grado, Análisis de los cambios de la cobertura y uso de la tierra, con imágenes satelitales del distrito de Matara; periodo 1991-2016, en 5 790,74 ha; encontró que el área de tejido urbano continuo creció de 3,81 a 17,06 ha, el área agrícola de cultivos transitorios se incrementó de 2 334,07 a 3 023,15 ha, pastos creció de 178,24 a 199,60 ha, la cobertura herbazal se incrementó

de 1 234,67 a 1 362,57 ha, la categoría arbustal disminuyó de 1 951,62 a 728,50 ha, las tierras desnudas se incrementó de 85,45 a 455,13 ha, las superficies de agua lagunas se incrementó de 2,88 a 4,73 ha.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Teorías impacto ambiental

Lovelock (1960, p. 2-3), científico británico, en su teoría La catástrofe ambiental es inevitable no hay nada que hacer; sostiene que el planeta está vivo y es un organismo complejo en sí mismo; cuyos componentes son todo ser vivo. La tierra es el un único sistema en el que los diferentes componentes vivos y no vivos interaccionan y se influyen mutuamente como un todo con sus propias dinámicas sobre los recursos naturales; pronosticó en el año 1960 que al año 2000 el gran problema del planeta sería el impacto ambiental con pérdidas de los recursos naturales y que se “afectarían los negocios del mundo”; y así es como ocurrió y continúa ocurriendo.

La UNESCO (2000, p. 15), considerando que medio ambiente y los recursos naturales es el conjunto de bienes comunes esenciales para la sociedad, en la Ley sobre medio ambiente y recursos naturales N° 64, Capítulo II, Artículo 16, ítem 30 indica que, Impacto ambiental es cualquier alteración significativa, positiva o negativa, de uno o más componentes del medio ambiente, que es ocasionado por acción humana y/o acontecimiento de la naturaleza.

2.2.2 Teorías de impactos ambientales por cambios de cobertura

Los cambios de cobertura por transformación de la cubierta terrestre tienen implicaciones e impactos en la ecología y en la economía, dependiendo del tipo de cubierta y actividad económica del suelo; los cambios actuales de usos y cobertura

del suelo suelen tener efectos con impacto negativos en la reducción de la producción primaria de los ecosistemas de plantas y fauna, afectando la biodiversidad (Murray Iván et al, 2015, p. 6). El cambio de cobertura y usos del suelo ocasionan efectos o impactos ecológicos por el cambio de biodiversidad, hábitat, erosión, productividad; en la calidad del agua; siendo estos efectos positivos y negativos según el ecosistema que afectan, y a nivel general contribuye al calentamiento global y desertificación (Peña, 2007, p. 506,507).

La FAO (1995, p. 89-99, 108) en el estudio, Impacto ambiental de cosecha forestal y construcción de caminos en bosques forestales de la X región de Chile, en 7,3 millones de ha; encontró impactos negativos sobre el medio ambiente, por reducción de la cubierta vegetal de bosques. En el componente físico se identificó impactos en erosión del suelo, y en el agua alteración del balance hídrico. En la vegetación alteración de la composición del bosque. En la fauna impacto negativo por reducción y disminución de especies de mamíferos y aves por la destrucción y alteración del hábitat. En forma global encontró niveles de porcentaje de muy alto a alto impacto negativo, en porcentaje promedio de 6% de afectación al suelo, a la vegetación, al agua, y a la fauna.

2.2.3 Teoría componentes y factores del ambiente

El ambiente está constituido por dos grandes grupos ambientales denominados Factores abióticos (sin vida) y Factores bióticos (con vida). Los factores abióticos conformados por elementos sin vida de componentes físicos y químicos como el suelo, el agua, la energía solar, el aire. Los factores bióticos conformados por todos los seres vivos los animales, las plantas (Sandra, 2009). Ampliado por Celecep (2009, p. 190-209) que para fines de identificación y evaluación de impactos se clasifican en tres componentes, **Abiótico-físicos** como el aire (ruido, calidad), suelo

(residuos sólidos, calidad de suelo, erosión), agua (aguas superficiales), paisaje (paisaje natural). El **biótico** conformado por la flora (cobertura vegetal), la fauna (especies menores y mayores), **socio económico**, conformado por el aspecto socio cultural (calidad de vida, Salud y seguridad de personas), y económico (dinámica económica y servicios).

2.2.4 Teorías identificación y evaluación de impactos ambientales

La evaluación de impactos ambientales se realiza con instrumentos que permitan predecir, y evaluar impactos positivos y especialmente negativos de actividades, sobre los factores ambientales que conforman el espacio de estudio (Celecep 2009, p. 182). La identificación de impactos requiere de una matriz de entrada adaptada a la matriz original de Leopold (1970) mencionado por Celecep (2009, p. 182 y 183), que tiene una doble entrada en la que en las columnas se colocan los componentes y factores ambientales susceptibles a ser afectados y en las filas se coloca las actividades identificadas como potenciales alteradores del medio, como los cambios de cobertura y uso de la tierra.

La identificación de impactos se realiza analizando la relación de causa efecto que ocasiona los cambios de cobertura causando la afectación sobre cada factor ambiental, estas interacciones causadas, constituye los impactos que pueden ser positivos si son de carácter beneficioso y negativos si son de carácter adverso. La evaluación de impactos identificados se realiza a través de los índices de impacto ambiental, utilizando la metodología de los Criterios Relevantes Integrados (CRI) de Buroz (1994), a través de 5 variables, la Intensidad (I), Extensión (E), Duración (D), Reversibilidad (R) e Incidencia (G) (Celecep, 2009, p. 183).

2.2.5 Teorías cobertura de la tierra

Al respecto Biodiversidad Mexicana (2012, p. 2-4), indica que “Cobertura del suelo” es la descripción del material físico en la superficie de la tierra; diferenciándose del término “uso del suelo”, que son las asignaciones de la actividad humana. La cobertura y uso del suelo están relacionados, por ello muchos proyectos combinan el mapeo; como en los casos: Cobertura del suelo: Superficie construida, y uso del suelo: Industrial. Cobertura del suelo: Bosque, uso del suelo: Zona de conservación. Cobertura del suelo: Pasto, uso del suelo: Recreativo. Cobertura del suelo: Agua, el uso del suelo: Almacenamiento.

Según EcuRed (2017, p. 1,2), la cubierta vegetal, son plantas (flora) salvajes o natural que crecen en forma espontánea y cultivadas sobre la superficie de la tierra; su distribución depende de factores climáticos y los suelos. Tiene relación con el clima y en muchos casos el clima se denomina según el tipo de vegetación que crece en la zona por ello se habla de clima de selva, y clima de costa.

2.2.6 Teorías uso del suelo / tierra

Según Montero y Viales (2015. P. 2-5) los usos del suelo (*land use*) son las actividades que desarrollan las personas con la intención de obtener productos o beneficios; la ocupación o cobertura del suelo (*land cover*) es la categoría física, química, ecológica o biológica de la superficie terrestre que da lugar a unidades superficiales como cultivos, forestales, pastos, infraestructura y otras; concluye que la cubierta del suelo es el aspecto morfológico y tangible del suelo, mientras que los usos, se refieren a las funciones que se desarrollan sobre aquellas cubiertas. Una misma cubierta puede soportar diferentes usos (recolección, selvicultura y caza, sobre cubiertas forestales) y un mismo uso puede desarrollarse sobre diferentes

cubiertas (excursiones, sobre cubiertas agrícolas, forestales o urbanas). Los cambios en los usos del suelo afectan, con mayor o menor grado a la modificación y transformación de la cubierta.

El “Uso” es la utilidad que presta un tipo de cobertura al ser humano; el **uso** se relaciona con las actividades humanas o las funciones económicas de un espacio de la tierra, como al uso urbano, uso de reserva natural, uso recreativo y otros manifestado por Minambiente (2012, p. 2).

2.2.7 Teorías categorías de clasificación de la cobertura y uso de la tierra

La clasificación de cobertura y uso de la tierra, utiliza el sistema de clasificación CORINE Land Cover - CLC adaptado y desarrollado por el Ministerio del Ambiente para el Perú, sustentado en el informe del Proyecto “Análisis de las Dinámicas de Cambio de Cobertura de la Tierra en la Comunidad Andina” (MINAM, 2014, p. 40-51). Alcántara (2014, p. 9 -11), en el estudio Análisis de los cambios de la cobertura de la región Cajamarca, manifiesta que el sistema Corine Land Cover fue un proyecto experimental para la recopilación, y la homogenización de información sobre el estado del medio ambiente y los recursos naturales en la Comunidad Europea que se inicia en junio 1985 y en el curso de los años se ha ido perfeccionando.

El proyecto “Corine Land Cover” (CLC90) en 1990 se desarrolló en Europa, con metodología específica para realizar el inventario de la cobertura de la tierra, con base de datos para la toma de decisiones en políticas del medio ambiente y el ordenamiento territorial. Fue adaptada para Colombia; y luego por el MINAM-Perú a través de la Dirección General de Ordenamiento Territorial - DGOT, proporciono asistencia técnica a las regiones para su aplicación y uso, a través del proyecto

Análisis de las Dinámicas de Cambio de Cobertura de la Tierra en la Comunidad Andina. El sistema Corine Land Cover, tiene tres niveles de clasificación de cobertura, denominados nivel I, II, III; el nivel I es la base de la clasificación, y considera cinco unidades básicas o grupos: (1) Áreas artificializadas. (2) Áreas agrícolas. (3) Bosques y áreas mayormente naturales. (4) Áreas húmedas. (5) Superficies de agua. Cada uno de estos sub niveles se clasifican en sus respectivas categorías del nivel II y III. Los detalles de la clasificación se detallan en el capítulo de Metodología y métodos.

2.2.8 Teorías del cambio de cobertura

Según Bojórquez, *et al.* (2010. P 19,20), indican que los cambios de la cobertura y uso del suelo es la transformación y sustitución de una cobertura anterior por otras, que causan deforestación, fragmentación de ecosistemas, desertificación y alteración del ciclo hidrológico. Estos cambios han sido reconocidos desde hace dos décadas como la causa de los cambios en el ambiente global, que afectan el cambio climático, la sostenibilidad agrícola, la biodiversidad, los ecosistemas, los acuíferos y otros servicios ambientales.

2.3 Marco conceptual de términos básicos

2.3.1 El suelo / tierra

Es el medio natural para el crecimiento y desarrollo de las plantas, los animales y la humanidad. Es el producto final del tiempo, combinado con el clima, la topografía, y organismos a partir de rocas originarias (FAO, 2016, p. 1). Es la superficie de la corteza terrestre incluyendo la atmosfera, el suelo, la geología, la hidrología, las plantas, la población, los animales y los resultados de la actividad humana en el pasado, presente y futuro (Rossiter 1998, p 18, 19).

2.3.2 Cobertura del suelo

Es la cubierta biofísica que se observa sobre la superficie de la tierra, incluye a afloramientos rocosos y cuerpos de agua (Minambiente, 2012, p. 2).

2.3.3 Cambio de cobertura

Es el cambio de la cubierta biofísica existente por otra; siendo cubierta transformada cuando ha sido sustituida por otra cubierta y cubierta modificada cuando se producen variaciones que no afectan considerablemente su clasificación (Murray Iván et al, 2015).

2.3.4 Medio ambiente

La definición global se dio en la Conferencia de las Naciones Unidas (Estocolmo, 1972). “Es el conjunto de componentes físicos, químicos, biológicos y sociales, capaces de afectar de forma directa o indirecta, en un plazo corto o largo, sobre la vida de los seres vivos y las actividades humanas”.

2.3.6 Cobertura vegetal

Capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre; comprende plantas con diferentes características fisonómicas desde pastizales hasta áreas cubiertas por bosques naturales o coberturas vegetales inducidas como bosques instaladas por acción humana y áreas de cultivos (Geo institutos, 2015. P. 1).

2.3.7 Agua superficial

La que se encuentra circulando o en reposo sobre la superficie de la tierra. Proviene de las precipitaciones, que no se infiltra ni regresa a la atmósfera por evaporación o proviene de manantiales o se origina de aguas subterráneas. Son masas de agua que se mueven en una misma dirección como ríos, manantiales, riachuelos; y las

aguas lenticas, quietas o estacionales como los lagos, lagunas, charcos, humedales, bofedales y pantanos (EcuRed, 2017, p. 1-2).

2.3.8 Paisaje

Martínez de Pisón (2010, p 215-219), espacio del territorio observable; formado por características naturales y la intervención humana, con sus medios de vida. Existiendo Paisaje natural, parte del planeta que no se encuentra modificado por intervención del hombre. Su forma y características son el producto de la interacción de sus componentes climáticos, geológicos, y ecológicos.

2.3.9 Teledetección

Es la técnica de adquisición de datos de la superficie terrestre desde sensores instalados en plataformas espaciales, a través de la interacción electromagnética entre el terreno y el sensor, genera una serie de datos que son procesados posteriormente para obtener información interpretable de la superficie de la tierra. (Disponible en: www.ign.es/ign/layoutln/teledetección).

2.3.2.10 Satélite Landsat

Land significa tierra y *sat* satélite, fue el primer satélite enviado al espacio por EEUU, para el monitoreo de los recursos terrestres. Al inicio se llamó *ERTS-1* (*Earth Resources Technology Satellite*) y posteriormente los restantes recibieron el nombre de *LANDSAT*; actualmente tienen en órbita el satélite 8 para continuar tomando imágenes satelitales de la superficie terrestre (USGS, 2016).

2.3.11 Imagen satelital

También denominado imagen de satélite es la representación visual de los datos de la superficie de la tierra, producto de la información capturada por un sensor montado en una plataforma de un satélite artificial (INEGI 2016, p. 56-63).

2.3.12 Sistema de información geográfica

Es la integración digital de la información y herramientas informáticas de programas y software para su análisis de datos concretos y con valores geográficos de información espacial (Peña, 2006, p. 274-277).

2.3.13 Procesamiento de imágenes satelitales

Es la manipulación digital y numérica de imágenes, con técnicas de procesamiento, utilizando datos geográficos y software especializados.

2.3.14 Mapas temáticos y base de datos

Es un mapa digital ilustrativo con información gráfica sencilla, con tabla de datos numéricos, obtenido de un proceso digital de información geográfica.

2.3.15 Impactos sobre factores ambientales

Es la situación de la acción causa - efecto que da origen a una interacción de alteración, que es lo que constituye el impacto ambiental; que ocurre como consecuencia de la acción de los cambios de cobertura y uso del suelo, sobre cada uno de los tres factores: Agua superficial, Paisaje, y Cobertura vegetal.

2.3.16 Carácter de los impactos ambientales

El carácter del impacto ambiental, se determina evaluando si el cambio de cobertura y uso de la tierra ocasiona en cada uno de los tres factores, **una mejora o un deterioro en relación con su estado inicial**; definiendo el carácter si es **adverso es negativo (-) y si es beneficioso es positivo (+)** (Celecep 2009, p.182, 190, 199).

2.3.17 Valoración de los impactos

Determinado los impactos se realiza la valoración de los impactos identificados, utilizando las cinco variables de Buroz (1994), definidas por: Intensidad (I), Extensión (E), Duración (D), Reversibilidad (R), Incidencia (G); el detalle de la medición se indica el capítulo de la metodología.

2.3.18 Determinación de la Magnitud del impacto ambiental (Ma)

La Magnitud del impacto está dado por el impacto de tres variables valoradas: **Intensidad (I), Extensión (E), y Duración (D)**; se calcula mediante la fórmula **Ma: (I * Wi) + (E * We) + (D * Wd)**. Donde cada variable es afectado por su respectivo peso ponderado, siendo para la variable Intensidad (wi): 0,40, para la variable Extensión (We): 0,40, y para la variable Duración (Wd): 0,20 (Celecep 2009, p. 184)

2.3.19 Determinación del Valor de índice Ambiental (VIA)

El VIA se calcula multiplicando los valores de las variables Magnitud ambiental (Ma) por la Reversibilidad ambiental (Ri), y por la Incidencia del impacto ambiental (Gi); mediante la fórmula **VIA= (Ma^{xm} * Ri^{xr} * Gi^{xg})**, donde cada variable es afectada por el exponente respectivo de su peso ponderado. Siendo para la Magnitud (xm): 0,61, para la Reversibilidad (xr): 0,22, y para la Incidencia (xg):0,17 (Celecep 2009, p. 184).

2.3.20 Determinación de la Severidad del impacto ambiental (S)

La determinación de la severidad del impacto constituye el final de los indicadores de los impactos ambientales. Según Celecep (2009, p. 185), la **Severidad de cada impacto** se calcula multiplicando la Magnitud (Ma) del impacto por el Valor del índice ambiental (VIA), mediante la siguiente fórmula: **S: Ma * VIA**.

2.3.21 Determinación del Grado de severidad del impacto ambiental

Para determinar el indicador final del Grado de Severidad del Impacto, se utiliza los mismos valores calculados de la Severidad, a los que se los clasifico utilizando la Escala del grado de severidad de impactos ambientales de Buroz (1994), que considera cuatro niveles de rangos de grado de severidad: Grado Leve (con valor 0 a 5) color amarillo, Grado Moderado (con valor 6 a 15) color azul, Grado Severo (con valor 16 a 39) color naranja, y Grado Critico (con valor 40 a 100) color rojo.

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales y equipos

Materiales cartográficos:

Imágenes satelitales año 1996 Landsat 7 del sensor ETM

Imágenes satelitales año 2016 Landsat 8 del sensor OLI y TIRS del ámbito de estudio

Cartas nacionales digitales altimétrica e hidrográficas a escala al 25 000

Información documental ZEE Cajamarca, MINAM 2014

Materiales de recolección de información y proceso:

Formatos de registro de campo para coordenadas UTM

Libretas de campo y cuadernos para notas de visitas de campo

Formatos de tablas matrices para cálculos de valoración de impactos

Información de libros y documentos digitales:

Información de buscadores académicos, revistas científicas indexadas, portales científicos, y publicaciones electrónicas de tesis.

Información disponible en páginas Web de World Wide Web (www)

Equipos de registro y proceso:

Sistema de posicionamiento global GPS Garmin Etrex

Cámara fotográfica Canon

Equipo de computación – Laptop Lenovo

Impresora Epson, escáner Epson

Software informático y de proceso:

Sistema de información geográfico -SIG, integra datos geográficos espaciales y software

Arc Gis 10.2.1

Envi 5.3

AutoCAD 2014

Microsoft Windows 2016

Microsoft 2014

3.2. Ubicación

3.2.1 Ámbito de estudio

El ámbito de estudio de la presente investigación es la provincia de San Pablo conformado por tres distritos Tumbaden, San Pablo, San Bernardino, San Luis.

La provincia se ubica en la región Cajamarca, limita por el sur con la provincia de Contumazá, por el este con la provincia de Cajamarca, por el oeste con la provincia de San Miguel. Por el norte con Hualgayoc. Tiene como capital al distrito de su mismo nombre, de una extensión estimada de 66 549,69 ha, con una población de 23 114 habitantes (INEI, 2007), con una densidad demográfica de 348 hab/km².

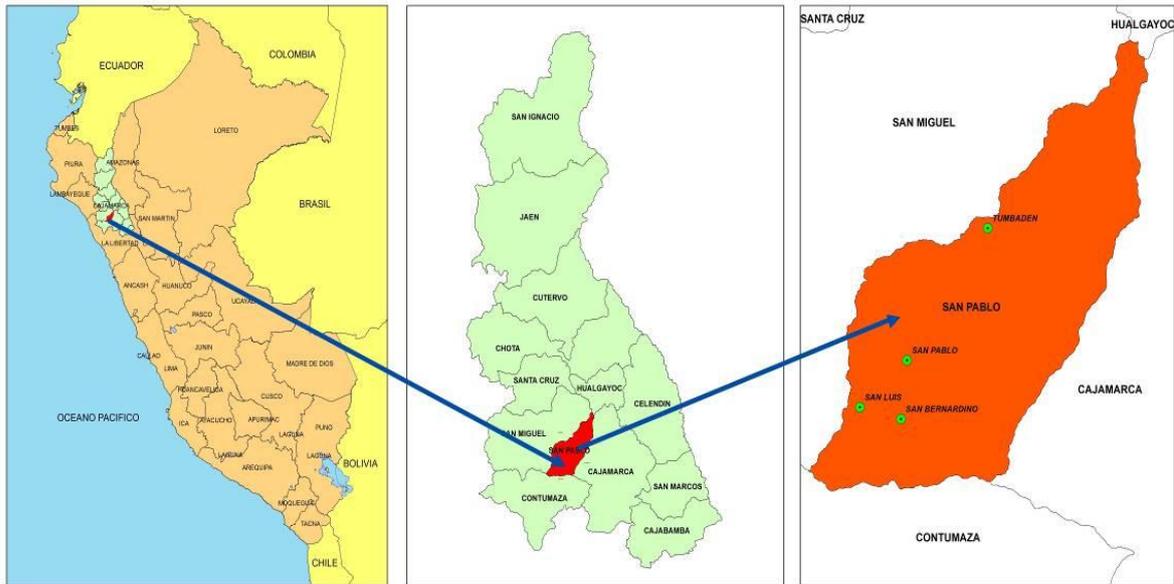


Figura 1. Ubicación política del ámbito de estudio de la provincia de San Pablo

Fuente: Sub Comisión técnica regional para el estudio especializado Cajamarca 2014.

3.3 Características del lugar

3.3.1 Altitud, pendiente, geo referenciación

La provincia de San Pablo se encuentra en una altitud comprendida entre los 720 msnm en el punto de unión del río Chilete-Magdalena con el río Puclush, hasta los 4 020 msnm en las inmediaciones del cerro de la Laguna Negra en el caserío Alto Peru del distrito Tumbaden.

Las pendientes, por la topografía y superficie accidentada oscilan desde 10% en terrazas hasta 40% en zonas de fuerte ladera, con zonas escarpadas y flancos de taludes de los cerros, drenaje natural con diversas quebradas y ríos principales como el Puclush margen derecha bajando, el río Chetillano margen izquierda, que a su vez constituye el límite con el distrito Chetilla y Magdalena.

Geográficamente se emplaza entre las las coordenadas UTM WGS84, del hemisferio sur, zona 17, en la parte baja en la unión del río Chilete-Magdalena con

el río Puclush X: 729785, Y: 9202376, continuando por el río hasta la unión del río Chetillano con el río Magdalena en las coordenadas X:748686, Y:9201317; y en la parte alta en las inmediaciones de lagunas del Km 50 de la carretera Cajamarca a Bambamarca en las coordenadas X:764421, Y:9241793, y aguas arriba del cruce de la carretera a Bambamarca con la quebrada Honda aproximadamente en el punto de coordenadas X: 763513, Y:9241939.

3.3.2 Climatología general

Sánchez y Vásquez (2010, p. 29 - 33) en la publicación, el mapa climático de Cajamarca, elaborado en base a la clasificación del Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) indica que la provincia de San Pablo, según la clasificación de Koppen (Tabla 1), presenta el sistema climático siguiente.

Tabla 1. Sistema de clasificación del clima por Koppen

Provincia	Af selva o Ecuatorial	Bsw Estepa	BW Desértico	Cw Templado moderado lluvioso	Dwb Frío (Boreal)
San Pablo	0	10%	5%	40%	45%

Fuente: (Sánchez y Vásquez, 2010)

Las características climáticas son las siguientes:

BSw: Estepa “B”: La precipitación menor que la evaporación, en el mes más húmedo la temperatura multiplicada por 2 es menor a la precipitación. S: La temperatura promedio multiplicada por 2 se ubica entre el 50 y 100% de la precipitación, la vegetación es escasa. Clima seco, lluvias escasas en verano. w: La temperatura promedio multiplicada por 2 se ubica entre el 0 y 50% de la precipitación.

BW: Desierto: w: La temperatura promedio multiplicada por 2 se ubica entre el 0 y 50% de la precipitación. Sin lluvias, vegetación escasa o nula. Este tipo de clima lo encontramos en la parte baja del distrito de San Luis y San Bernardino.

Cw: Templado moderado lluvioso: C: Se caracteriza porque la temperatura media del mes más frío es menor de 18 °C y superior a -3 °C y la del mes más cálido es superior a 10 °C. Las precipitaciones exceden a la evaporación. Es el clima donde prosperan los bosques meso térmicos. “W”: invierno seco, disminuye considerablemente la precipitación, la relación entre el mes más lluvioso y mes más seco es de 10:1. Este clima templado moderado lluvioso es característico en la mayor parte de la provincia.

Dwb: Frío (boreal). D: Se caracteriza porque la temperatura media del mes más frío es menor de -3°C y la del mes más cálido es superior a 10°C. Las precipitaciones exceden a la evaporación. Es el clima donde se dan los bosques micro térmicos. Como los pinos. w: el invierno es seco por lo que el mínimo de precipitaciones está bastante marcado y coincide con el periodo de temperaturas más bajas. b: El verano es suave no alcanzan los 22°C de media en el mes más cálido. Las temperaturas medias superan los 10°C, al menos cuatro meses al año. Característico del distrito Tumbaden.

Según la **clasificación de Thornthwaite**: presenta **Clima del tipo árido, y semiárido**, con ausencia lluvias en las estaciones del año o esporádicas. Corresponde este tipo climático a las partes bajas del distrito de San Luis. **Clima del tipo semiseco, templado y semifrío**, con lluvias esporádicas en las estaciones de otoño, invierno y primavera en sectores de la parte baja y media. Y **Clima del tipo lluvioso, semifrío y húmedo**, con lluvias en otoño e invierno; que corresponde a las zonas climáticas de la parte media y alta de la provincia.

3.3.3 Principales formaciones de vegetación

Constituido por vegetación silvestre conformada por *cactáceas* columnares de la variedad *gigantea* (gigantón) y la especie *Espositoa lanata* (lana vegetal), presencia de árboles y arbustos caducifolios, como *Capparis scabrida* (sapote), *Acacia macrantha* (espino); *bromeliáceas* terrestres, *epifitas* de hojas grises y verdes; vegetación herbácea cíclica como consecuencia de las precipitaciones compuesta principalmente por la familia *Poáceas*, *Fabáceas*, *Malváceas*, *Asteráceas*, *Desmodium glabrum*, entre otras. Diversos tipos de pastos naturales y cultivados como *gramíneas*, *festucas*, *Rey Grass (Lolium multiflorum)*, variedades de cultivos. Y las especies exóticas introducidas como los pinos, estos últimos se encuentran en con tendencia a formar grandes macizos de bosque en Granja Porcón.

3.3.4 Geología general

El ámbito de estudio geológico pertenece a las unidades estratigráficas:

Formación Volcanico San Pablo TI.vsp y Volcánico Chilete TI-vch; la mayor parte del área de la provincia esta conformada por la formación volcanico San Pablo, se ubican estas formaciones en gran parte del área de la provincia y en en especial en la parte baja de del ámbito del distrito San Luis y San Bernardino.

La formación volcánica Porculla Tm-vp, que se encuentra en gran parte del áreaa del distrito Tumbaden. La formación Farrat IG-f y formación Inca Km-i, que son rocas areniscas, se encuentra en las inmediaciones del ámbito de las Lagunas Km 50 carretera Cajamarca – Bambamarca. Asi mismo en el distrito Tumbaden y en parte del ámbito de Granja Porcón, existe formaciones Inca y formación chulec Kichu.

3.4. Metodología

3.4.1. Modelo conceptual de la investigación del estudio

Para el estudio de investigación, de impactos por los cambios de cobertura y uso de la tierra periodo 1996 – 2016, sobre tres factores ambientales: Agua superficial, el Paisaje, y la Cobertura vegetal; se generó un modelo conceptual que guie el proceso de estudio, el que contiene la investigación geográfica mediante el uso y la interpretación digital de imágenes satelitales, en una primera etapa para identificar y clasificar las categorías de cobertura y uso de la tierra al año 1996 y 2016, en una siguiente etapa determina la variación y los cambios de cobertura y uso de la tierra por sustitución de la cobertura del año 1996.

Continuando el proceso de estudio en las áreas de cambios de cobertura al 2016, se identifican los impactos ambientales, seguidamente en estos impactos se realiza la determinación y valoración ambiental por factores; y al final de esta fase se realiza el cálculo de la severidad de impactos y la clasificación en niveles de grado de severidad de impactos, en la afectación sobre tres factores ambientales: Agua superficial, el paisaje y la cobertura vegetal (Figura 2).

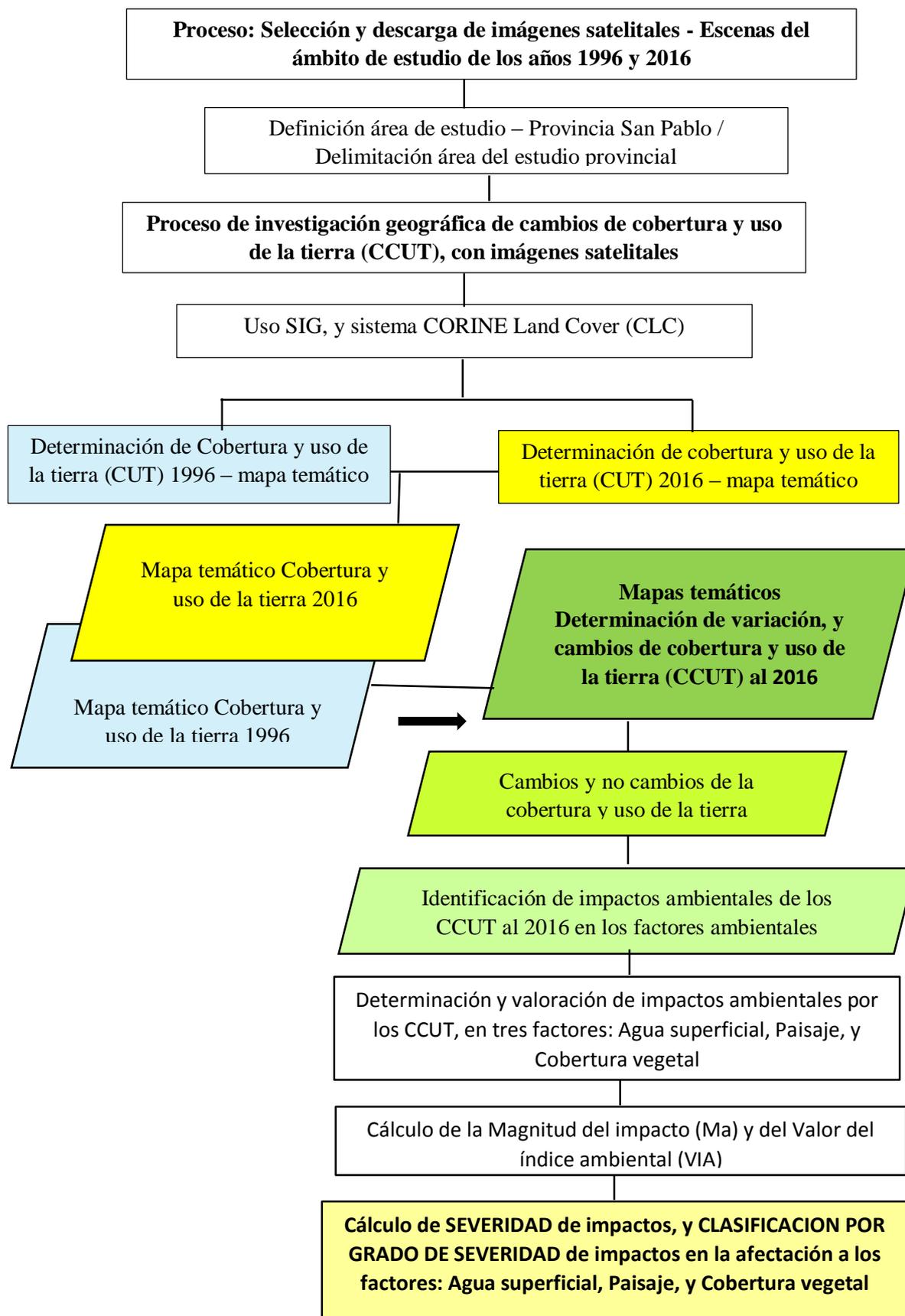


Figura 2. Modelo conceptual del estudio del impacto ambiental de los CCUT

3.4.2. Proceso de investigación geográfica de CCUT con imágenes satelitales

3.4.2.1 Selección imágenes satelitales escenas ámbito de estudio 1996 y 2016

En la selección de imágenes, se ha tenido en cuenta los siguientes criterios:

- 1) Utilizar los sitios de libre descarga de imágenes de satélite, página Web <https://earthexplorer.usgs.gov>. y Web www.glovis.usgs.gov. De la Agencia del Departamento de interior de los Estados Unidos.
- 2) El año de adquisición, para el presente estudio se ha obtenido las imágenes del año 1996 y del año 2016. En ambos casos del mes de agosto con el fin de observar y realizar comparaciones de las categorías de cobertura.
- 3) Imágenes con ausencia de cobertura de nubes, se acepta el criterio que no sobrepase el 10% de la superficie del área en estudio.
- 4) Resolución de las imágenes, con dimensiones de pixeles de 15 a 30 metros adecuado para identificación de estudios de cobertura de la tierra.
- 5) Escenas de imágenes nítidas, seleccionando las más claras que cubre el territorio.

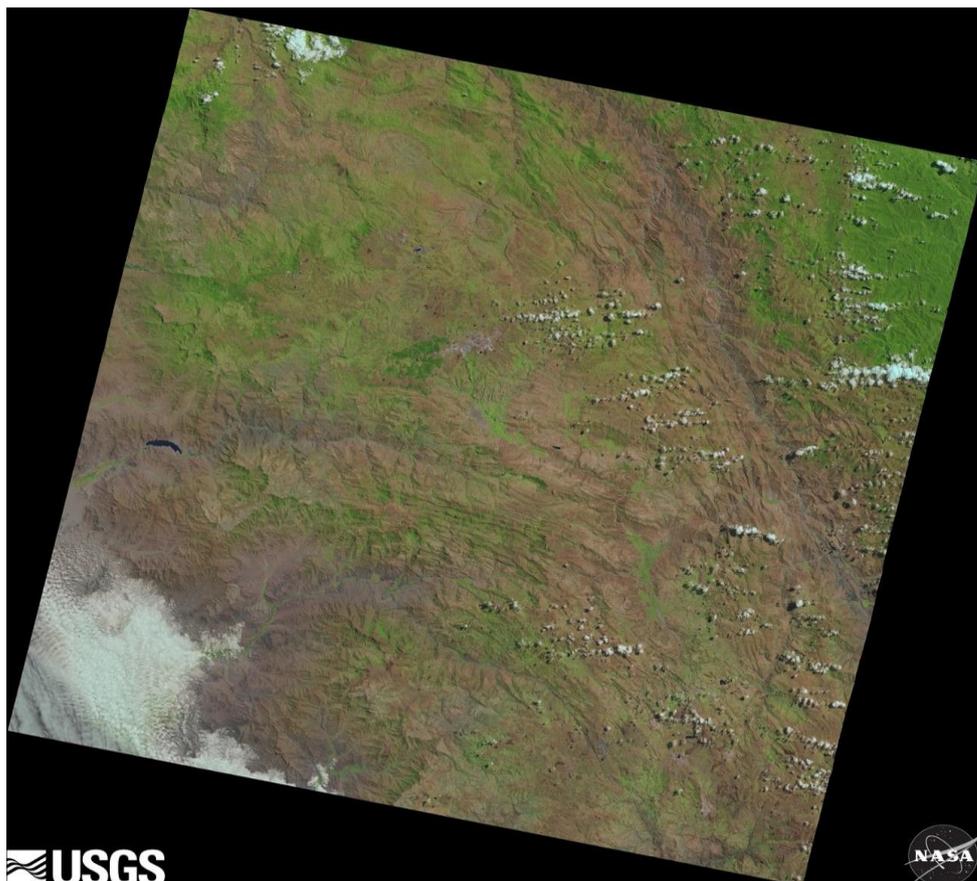


Figura 3. Imagen del satélite Landsat 1996

3.4.2.2 Descarga de imágenes satelitales

Se descargó las imágenes satelitales del área geográfica de la provincia de San Pablo y de márgenes de áreas vecinas que contiene las escenas registradas por los sensores, que se muestra en la imagen de la Figura 4.

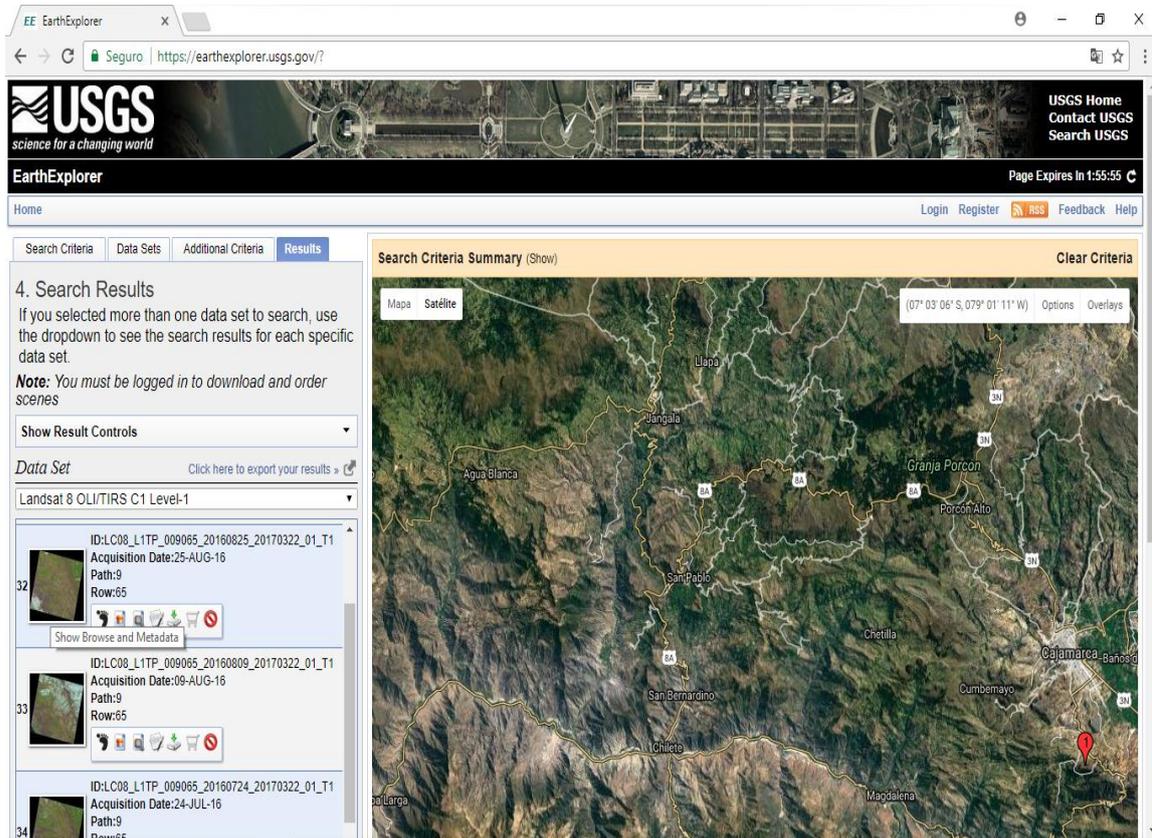


Figura 4. Descarga de imágenes satelitales del ámbito de estudio y sectores vecinos a la provincia de San Pablo

3.4.2.3 Composición de bandas y de las imágenes satelitales

Con las escenas de imágenes satelitales del ámbito de estudio del año 1996 y 2016, se procedido a efectuar la composición de bandas cromáticas a fin de uniformizar los colores para cada año, mediante el programa Envi, que consistió en unir las respectivas bandas cromáticas como se detalla. Para componer la imagen del año 1996, se utilizó imágenes satelitales Landsat 7 en la cual se consideró las bandas:

1, 2, 3, 4, 5 y 7. Para la imagen satelital del año 2016, se utilizó imágenes satelitales Landsat 8 en la cual se consideró las bandas 2, 3, 4, 5, 6 y 7 (Figura 5 y Figura 6).

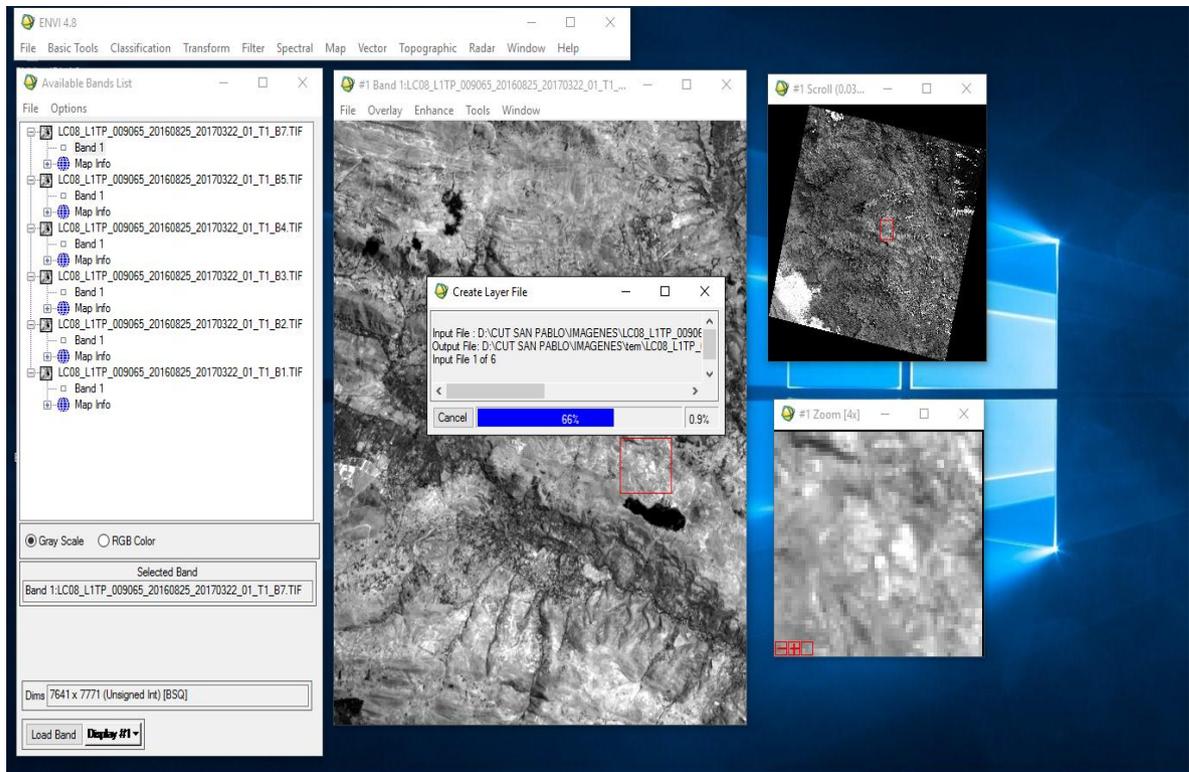


Figura 5. Proceso de composición de bandas cromáticas de las imágenes satelitales

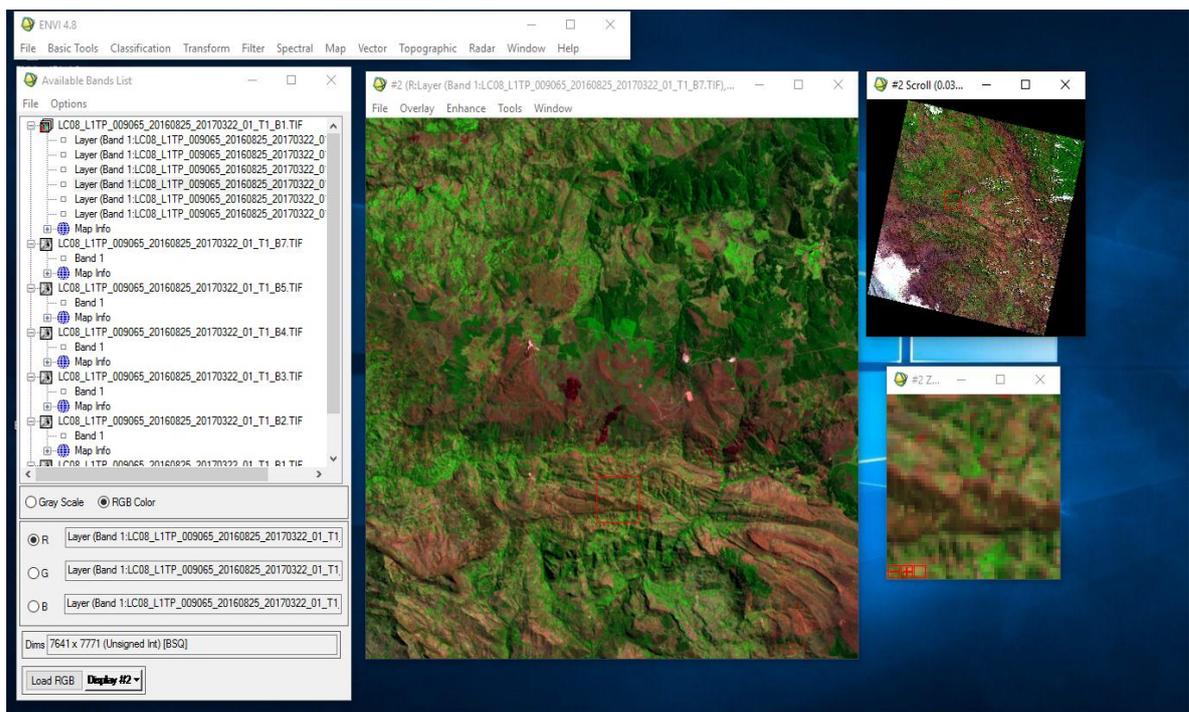


Figura 6. Uniformización colores de imágenes satelitales del área de estudio

3.4.2.4 Definición del límite del área de estudio provincia San Pablo

En las imágenes de 1996 y 2016 se procedió a geo referenciar los límites de contorno político administrativo de la provincia de San Pablo en un solo polígono espacial, demarcando con coordenadas WGS84 el polígono de trabajo. Al límite se agrega un área de borde denominado buffer de 500 m de ancho y se recorta la imagen a fin que nos facilite trabajar la clasificación de la CUT (Figura 7 y Figura 8).

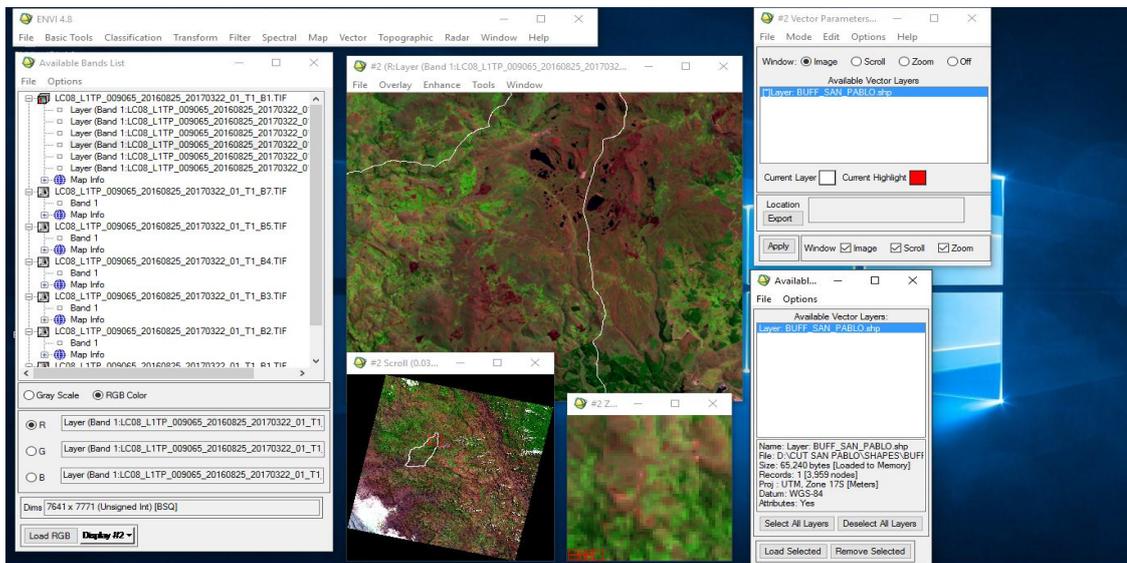


Figura 7. Delimitación geográfica del área de estudio en la imagen satelital

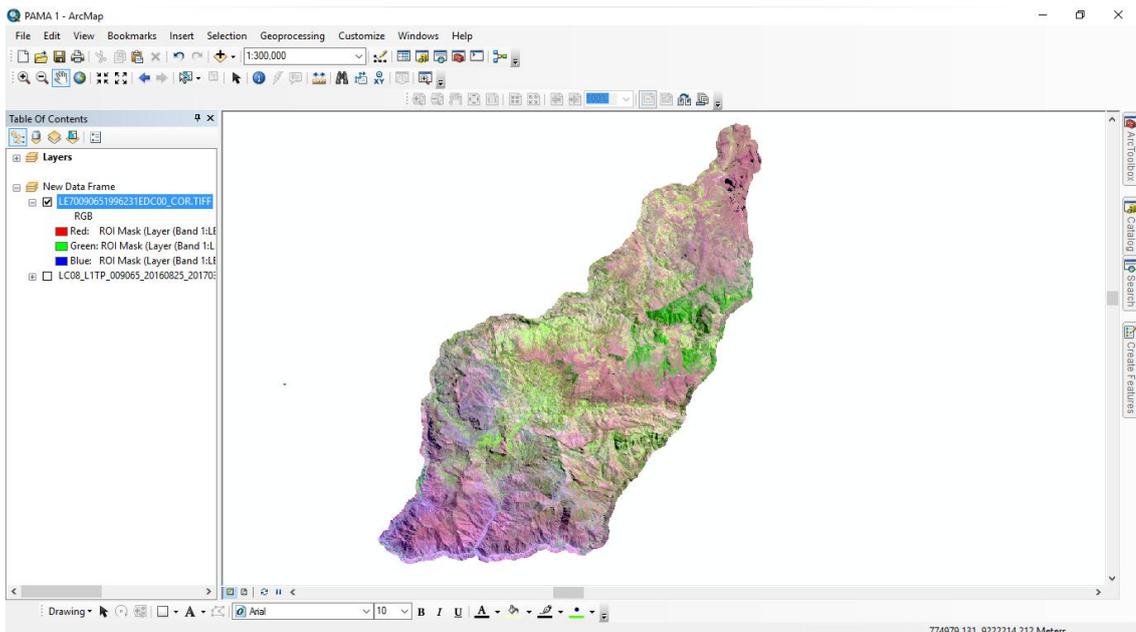


Figura 8. Recorte imágenes satelitales con buffer de 500 m del área de estudio

3.4.3 Proceso de identificación de la cobertura y usos de la tierra

3.4.3.1 Colocación de puntos de control de identificación de la cobertura

Se procedió a la interpretación visual de las imágenes logrando identificar las categorías de cobertura hasta el nivel III; utilizando software ArcGis, y asignando a cada categoría sus códigos correspondientes de acuerdo al sistema de clasificación Corine Land Cover - CLC (Figura 9).

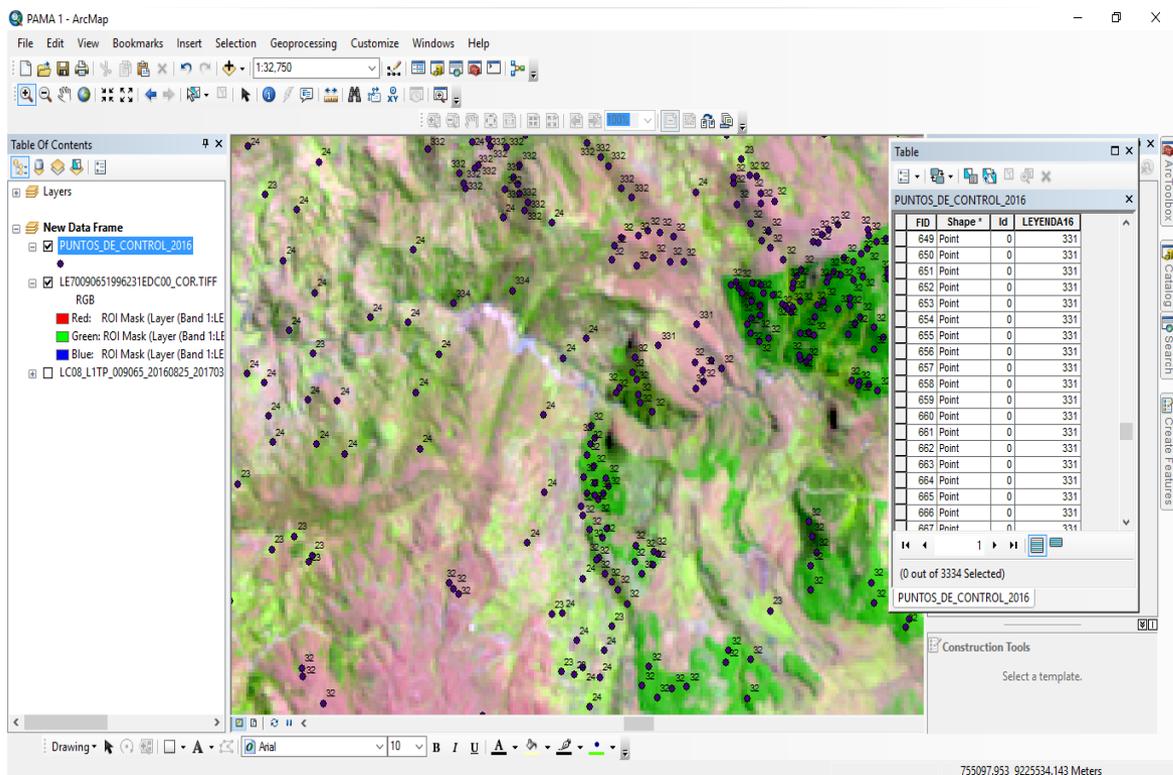


Figura 9. Ubicación de control de puntos geo referenciados de categorías de cobertura

3.4.3.2 Integración de puntos de control

Mediante las herramientas del Software ArcGis y el sistema de clasificación CLC, se integran los puntos de control de las categorías de cobertura y uso de la tierra, en la imagen satelital en forma semiautomática, generando la clasificación de los tipos de cobertura y uso del suelo, según los códigos asignados a cada punto de control de categoría de cobertura; este procedimiento de pruebas se realizó tres veces hasta

lograr la clasificación final en formato Raster. En esta etapa se realizó la contrastación y corrección de puntos de cobertura identificados, mediante puntos de referencia geo referenciados de la coberturas y uso de la tierra real tomados en campo, realizándose el ajuste espacial y las correcciones digitales de las categorías de coberturas y uso de la tierra en la imagen satelital, denominado proceso de integración de puntos de control de las categorías de cobertura (Apéndice 1).

3.4.3.3 Identificación y clasificación de la cobertura y uso de la tierra

En esta etapa se realiza el proceso de la clasificación de CUT para 1996 y 2016 en forma separada para cada año, utilizando software ArcGis y el sistema Corine Land Cover (CLC), asignando colores, abreviaturas y los códigos de cada categoría de cobertura y uso de la tierra que identifica el programa. Así se obtiene la distribución espacial de todas las categorías de coberturas y uso de la tierra del área de estudio en formato raster en imagen satelital (Apéndice 2).

3.4.3.4 Conversión de elevación raster a polígonos de las áreas identificadas y clasificadas de cobertura y uso de la tierra

En esta parte del proceso después de obtener la clasificación de la cobertura se convierte los archivos generados de formato raster o imagen a formato vector en figuras, para proceder a la edición de generación de cientos de polígonos en el área en estudio, hasta obtener los mapas temáticos clasificados de las categorías de cobertura y uso de la tierra del año 1996 y 2016 respectivamente (Apéndice 3).

3.4.3.5 Edición de polígonos de categorías de áreas de cobertura y uso de la tierra

En esta parte se editan los polígonos por categorías de coberturas y uso de la tierra, eliminando los polígonos que no cumplan con la Unidad Mínima de Mapeo - UMN, que para el presente estudio fue de 1 ha; y se logra obtener el mapa temático

clasificado de las categorías de coberturas y uso de la tierra para el año 1996 y 2016, con una tabla de atributos con base de datos de cálculos automáticos de las áreas de todas las categorías de los tipos de coberturas y uso de la tierra encontradas en el ámbito provincial de San Pablo (Apéndice 4).

3.4.3.6 Determinación de la variación de cobertura, cambios y no cambios de la cobertura y uso de la tierra

Para determinar los cambios ocurridos de la cobertura en el periodo 1996-2016, se procedió a unir las bases de datos de los mapas temáticos CUT 1996 y CUT 2016; por comparación digital utilizando algebra de mapas; hasta obtener: El mapa de variación de cambios de cobertura y uso de la tierra, el mapa de cambio, y no cambio de cobertura y uso de la tierra, así como el mapa final de las categorías de Cambios de Cobertura y Uso de la Tierra en la provincia de San Pablo (Apéndice 5, 6, y 7).

3.5. Metodología para la clasificación de la cobertura y uso de la tierra

3.5.1 Metodología para la clasificación Corine Land Cover - CLC

En la clasificación de la cobertura y uso de la tierra se utilizó la metodología CORINE Land Cover, adaptada y adecuada por el MINAM, tiene cuatro niveles jerarquizados de clasificación: Nivel I, II, III, IV. El nivel I contiene 5 códigos de categorías básicas de clasificación: 1. Áreas artificializadas, 2. Áreas agrícolas, 3. Bosque y áreas mayormente naturales, 4. Áreas húmedas, 5. Superficies de agua. Cada categoría se subdivide en otras categorías hasta el nivel II, y III como se indica en la Tabla 2. Algunas categorías llegan hasta el nivel IV de clasificación. (Anexo 1).

3.5.2 Codificación de la clasificación de la cobertura y uso de la tierra

En la clasificación digital de la cobertura se ha utilizado la asignación de números codificados según la categoría y tipo de cobertura (Tabla 2). Así el código: 111 corresponde a Tejido urbano continuo en el nivel III, al nivel II el código es 11 Áreas urbanizadas, y al Nivel I el código es 1 que corresponde a Áreas artificializadas.

Tabla 2. Clasificación de cobertura y uso de la tierra CORINE Land Cover-CLC

Nivel I	NIVEL II	NIVEL III	
1. Áreas artificializadas	1.1 Áreas urbanizadas	1.1.1 Tejido urbano continuo 1.1.2 Tejido urbano discontinuo	
	1.2 Áreas industriales e infraestructura	1.2.1 Áreas de extracción minera e hidrocarburos 1.2.5 Obras hidráulicas	
	1.3 Áreas de extracción minera, hidrocarburos y escombreras	1.3.1 Áreas de extracción minera, hidrocarburos y escombreras	
		1.3.2 Áreas de disposición de residuos sólidos	
2. Áreas agrícolas	2.1 Cultivos transitorios		
	2.2 Cultivos permanentes		
	2.3 Pastos		
	2.4 Áreas agrícolas heterogéneas		
3. Bosques y áreas mayormente naturales	3.1 Bosques	3.1.1 Bosque denso bajo	
		3.1.2 Bosque abierto bajo	
		3.1.3 Bosque denso alto	
		3.1.4 Bosque abierto alto	
		3.1.5 Bosque fragmentado	
	3.2 Bosques plantados		
	3.3 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo	3.3.1 Herbazal	
		3.3.2 Arbustal	
3.3.3 Vegetación secundaria o transición 3.3.4 Vegetación arbustiva/herbácea			
3.4 Áreas sin o con poca vegetación	3.4.1 Áreas arenosas naturales		
	3.4.2 Afloramientos rocosos		
	3.4.3 Tierras desnudas, incluye áreas erosionadas y degradadas		
	3.4.4 Áreas quemadas		
4. Áreas húmedas	4.1 Áreas húmedas continentales	4.1.1 Áreas pantanosas	
		4.1.2 Toberas y bofedales	
5. Superficies de agua	5.1 Aguas continentales	5.1.1 Ríos	
		5.1.2 Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	
		5.1.3 Lagunas, lagos y ciénagas naturales estacionales	
		5.1.4 Cuerpos de agua artificiales	

Fuente: Análisis de Dinámicas de Cambio de Cobertura de la Tierra Comunidad Andina-MINAM 2014

3.5.3 Técnicas e instrumentos de recopilación de información de imágenes

3.5.3.1 Imágenes satelitales

La investigación usó como instrumento principal las imágenes satelitales, del programa LandSat, que está formado por una serie de satélites puestos en órbita por EEUU y operados por el Servicio Geológico Norte Americano, para la observación de la superficie terrestre. Siendo el más antiguo el LandSat 5 que opera desde 1984, y que dejara de funcionar en el 2018 por una falla difícil de reparar, funciono 30 años, deja 2.5 millones de imágenes satelitales (disponible en [https://hipertextual.com/2012/12/landsat-5-satelite-adios.](https://hipertextual.com/2012/12/landsat-5-satelite-adios/)), El programa LandSat cuenta con 8 satélites que orbitan alrededor de la tierra a 705 Km de altura, cruzan la línea ecuatorial de norte a sur entre 10:00 y 10:15 de la mañana, por lo que la obtención de información en teledetección para el norte del Perú cuenta con adecuada visibilidad. LandSat 8 es uno de los últimos satélites puesto en órbita en febrero del 2013, con sensores de resoluciones de distancias cortas y largas, sensor OLI - Panchromatic de 15,31 m, sensor OLI-Resto de 30,61m, sensor TIRS de 102,04 m. que toman imágenes de la superficie de la corteza terrestre.

En el presente estudio para la selección de imágenes se ha tenido en cuenta la fecha, mayor nitidez, escasa presencia de nubes, seleccionando las imágenes del mes de agosto. Las imágenes para 1996 provienen de LandSat 7, registradas por el sensor ETM, y las imágenes del 2016 registradas por el sensor OLI y TIRS, ambas son de utilidad para el monitoreo de la cobertura, la vegetación y aplicaciones geológicas. Disponibles en la página Web www.glovis.usgs.gov, de la agencia del Departamento del Interior de Estados Unidos, a cargo del Servicio Geológico de Estados Unidos - USGS (Tabla 3).

Tabla 3. Características de las imágenes satelitales

Año	ID de imágenes	Sensor	Satélite	Fecha
1996	LE70090651996231EDC00	ETM	Landsat 7	19 agosto del 1996
2016	LC80090652016238LGN01	OLI -TIRS	Landsat 8	25 agosto del 2016

3.5.4 Técnica e instrumentos para los cambios de cobertura y uso de la tierra

3.5.4.1 Técnicas del análisis bitemporal

Se usó la técnica del análisis bitemporal, que consiste en una evaluación especial mediante comparación de coberturas interpretadas en dos imágenes de satélite de un mismo ámbito y en diferentes fechas, que permite evaluar los cambios de la situación de variación de las coberturas (Chauvieco, 2002). Esta técnica consiste en comparar las categorías de coberturas para lo cual se procede a unir las bases de datos de los mapas temáticos CUT 1996 y CUT 2016 utilizando algebra de mapas, hasta obtener mapas de variación de los cambios de cobertura, mapas de cambio y no cambio de coberturas y mapa de Cambios de Cobertura y Uso de la Tierra por sustitución de coberturas.

3.6. Metodología, técnicas e instrumentos de la evaluación de los impactos ambientales

3.6.1 Identificación de impactos ambientales

En las áreas de cambios de cobertura y uso del suelo, por la transformación y sustitución de la cobertura y uso de la tierra del año 1996, se realizó la evaluación cualitativa para, identificar los impactos ambientales que se han generado por los cambios de cobertura ocurridos al año 2016, en la provincia de San Pablo.

Para la evaluación de impactos se empleó la matriz de doble entrada, adaptada a la matriz original de Leopold (1970) mencionado por Celecep (2009, p. 182), a fin de determinar situaciones de acción causa - efecto que da origen al impacto ambiental por los cambios de cobertura en los tres factores: Agua superficial, Paisaje, y Cobertura vegetal. Colocándose en las columnas los factores ambientales susceptibles a ser afectados y en las filas se colocan todos los cambios de cobertura ocurridos, por sustitución de la cobertura del año 1996, como las causas potenciales que alteran a los tres factores: Agua superficial, Paisaje y Cobertura vegetal.

En esta matriz después de colocado los tres factores ambientales a ser afectados y los cambios de cobertura como potenciales alteradores, se determina la acción causa-efecto, identificando si existe interacción o no, constituyendo la acción de alteración o **interacción, el impacto ambiental**, por los cambios de cobertura ocurridos sobre cada factor ambiental. Seguidamente Si existe interacción se define el **carácter** del impacto, respondiendo mediante una pregunta. Si. ¿El cambio de la cobertura ocurrida **ocasiona en el componente o factor ambiental una mejora o un deterioro en relación con su estado inicial o previo?**; procediendo a marcar como **negativo (-) si adverso, y como positivo (+) si es beneficioso**, determinando de esta forma los impactos ambientales negativos y positivos que ocasionan los cambios de cobertura ocurridos en los tres factores ambientales a evaluar, en el ámbito de estudio; El formato para la identificación de impactos se indica en la Tabla 4.

3.6.2 Determinación de la valoración de impactos ambientales

Utilizando la matriz de identificación de impactos con las interacciones adversas negativas (-) y beneficiosas positivas (+) de la afectación por los cambios de cobertura y uso de la tierra, sobre los tres factores ambientales: Agua superficial, Paisaje, y Cobertura vegetal, se procede a la determinación de **la valoración y**

análisis cuantitativo de cada uno de los impactos. Para ello se ha utilizado los **índices de impacto ambiental** mediante la metodología de los **Criterios Relevantes Integrados (CRI)** de Buroz, (1994), mencionado por Celecep (2009, p.183 – 202), que permite valorar cada uno de los impactos identificados en las áreas de cambio de cobertura y usos de la tierra.

La valoración de cada impacto ambiental identificado en la matriz, se ha realizado utilizando la metodología de los criterios relevantes integrados (CRI), a través de la evaluación de 5 variables: La Intensidad (I), Extensión (E), Duración (D), Reversibilidad (R), y la Incidencia (G).

3.6.2.1 Determinación de los valores de las variables Intensidad, Extensión, y Duración

Utilizando la misma matriz de identificación de los impactos, se realiza la valoración de los impactos ambientales de las variables Intensidad, Extensión, y Duración, para lo cual se utilizó una matriz para cada una de estas variables:

- Matriz de Intensidad de impactos ambientales por los CCUT 1996-2016
- Matriz de Extensión de impactos ambientales por los CCUT 1996-2016
- Matriz de Duración de impactos ambientales por los CCUT 1996-2016. Cuyos formatos se indican en (Apéndice 8, 9, y 10).

Utilizando las matrices indicadas se realizó la valoración de los impactos de la variable, Intensidad, Extensión, y Duración, mediante los Criterios Relevantes Integrados de Buroz (1994), utilizando sus respectivos parámetros, con la escala de los valores que se indican en la Tabla 5.

Tabla 4. Identificación de impactos ambientales

N°	Cambio de código	Cambios de cobertura y uso de la tierra ocurrido en la provincia de San Pablo		Área de cambio		Componentes y factores ambientales			
		Del - Al	CUT 1996	CUT 2016	Área (ha)	Porc (%)	Medio Físico		Medio biótico
							Agua superficial	Paisaje	Flora
Cam	Del - Al	CUT 1996	CUT 2016	Área (ha)	Porc (%)	Agua superficial	Paisaje	Cobertura vegetal	
1	332 - 24	Arbustal (arbustos)	Áreas agrícolas heterogéneas			(+) 0 (-)	(+) 0 (-)	(+) 0 (-)	
2	332 - 32	Arbustal	Bosques plantados			(+) 0 (-)	(+) 0 (-)	(+) 0 (-)	
3	332 - 23	Arbustal	Pastos			(+) 0 (-)	(+) 0 (-)	(+) 0 (-)	
4	332 - 111	Arbustal	Tejido urbano continuo			(+) 0 (-)	(+) 0 (-)	(+) 0 (-)	
5	24 - 32	Áreas agrícolas heterogéneas	Bosques plantados			(+) 0 (-)	(+) 0 (-)	(+) 0 (-)	
6	24 - 23	Áreas agrícolas heterogéneas	Pastos			(+) 0 (-)	(+) 0 (-)	(+) 0 (-)	
7	24 - 111	Áreas agrícolas heterogéneas	Tejido urbano continuo			(+) 0 (-)	(+) 0 (-)	(+) 0 (-)	
8	331 - 24	Herbazal (pajonales)	Áreas agrícolas heterogéneas			(+) 0 (-)	(+) 0 (-)	(+) 0 (-)	
9	331 - 32	Herbazal	Bosques plantados			(+) 0 (-)	(+) 0 (-)	(+) 0 (-)	
10	331 - 512	Herbazal	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes			(+) 0 (-)	(+) 0 (-)	(+) 0 (-)	
11	331 - 23	Herbazal	Pastos			(+) 0 (-)	(+) 0 (-)	(+) 0 (-)	
12	512 - 331	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	Herbazal (pajonales)			(+) 0 (-)	(+) 0 (-)	(+) 0 (-)	
13	23 - 24	Pastos	Áreas agrícolas heterogéneas			(+) 0 (-)	(+) 0 (-)	(+) 0 (-)	
14	23 - 32	Pastos	Bosques plantados			(+) 0 (-)	(+) 0 (-)	(+) 0 (-)	
15	334 - 24	Vegetación arbustiva / herbácea	Áreas agrícolas heterogéneas			(+) 0 (-)	(+) 0 (-)	(+) 0 (-)	
Total									
						Identificación de impactos ambientales			
						Represent	Impacto	Signo	
							Adverso	(-)	
							Beneficioso	(+)	

Fuente: Adaptado de Leopold (1970), indicado y mejorado por Celecep (2009, p. 190)

Tabla 5. Criterios para valorar impactos de variables Intensidad, Extensión, y Duración

Variable	Criterios	Escala	Valor
Intensidad (I) del impacto	Grado con que el impacto altera un determinado elemento del ambiente, el valor varía dependiendo del grado de cambio sufrido	Alto	7 a 9
		Medio	4 a 6
		Bajo	1 a 3
Extensión (E) del impacto	Determina el área de influencia teórica que es afectada en relación con el entorno	Regional	10
		Local	5
		Puntual	2
Duración (D) del impacto	Se refiere al tiempo que supuestamente permanecerá el efecto desde su inicio, y a partir del cual el valor afectado puede retornar a sus condiciones iniciales	(>10 años) Largo	10
		(5 a 10 años) Medio	5
		(0 a 5 años) Corto	1

Fuente: Criterios relevantes de valores para las variables Intensidad, Extensión, Duración, de Buroz (1994), mencionado por Celecep (2009, p. 183).

3.6.2.2 Cálculo de los valores de la variable Magnitud del impacto ambiental

Según Celecep (2009, p. 184), la magnitud está dada por el efecto de la acción conjunta del impacto que se obtiene de la sumatoria acumulada de los valores obtenidos de las variables de **Intensidad (I)**, **Extensión (E)**, y **Duración (D)**; donde cada variable se multiplica por el valor del peso ponderado asignado.

Mediante la siguiente fórmula.

$$Ma = (I * WI) + (E * WE) + (D * WD)$$

Donde:

Ma: Valor calculado de la magnitud del impacto ambiental

I: Valor del criterio de intensidad del impacto

WI: Peso del criterio de ponderación de la intensidad

E: Valor del criterio de extensión del impacto

WE: Peso del criterio de ponderación de la extensión

D: Valor del criterio de duración del impacto

WD: Peso del criterio de ponderación de la duración del impacto

Los pesos de los criterios de ponderación considerados son los siguientes:

- Peso del criterio intensidad (WI): 0,40
- Peso del criterio de extensión (WE):0,40
- Peso del criterio de duración (WD): 0,20

La condición es que la sumatoria de los pesos ponderados debe ser 1 (uno).

El cálculo de la Magnitud se realiza utilizando la matriz de identificación de impactos, aplicando la fórmula indicada, para cada interacción del impacto, y para todos los impactos que causa el cambio de cobertura y uso de la tierra sobre cada uno de los tres factores ambientales: Agua superficial, Paisaje y Cobertura vegetal, para ello se utiliza la matriz de la Tabla 6.

Tabla 6. Matriz de cálculo de la Magnitud de impactos ambientales por los CCUT 1996 – 2016

N°	Cambio de código	Cambios de cobertura y uso de la tierra ocurrido en la provincia de San Pablo		Área de cambio		Componentes y factores ambientales			
						Medio Físico		Medio biótico	
						Agua	Paisaje	Flora	
Cam	Del - Al	CUT 1996	CUT 2016	Área ha	%	Agua superficial	Paisaje	Cobertura vegetal	
1	332 - 24	Arbustal (arbustos)	Áreas agrícolas heterogéneas						
2	332 - 32	Arbustal	Bosques plantados						
3	332 - 23	Arbustal	Pastos						
4	332 - 111	Arbustal	Tejido urbano continuo						
5	24 - 32	Áreas agrícolas heterogéneas	Bosques plantados						
6	24 - 23	Áreas agrícolas heterogéneas	Pastos						
7	24 - 111	Áreas agrícolas heterogéneas	Tejido urbano continuo						
8	331 - 24	Herbazal (pajonales)	Áreas agrícolas heterogéneas						
9	331 - 32	Herbazal	Bosques plantados						
10	331 - 512	Herbazal	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes						
11	331 - 23	Herbazal	Pastos						
12	512 - 331	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	Herbazal (pajonales)						
13	23 - 24	Pastos	Áreas agrícolas heterogéneas						
14	23 - 32	Pastos	Bosques plantados						
15	334 - 24	Vegetación arbustiva / herbácea	Áreas agrícolas heterogéneas						
Total									

Fórmula:

$$Ma : (I * WI) + (E * WE) + (D * WD)$$

Donde:

Ma: Valor calculado de la Magnitud del impacto ambiental

I: Valor del criterio de Intensidad del impacto

D: Valor del criterio de Duración del impacto

E: Valor del criterio de Extensión del impacto

Pesos:	Valor
WI: Peso del criterio de Intensidad	0,40
WE: Peso del criterio de Extensión	0,40
WD: Peso del criterio de Duración	0,20
Total	1,00

3.6.2.3 Determinación de los valores de las variables Reversibilidad e Incidencia

Utilizando la matriz de la interacción de la identificación de impactos, se realiza la valoración de los impactos ambientales por separado de la variable Reversibilidad e Incidencia, en los formatos de dos matrices denominadas:

- Matriz de determinación de la Reversibilidad (R) de impactos ambientales por los CCUT 1996 – 2016 (Apéndice 11)
- Matriz de determinación de la Incidencia (G) de impactos ambientales por los CCUT 1996 -2016 (Apéndice 12)

La valoración de la Reversibilidad, y la Incidencia se realizó mediante los Criterios Relevantes Integrados de Buroz (1994), utilizando los criterios, y la escala de valores respectivos, de la Tabla 7.

Tabla 7. Criterios para valorar impactos de la variable reversibilidad, e incidencia

Variable	Criterios	Escala	Valor
Reversibilidad (R) del impacto	Posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el cambio, es decir posibilidad de retornar a sus condiciones iniciales	Bajo o irrecuperable	10
		Irreversible	9
		Parcialmente	5
		Reversible	3
Incidencia (G) del impacto	Posibilidad real o potencial que una actividad produzca un impacto sobre un factor ambiental	Alto	10
		Medio	5
		Bajo	2

Fuente: Criterios relevantes integrados para valoración de la Reversibilidad e Incidencia, de Buroz (1994), mencionado por Celecep (2009, p. 185).

3.6.3 Cálculo del Valor del Índice Ambiental (VIA)

El Valor del Índice Ambiental (VIA) se determina utilizando la matriz de impactos, y se calcula mediante los valores determinados de las variables valoradas de Reversibilidad (R), e Incidencia (G) y el cálculo de Magnitud (Ma). El valor del índice ambiental es el producto de las tres variables: La Magnitud ambiental, por la Reversibilidad ambiental, y por la Incidencia del impacto ambiental, en cada interacción de impacto; donde cada variable es afectada por su respectivo peso ponderado exponencial de valores (Celecep 2009, p. 184). Expresado mediante la siguiente fórmula:

$$\mathbf{VIA} = (\mathbf{Ma}^{\mathbf{xm}} * \mathbf{Ri}^{\mathbf{xr}} * \mathbf{Gi}^{\mathbf{xg}})$$

Donde:

VIA: Valor del Índice Ambiental

Ma: Valor calculado de la magnitud del impacto ambiental

Ri: Valor del criterio de reversibilidad ambiental del impacto ambiental

Gi: Valor del criterio de incidencia ambiental del impacto ambiental

Utilizando los pesos de los criterios de ponderación:

- Peso del criterio de Magnitud (xm): 0,61
- Peso del criterio de Reversibilidad (xr): 0,22
- Peso del criterio de Incidencia (xg): 0,17

Condición que la suma de los valores de los pesos ponderados debe ser 1 (uno)

El formato de la matriz para el cálculo del valor del índice ambiental (VIA), se indica en la Tabla 8.

Tabla 8. Matriz de cálculo del Valor del Índice Ambiental -VIA de impactos por los CCUT 1996-2016

N°	Cambio de código	Cambios de cobertura y uso de la tierra ocurrido en la provincia de San Pablo		Área de cambio		Componentes y factores ambientales		
						Medio Físico		Medio biótico
						Agua	Paisaje	Flora
Cam	Del - Al	CUT 1996	CUT 2016	Área ha	%	Agua superficial	Paisaje	Cobertura vegetal
1	332 - 24	Arbustal (arbustos)	Áreas agrícolas heterogéneas					
2	332 - 32	Arbustal	Bosques plantados					
3	332 - 23	Arbustal	Pastos					
4	332 - 111	Arbustal	Tejido urbano continuo					
5	24 - 32	Áreas agrícolas heterogéneas	Bosques plantados					
6	24 - 23	Áreas agrícolas heterogéneas	Pastos					
7	24 - 111	Áreas agrícolas heterogéneas	Tejido urbano continuo					
8	331 - 24	Herbazal (pajonales)	Áreas agrícolas heterogéneas					
9	331 - 32	Herbazal	Bosques plantados					
10	331 - 512	Herbazal	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes					
11	331 - 23	Herbazal	Pastos					
12	512 - 331	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	Herbazal (pajonales)					
13	23 - 24	Pastos	Áreas agrícolas heterogéneas					
14	23 - 32	Pastos	Bosques plantados					
15	334 - 24	Vegetación arbustiva / herbácea	Áreas agrícolas heterogéneas					

Total

Fórmula del Valor del Índice Ambiental :

VIA: $Ma^{xm} * Ri^{xr} * Gi^{xg}$

VIA: $Mi^{0.61} * Ri^{0.22} * G^{0.17}$

Donde:

VIA: Valor del índice ambiental

Ma: Magnitud

Ri: Reversibilidad

Gi: Incidencia

Pesos de los criterios	Pesos
xm: Peso criterio de magnitud	0,61
xr: Peso criterio de reversibilidad	0,22
xg: Peso criterio de incidencia	0,17
Total	1,00

3.6.4. Determinación de la Severidad de los impactos ambientales

Según Celecep (2009, p. 185), para conocer los niveles de impacto se calcula la Severidad de cada impacto y se obtiene de multiplicar la Magnitud (Ma) del impacto por el valor del índice ambiental (VIA), mediante la siguiente fórmula:

$$S: Ma * VIA$$

S: Severidad del impacto en los componentes ambientales

Ma: Magnitud del impacto ambiental

VIA: Valor del Índice Ambiental

Los valores de severidad calculados expresan el resultado final del estudio de la evaluación, que se define como el nivel del impacto ocasionado por el cambio de cobertura y uso de la tierra, sobre los tres factores ambientales: Agua superficial, Paisaje, Cobertura vegetal. Para el cálculo de los valores de la severidad se elaboró otra matriz similar al que se utiliza para el cálculo del VIA, donde para cada impacto del cambio de cobertura sobre cada factor ambiental se calculó su respectivo valor de severidad, aplicando la fórmula indicada de la Severidad del impacto (Apéndice 13).

3.6.5. Determinación del Grado de Severidad de los impactos ambientales

El Grado de Severidad de los impactos ambientales por los cambios de cobertura y uso del suelo, sobre tres factores ambientales afectados, el Agua superficial, el Paisaje, y Cobertura vegetal. Se determinó utilizando los valores calculados de la **Severidad** de impactos, a los cuales se los **clasifico mediante la jerarquía de la escala de valoración de impactos** ambientales de Buroz (1994) manifestado por Celecep (2009, p. 186), donde los valores de la severidad de impactos de carácter perjudicial pueden variar de 0 a 100, y se clasifican en cuatro niveles de grados de severidad de impactos: Grado leve con valor de 0 a 5, y se asigna el color amarillo;

Grado Moderado con valor de 6 a 15, se asigna color azul; Grado Severo con valor de 16 a 39, se asigna color naranja; Grado Crítico con valor de 40 a 100, se asigna color rojo. Para los impactos beneficiosos o positivos constituye un solo rango y pueden variar los valores de 0 a 100, y se asigna el color verde.

Similarmente en el presente estudio para clasificar en niveles de Grado de severidad de los impactos ambientales se elaboró una matriz con los mismos valores calculados de la Severidad, que utilizando la escala de rangos de jerarquía **de la escala de valoración de impactos**, de Buroz (1994); se clasificó en niveles de Grado de severidad del impacto: Grado Leve (amarillo), Moderado (azul), Severo (naranja), Crítico (rojo), y beneficioso (verde); usando el formato de la matriz (Apéndice 14).

Para la evaluación final de los impactos del presente estudio se realizó la clasificación en niveles de Grados de severidad del impacto ambiental, a todos los valores de severidad calculados en su respectiva matriz. Con lo cual se determina la afectación de la alteración de los cambios de cobertura y uso de la tierra, sobre cada uno de los tres factores ambientales: Agua superficial, Paisaje, y Cobertura vegetal; mediante la escala jerárquica de valor de impactos de Buroz (1994) manifestado por Celecep (2009, p. 186), que se indica en la Tabla 9.

Tabla 9. Escala de valoración del grado de severidad de impactos ambientales

Grado de Severidad del impacto ambiental	Escala de valor	Color
Leve	0 a 5	(Amarillo)
Moderado	6 a 15	(Azul)
Severo (impacto adverso)	16 a 39	(Naranja)
Crítico (impacto adverso)	40 a 100	(Rojo)
Representativo (impacto beneficioso o positivo)	0 a 100	(Verde)

Fuente: (CELECEP 2009, p. 186,198)

3.6.6 Proceso consolidado de determinación de impactos y los indicadores del grado de severidad de impactos de los CCUT

El proceso para determinar los impactos y los indicadores del Grado de Severidad de impactos ambientales, en tres factores: Agua superficial, Paisaje, y Cobertura vegetal, en el presente estudio se desarrolló utilizando los Criterios Relevantes Integrados (CRI) de Buroz (1994), en una secuencia de valoración y cálculos de seis fases hasta lograr determinar los grados de Severidad de los impactos, por la afectación que causan los cambios de cobertura y uso de la tierra entre los años 1996 al 2016, como se indica.

Fase 1: Identificación de impactos, en los factores ambientales Agua superficial, Paisaje, y Cobertura Vegetal

El proceso se inició con el análisis de la identificación de impactos que causan los cambios de cobertura y uso de la tierra, en las áreas del territorio donde ocurrió la sustitución de la cobertura por otra cobertura. Para ello se utilizó una matriz ordenada donde en las columnas se coloca los factores a ser afectadas (Agua superficial, Paisaje, y Cobertura vegetal); y en las filas se coloca los cambios de cobertura ocurridos como las causas potenciales que afectan a los factores ambientales. Luego se analiza en forma cualitativa la acción de causa - efecto del cambio sobre cada factor ambiental, con la pregunta que se hace para todos los cambios: ¿El cambio de cobertura (xx identificada) de 1996 a cobertura (yy identificada) en el 2016 afecta al factor (Agua superficial, Paisaje, Cobertura vegetal) en forma (-) o (+)? La acción en cada cambio genera una **interacción**, la cual constituye el **impacto** ambiental. En forma paralela se define el carácter del impacto evaluando si el cambio de la cobertura ocurrida **ocasiona en el factor ambiental un deterioro o una mejora, en relación con su**

estado inicial o previo; procediendo a marcar como **negativo (-)** si es adverso, y como **positivo (+)** si es beneficioso.

Fase 2: Valoración de impactos con cinco variables de Buroz

En esta segunda fase se realiza la valoración de impactos utilizando las cinco variables de Buroz (1994), definidas por: Intensidad (I), Extensión (E), Duración (D), Reversibilidad (R), Incidencia (G). Para la Valoración de los impactos se utilizó la matriz de identificación de impactos, con una matriz para cada una de las cinco variables.

Para la variable **Intensidad** del impacto se valoriza teniendo en cuenta el nivel con que el impacto altera a un elemento del ambiente en este caso a los tres factores: Agua Superficial, Paisaje, y Cobertura vegetal, el valor que se asigna depende de grado de cambio sufrido y se valora con los criterios de Alto (7 a 9), Media (4 a 6) y Bajo (1 a 3).

Para valorar la variable **Extensión** se realizó teniendo en cuenta el área de influencia del cambio de cobertura en relación con el área del entorno valorando en relación a los criterios: Si es Regional valor (10), Local (5), Puntual (2). La valoración de la variable

Duración del impacto, se realizó teniendo en cuenta el tiempo que supuestamente puede permanecer el efecto del impacto desde su inicio, y a partir del cual el valor afectado puede retornar a sus condiciones iniciales de cobertura considerando los criterios: Largo 10 años con valor (10). Medio 5 a 10 años con valor (5), Corto 0 a 5 años con valor 1. La

valoración de la variable **Reversibilidad** se realizó considerando la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el cambio, como la posibilidad de retornar a sus condiciones iniciales, considerando los criterios: Irreversible en dos niveles:

Irrecuperable o bajo con valor (10), Recuperable a muy largo plazo 30 años y con elevado costo con valor (9), Parcialmente: Medio: cuando el impacto es recuperable a mediano plazo con valor (5), Reversible: Alto: Cuando el impacto es reversible en forma inmediata a corto plazo con valor (3). La valoración de la variable **Incidencia del Impacto** que

evalúa la posibilidad real o potencial que un cambio de cobertura produzca un impacto sobre un factor (Agua superficial, Paisaje, Cobertura vegetal), considera los criterios: Alto con valor (10), Medio con valor (5), y Bajo con valor (2).

Fase 3: Cálculo de la Magnitud del impacto (Ma)

La Magnitud del impacto está dado por el impacto conjunto de la interacción de tres variables valoradas de la **Intensidad (I), Extensión (E), y Duración (D)**; para lo cual se utilizó la matriz de impactos, el cálculo de la Magnitud (Ma) en cada interacción de impacto, se realizó con la fórmula: **Ma: (I * Wi) + (E * We) + (D * Wd)**. Donde cada variable es afectado por su respectivo peso ponderado, para la variable Intensidad (wi): 0.40, para la variable Extensión (We): 0,40, y para la variable Duración (Wd): 0,20.

Fase 4: Cálculo del valor del Índice ambiental (VIA)

Para determinar el VIA también se utilizó la matriz de impactos, se calculó multiplicando los valores de las variables de Magnitud ambiental (Ma) por la Reversibilidad ambiental (Ri), por la Incidencia del impacto ambiental (Gi), en cada interacción de impactos; donde cada variable es afectada por el exponente respectivo de su peso ponderado. Mediante la fórmula **VIA= (Ma^{xm} * Ri^{xr} * Gi^{xg})**, con los pesos ponderados para la Magnitud (xm): 0,61, para la Reversibilidad (xr): 0,22, y para la Incidencia (xg):0,17.

Fase 5: Cálculo de la severidad del impacto (S)

La penúltima fase para determinar los indicadores de los impactos es la Severidad del impacto ambiental para lo cual se utiliza la matriz de impactos, donde se calculó el valor de la severidad de cada impacto. La **Severidad de cada impacto** se calculó

multiplicando la Magnitud (Ma) del impacto por el Valor del Índice Ambiental (VIA), mediante la siguiente fórmula: **S: Ma * VIA**

Fase 6: Determinación del nivel de Grado de severidad del impacto

En esta última fase se determinó el indicador de la afectación ambiental final de los cambios de cobertura y uso de la tierra en cada uno de los tres factores: Agua superficial, Paisaje, y la Cobertura vegetal. Se realizó mediante el indicador **Grado de Severidad del Impacto**, para ello se utilizó los mismos valores calculados de la Severidad de la matriz de impactos, a cuyos valores se los clasifico utilizando la **Escala del grado de severidad de impactos ambientales** de Buroz (1994), que considera cuatro niveles de rangos de grado de severidad: Grado Leve (con valor 0 a 5) color amarillo, Moderado (con valor 6 a 15) color azul, Severo (con valor 16 a 39) color naranja, y Critico (con valor 40 a 100) color rojo.

El resumen del proceso para determinar los indicadores de los impactos ambientales por los CCUT en la provincia de San Pablo, se indica en la Tabla (Apéndice 15).

3.7. Método estadístico

Teniendo en cuenta que en el estudio se obtiene como resultado datos con niveles de rangos clasificados de grados de Severidad del impacto, en base a los cuales es necesario efectuar la prueba o contraste de la hipótesis general planteada (H_0) mediante una técnica estadística a fin de decidir si rechazamos o se acepta la hipótesis planteada (H_0); en base a la información de las muestras del Grado de Severidad encontrados en la afectación a los tres factores ambientales: Agua superficial, Paisaje y Cobertura vegetal. En relación a lo cual según Escalante (2010, p. 155-156) y el soporte técnico de Minitab para estas condiciones es pertinente utilizar el análisis estadístico de la Prueba Z, e Intervalo de Confianza para la proporción, Confirmado

por Minitab (2010), indica que los intervalos de confianza son límites donde es muy probable se encuentre el valor de la proporción; y la prueba de la hipótesis estadística decide con cual quedarse, con la hipótesis planteada H_0 (nula) o la hipótesis H_1 (alternativa).

Así mismo el Parámetro proporción de una población, la Z es una distribución normal estándar de probabilidades, si es 95% es para los intervalos de confianza. Además si tenemos α o nivel de significación de 0,05, el valor de z determina en que región se encuentra para aceptar o rechazar la hipótesis H_0 . La hipótesis H_0 afirma una proporción mayor o igual a 0,50 ó 50%.

La prueba Z para la diferencia entre dos proporciones, Z se determina dividiendo la diferencia de las dos proporciones, por el error estándar de la diferencia; que se expresa mediante la siguiente fórmula.

$$z = \frac{P1 - P2}{\sqrt{\frac{P1(1 - P1)}{n1} + \frac{P2(1 - P2)}{n2}}}$$

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Presentación de resultados

En relación a los objetivos específicos de la investigación, el estudio logró determinar la clasificación por categorías del tipo de cobertura y uso de la tierra (CUT) en el año 1996 y 2016, y en función a estas categorías por comparación digital se determinó los resultados de: Las variaciones de cobertura, los cambios y no cambios de cobertura por modificaciones y transformaciones de la cobertura y uso de la tierra. En las áreas de cambios de cobertura ocurridos, en relación al objetivo general del estudio se determinó los impactos y grado de incidencia en la afectación a tres factores ambientales: El Agua superficial, el Paisaje y Cobertura vegetal. Se determinó la data base cuantificada mediante mapas temáticos de las áreas clasificación con los tipos de coberturas y uso de la tierra, de los cambios y no cambios de cobertura y uso de la tierra. Así mismo se identificó el carácter de los impactos, se valoró y calculo los indicadores de los impactos y se realizó la clasificación de los niveles del grado de severidad de los impactos ambientales en los factores ambientales, mediante mapas temáticos en la provincia San Pablo.

4.2 Identificación de categorías de cobertura y uso de la tierra (CUT) periodo 1996 – 2016 utilizando el sistema Corine Land Cover (CLC)

La interpretación de imágenes satelitales mediante el uso del sistema de información geográfica, permite construir y validar mapas temáticos de cobertura y uso de la tierra en diferentes periodos. Por lo tanto, el análisis cartográfico a base de imágenes y SIG es fundamental para analizar la dinámica de cambios de cobertura y uso del suelo

porque permite cuantificar y obtener datos de grandes extensiones constituyendo una alternativa para generar mapas temáticos (Peña, 2012); permitiendo conocer la dinámica de la variación y los cambios de cobertura ocurridos en determinados periodos de tiempo histórico. Similarmente en el presente estudio a nivel provincial se realizó la identificación y clasificación de la cobertura y uso de la tierra mediante el uso e interpretación de imágenes satelitales con el sistema de información geográfica, identificándose 8 categorías de coberturas clasificadas del nivel I hasta el III con el sistema Corone Land Cover (CLC); en base a estas categorías se realizó el análisis de la variación y transformación de cambios de la cobertura y uso de la tierra ocurrido entre 1996 al 2016 en la provincia de San Pablo. Los resultados de estas categorías de coberturas identificadas, por niveles, codificadas y con su respectiva simbología se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10. Identificación de categorías de clasificación de la cobertura y uso de la tierra CLC en la provincia de San Pablo

Nivel I	Niveles de clasificación		Código CLC	Simbología
	Nivel II	Nivel III		
1.Áreas artificializadas	1.1.Áreas urbanizadas	1.1.1.Tejido urbano continuo	1.1.1	Tu
2.Áreas agrícolas	2.1.Pastos		2,1	Pa
	2.4.Áreas agrícolas heterogéneas		2,4	Aah
3.Bosques y áreas mayormente naturales	3.2.Bosques plantados		3,2	Bp
	3.3.Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.3.1.Herbazal	3.3.1	He
		3.3.2.Arbustal	3.3.2	Ar
		3.3.4.Vegetación arbustiva / herbácea	3.3.4	Vah
5.Superficies de agua	5.1.Aguas continentales	5.1.2.Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	5.1.2	La

4.2.1 Áreas artificializadas

Tejido urbano continuo (Tu), código de la categoría 1.1.1

Esta categoría involucra a las zonas urbanizadas incluyendo los espacios con infraestructura urbana, con sus áreas verdes, áreas públicas y sus redes de comunicación y servicios asociados, que en conjunto configuran el tejido urbano.



Figura10. Tejido urbano continuo provincia de San Pablo

4.2.2 Áreas agrícolas

Pastos (Pa), código de la categoría 2.1

Esta categoría comprende las tierras cubiertas con hierba densa, cuya composición florística es a base de la familia *Poaceae* o *gramíneas* como el kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) como pasto natural, otra gran parte de esta cobertura es por acción antrópica de plantaciones por el hombre, siendo el pasto cultivado más representativo el *Ray grass* (*Lolium multiflorum*), ecotipo Cajamarquino, con escasa presencia de leguminosas como los tréboles blanco (*Trifolium repens*) y rojo (*Trifolium pratense*).



Figura 11. Categoría Pastos

Áreas agrícolas heterogéneas (Aah), código de la categoría 2.4

Esta categoría reúne dos o más clases de coberturas agrícolas y naturales, están dispuestas en un patrón mezclado de mosaicos geométricos que hace difícil la separación en coberturas individuales, las formas geométricas están relacionados con el tamaño reducido de predios, las prácticas de manejo, y formas de tenencia de la tierra. En San Pablo está constituido por una diversidad de cultivos y plantas en agroforestería, en cultivos transitorios, y perennes, siendo los principales los cereales trigo (*Triticum sativum*), cebada (*Hordeum vulgare*), maíz (*Zea mays*), linasa (*Linum usitatissimum*), menestras como arveja (*Pisum sativum*), frejol (*Phaseolus vulgaris*), tubérculos papa (*Solanum tuberosum*), ocas (*Oxalis tuberosa*), ollucos (*Ollucus tuberosus*), cultivos arbustivos de frutales en la parte baja palta (*Persea americana*), plátano (*Musa paradisiaca*), Chirimoya (*Annona chirimola*), y cultivo industrial como la caña (*Saccharum officinarum*).



Figura 12. Áreas agrícolas heterogéneas

4.2.3 Bosques y áreas mayormente naturales

Bosques plantados (Bp), código de la categoría 3.2

Son coberturas constituidas por plantaciones de vegetación arbórea realizada por intervención directa del hombre con fines de manejo forestal; formando rodales forestales generados por acciones de forestación mediante plantaciones para producción de madera con fines comerciales. En la provincia San de Pablo estas plantaciones están constituidas principalmente por Pinos (*Pinus radiata* y *pinus patula*), y por pequeñas áreas de eucalipto (*Eucalyptus globulus*).



Figura 13. Bosques plantados

Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva, código de la categoría 3.3:

Herbazal (He), código de la categoría 3.3.1

Cobertura constituida por una comunidad vegetal (pajonales) dominada por elementos básicamente herbáceos desarrollados en forma natural en diferentes densidades y sustratos con una cubierta de ocupación densa a abierta; la hierba es una planta no o poco lignificada con una consistencia blanda en todos sus órganos, estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o su intervención es selectiva que no han alterado su estructura original. En el ámbito de San Pablo está constituida principalmente por el ichu o paja ichu (*Stipa ichu*) utilizado como pastos de altura, y de otra especies como *Festuca* (*F. arundinacea* y *F. pratensis*), *Eragostis* (*E. curvula*, *E. paupera*), *Paspalum* (*P. orbiculare*, *P. conjugación*).



Figura 14. Categoría herbazal

Arbustal (Ar), código de la categoría 3.3.2

Cobertura constituida por vegetación arbustiva desarrolladas en forma natural en diferentes densidades y sustratos que se encuentran en forma densa o abierta. Un arbusto es una planta con estructura de tallo leñoso con alturas de 0,50 a 2 metros fuertemente ramificado y con copa definida (FAO, 2001). En San Pablo están constituidos de diversos especies de arbustos en la parte alta y media principalmente por zarzamora (*Rubus ulmifolius*), chilca (*Baccharis latifolia*),

Tres hojas (*Mauria heterophilia*), huangas (*Lama guanicoe*), caruaquero (*Stenelobium sambucifolium*), campanilla (*Campanula carpatica*), lanche (*Eugenia curvipilosa*), hierba santa (*Cestrum hediondunim*), alisos (*Alnus glutinosa*), sauco (*sambucus mexicana*), lloque (*kajaneckia lanceolata*), lloctareas, talmush, maquimaqui. En las partes bajas, motemote (*Allophylus densiflorus* Randlk), sauce (*Salix bompladiana*), Taya (*Caesalpina spinosa*), higueros (*Ficus miphaefolia*), espino (*Acacia macracantha*), sapotes (*Pouteria sapota*), molle (*Chimus molle*).



Figura 15. Categoría arbustal

Vegetación arbustiva/herbácea (Vah), código de la categoría 3.3.4

Categoría de cobertura que comprende espacios cubiertos por una mezcla de vegetación arbustiva y herbácea desarrollados en forma natural en diferentes densidades y sustratos. En San Pablo se encuentra principalmente en las partes bajas del territorio.



Figura 16. Categoría Vegetación arbustiva / herbácea

4.2.4. Superficies de agua

Aguas continentales, código de la categoría 5.1

Lagunas, lagos, ciénegas naturales permanentes (La), código de la categoría 5.1.2

Esta categoría de cobertura se encuentra en forma de aguas lenticas principalmente en las inmediaciones de los 3 000 msnm del territorio formando una red de espejos de agua de diversas formas y tamaños, denominadas lagunas del Km 50 carretera Cajamarca a Bambamarca, resaltan la Laguna Las Compuertas, Laguna Elvión, y Laguna Negra.



Figura 17. Categoría de cobertura Lagunas, lagos, ciénegas

4.3 Cambios de cobertura y uso de la tierra (CUT), periodo 1996 y 2016

4.3.1 Categorías encontradas de cobertura y uso de la tierra año 1996

En el año 1996 se ha encontrado ocho categorías de cobertura y uso de la tierra, que constituyen la base para el análisis de los cambios ocurridos (Tabla 11); predominando las áreas agrícolas heterogéneas (Aah) como se indica:

- 1- Áreas Agrícolas heterogéneas (Aah): 25 827,17 ha (38,81%)
- 2- Herbazal (pajonales) (He): 13 679,51 ha (20,56%)
- 3- Vegetación arbustiva / herbácea (Vah): 9 653,50 ha (14,51%)
- 4- Arbustal (arbustos) (Ar): 8 421,42 ha (12,65%)

- 5- Pastos (Pa): 5 046,67 ha (7,58%)
- 6- Bosques plantados (Bp): 3 782,04 ha (5,68%)
- 7- Lagunas, lagos y Ciénegas naturales permanentes (La): 101.81 ha (0,15%)
- 8- Tejido urbano continuo (Tu): 37,357 ha (0,06%)

Tabla 11. Categorías de clasificación Corine Land Cover de la cobertura y uso de la tierra año 1996 provincia de San Pablo

Código	Símbolo	Niveles de clasificación			Área (ha)	Porc (%)
		Nivel I	Nivel II	Nivel III		
111	Tu	1. Áreas artificializadas	1.1 Áreas urbanizadas	1.1.1 Tejido urbano continuo	37,57	0,06%
23	Pa	2. Áreas agrícolas	2.3 Pastos	-	5 046,67	7,58%
24	Aah	2. Áreas agrícolas	2.4 Áreas agrícolas heterogéneas	-	25 827,17	38,81%
32	Bp	3. Bosques y áreas mayormente naturales	3.2 Bosques plantados	-	3 782,04	5,68%
331	He	3. Bosques y áreas mayormente naturales	3.3 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.3.1 Herbazal (pajonales)	13 679,51	20,56%
332	Ar	3. Bosques y áreas mayormente naturales	3.3 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.3.2 Arbustal (arbustos)	8 421,42	12,65%
334	Vah	3. Bosques y áreas mayormente naturales	3.3 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.3.4 Vegetación arbustiva / herbácea	9 653,50	14,51%
512	La	5. Superficies de agua	5.1 Aguas continentales	5.1.2 Lagunas, lagos y ciénegas naturales permanentes	101,81	0,15%
TOTAL					66 549,69	100%

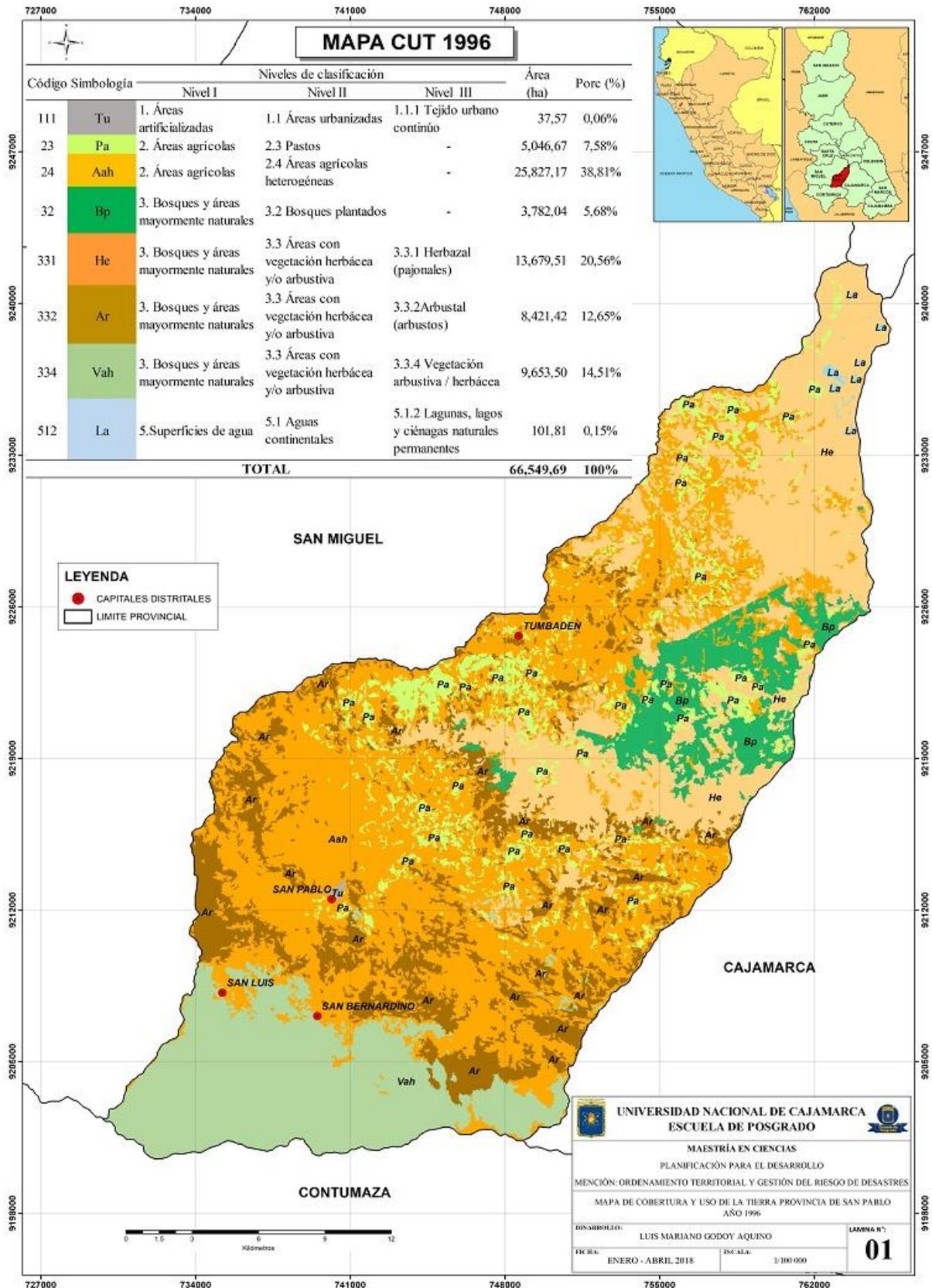


Figura 18. Mapa temático de clasificación de la cobertura y uso de la tierra (CUT) al año 1996 de la provincia de San Pablo

4.3.1.1 Análisis y discusión de la clasificación Corine Land Cover de las categorías de cobertura y uso de la tierra al año 1996

En el estudio análisis de los cambios de la cobertura y uso de la tierra, de la región Cajamarca (Alcántara, 2014, p. 115), determinó al 2001 que de un total de 3 295 263,84 ha de área regional, las áreas agrícolas heterogéneas ocupan 747 522,19 ha, representando el 22,68%, seguido por la categoría Arbustal con 731 908,37 ha que representan el 22,21%; seguido en tercer lugar por vegetación arbustiva/herbácea con 518 237,73 ha, que representan el 15,73%. Similarmente en el presente estudio de la provincia de San Pablo se encontró semejanza en la clasificación, en una superficie total de 66 549,69 ha, (Tabla 11), y (Figura 18 y Mapa de clasificación Apéndice 17), al año 1996 se encontró que existían ocho categorías de cobertura y uso de la tierra en el orden siguiente: El primer lugar ocupó la categoría 24 Áreas agrícolas heterogéneas (Aah) con una extensión de 25 827,17 ha que representa el 38,81%. Segundo la categoría 331 Herbazal (He) con 13 679,51 ha que representa el 20,56%. Tercero la categoría 334 Vegetación arbustiva/herbácea (Vah) con 9 653,50 ha con 14,51%. Cuarto la categoría 32 Arbustal (Ar) con 8 421,42 ha con 12,65%. Quinto la categoría 23 Pastos (Pa) con 5 046,67 ha que representa el 7,58%. Sexto 32 Bosques plantados (Bp) con 3 782,04 ha (5,68%). Séptimo 11 Lagos lagunas (La) con 101,81 ha (0,15%). Octavo 12 Tejido urbano continuo (Tu) con 37,57 ha, que representa el 0,06% del área provincial.

4.3.2 Categorías encontradas de cobertura y uso de la tierra año 2016

En la provincia San Pablo al año 2016 se encontró ocho categorías de cobertura y uso de la tierra (Tabla 12), predominando las Áreas agrícolas heterogéneas (Aah),

- 1- Áreas Agrícolas heterogéneas (Aah): 27 096,26 ha (40,72%)
- 2- Herbazal (pajonales) (He): 11 148,19 ha (16,75%)

- 3- Vegetación arbustiva / herbácea (Vah): 8 948,91 ha (13,45%)
- 4- Arbustal (arbustos) (Ar): 6 471,97 ha (9,73%)
- 5- Bosques plantados (Bp): 6 417,04 ha (9,64%)
- 6- Pastos (Pa): 6 325.61 ha (9,51%)
- 7- Lagunas, lagos y Ciénegas naturales permanentes (La): 100,37 ha (0,15%)
- 8- Tejido urbano continuo (Tu): 41,34 ha (0,06%)

Las áreas identificadas de las categorías clasificadas de la cobertura y uso de la tierra al año 2016, se visualiza en polígonos en el mapa temático (Figura 19), con su respectiva simbología en relación a los códigos de CLC, y con sus características de la clasificación en su respectivo cuadro de atributos.

4.3.2.1 Análisis y discusión de la clasificación Corine Land Cover de las categorías de cobertura y uso de la tierra al año 2016

En el estudio Análisis de los cambios de la cobertura y uso de la tierra 2001-2013, región Cajamarca (Alcántara 2014, p 114-118); se determinó que al año 2013 de un total de 3 295 263,84 ha, las áreas agrícolas heterogéneas ocupan el primer lugar con 1 127 958, 03 ha, representando el 34,23%, seguido por la vegetación arbustiva /herbácea con 508 520,20 ha que representan el 15,43%; en tercer lugar por vegetación arbustal con 503 197,34 ha, que representan el 15,27% del área regional. Similarmente en el presente estudio transcurridos 20 años entre 1996 y 2016, en la provincia de San Pablo, (Tabla 12, Figura 19, Mapa de clasificación Apéndice 18) se ha determinado variaciones y cambios de transformación en el proceso histórico dinámico de la cobertura y uso de la tierra por acción del hombre. Encontrándose que de un total de 66 549,69 ha del área provincial, la categoría 24 Áreas agrícolas heterogéneas (Aah) ocupa el primer lugar con 27 096,26 ha que representa el 40,72% del área total; segundo lugar la categoría 331 Herbazal (pajonales) (He) con 11 148,19 ha que representa el 16,75%; en tercer lugar la categoría 334 Vegetación arbustiva /herbácea (Vah) con 8 948,91 ha que representa el 13,45%, en cuarto lugar la categoría

332 Arbustal (Ar) con 6 471,97 ha que representa el 9,73%, en quinto lugar la categoría 32 Bosques plantados (Bp) con 6 417,04 ha que representa el 9,64%, en sexto lugar la categoría 23 Pastos con 6 325,61 ha, que representa el 9,51%; las otras dos categorías restantes Lagunas y Tejido urbano representan áreas con porcentajes menores al 0,15% en la provincia de San Pablo.

Tabla N° 12. Categorías de clasificación Corine Land Cover de la cobertura y uso de la tierra año 2016 provincia de San Pablo

Código	Simbología	Niveles de clasificación			Área (ha)	Porc (%)
		Nivel I	Nivel II	Nivel III		
111	Tu	1. Áreas artificializadas	1.1 Áreas urbanizadas	1.1.1 Tejido urbano continuo	41,34	0,06%
23	Pa	2. Áreas agrícolas	2.3 Pastos	-	6 325,61	9,51%
24	Aah	2 Áreas agrícolas	2.4 Áreas agrícolas heterogéneas	-	27 096,26	40,72%
32	Bp	3. Bosques y áreas mayormente naturales	3.2 Bosques plantados	-	6 417,04	9,64%
331	He	3. Bosques y áreas mayormente naturales	3.3 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.3.1 Herbazal (pajonales)	11 148,19	16,75%
332	Ar	3. Bosques y áreas mayormente naturales	3.3 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.3.2 Arbustal (arbustos)	6 471,97	9,73%
334	Vah	B3. Bosques y áreas mayormente naturales	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.3.4 Vegetación arbustiva / herbácea	8 948,91	13,45%
512	La	Superficies de agua	Aguas continentales	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	100,37	0,15%
TOTAL					66 549,69	100%

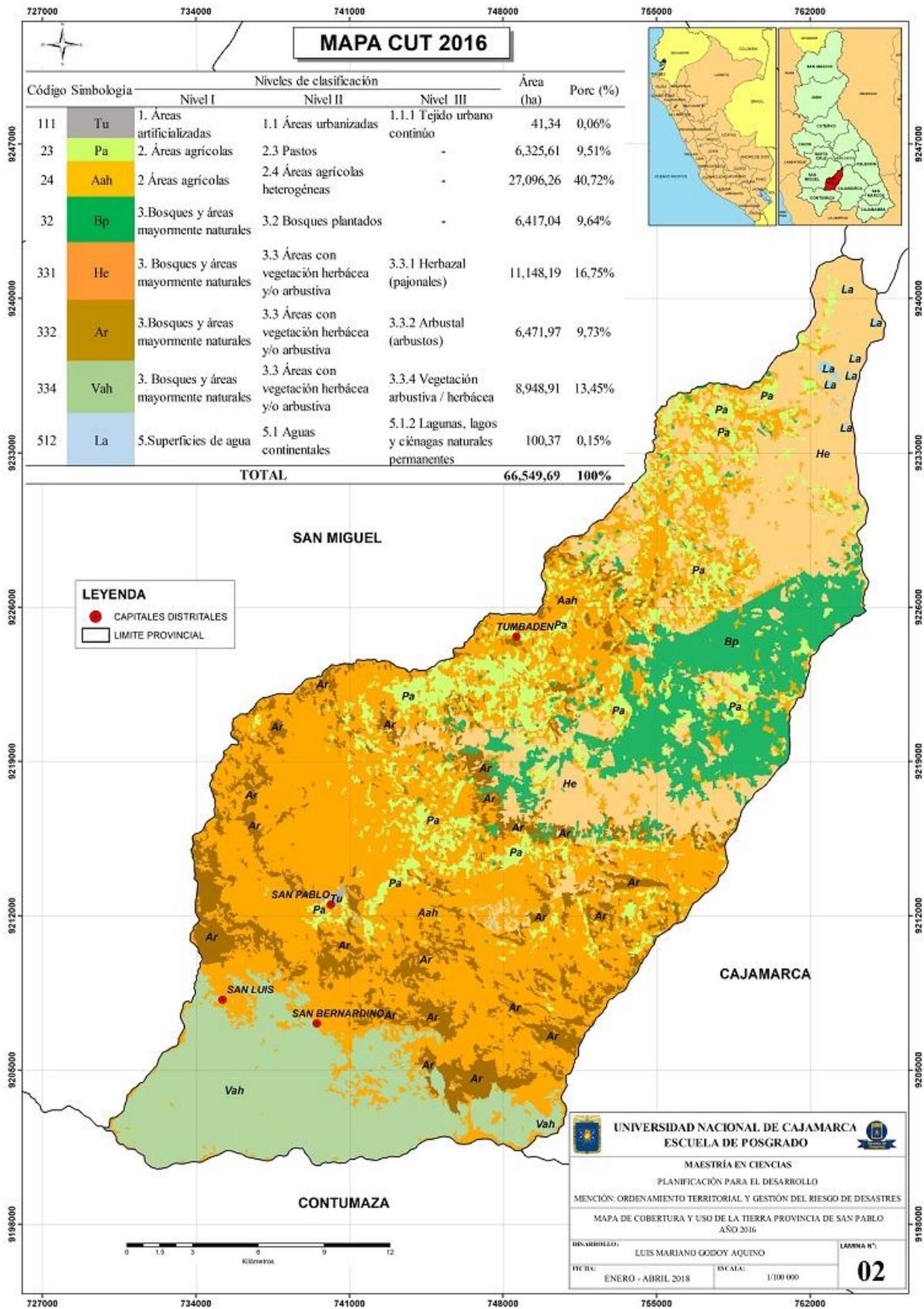


Figura 19. Mapa temático de clasificación de la cobertura y uso de la tierra (CUT) al año 2016 de la provincia de San Pablo

4.3.3 Variación de los cambios de categorías de cobertura y uso de la tierra entre los años 1996 – 2016 provincia de San Pablo

4.3.3.1 Pérdida y ganancia de áreas por cambios de coberturas al nivel III

Al nivel III y II de la clasificación CLC, se ha encontrado pérdidas y ganancias de áreas de cobertura y uso de la tierra ocurrido entre 1996 al 2016, por la variación parcial de cambios, ocasionado por la modificación de las coberturas existentes de 1996. Determinándose las áreas de pérdida y ganancia por la variación de las categorías de coberturas entre 1996 al 2016 (Tabla 13).

Tabla 13. Pérdida o ganancia de área al nivel III por variación de cambios de cobertura y uso de tierra 1996 - 2016

Código	Símbolo	Niveles de clasificación			Año 1996		Año 2016		Cambio 1996 a 2016	
		Nivel I	Nivel II	Nivel III	Área ha	%	Área ha	%	Área ha	%
111	Tu	1 Áreas artificializadas	1.1 Áreas urbanizadas	1.1.1 Tejido urbano continuo	37,57	0,06%	41,34	0,06%	3,768	0,006%
23	Pa	2 Áreas agrícolas	2.3 Pastos	-	5 046,67	7,58%	6 325,61	9,51%	1 278,94	1,922%
24	Aah	2 Áreas agrícolas	2.4 Áreas agrícolas heterogéneas	-	25 827,17	38,81%	27 096,26	40,72%	1 269,09	1,907%
32	Bp	3 Bosques y áreas mayormente naturales	3.2 Bosques plantados	-	3 782,04	5,68%	6 417,04	9,64%	2 635,00	3,959%
331	He	3 Bosques y áreas mayormente naturales	3.3 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.3.1 Herbazal (pajonales)	13 679,51	20,56%	11 148,19	16,75%	-2 531,32	-3,804%
332	Ar	3 Bosques y áreas mayormente naturales	3.3 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.3.2 Arbustal (arbustos)	8 421,42	12,65%	6 471,97	9,73%	-1 949,45	-2,929%
334	Vah	3 Bosques y áreas mayormente naturales	3.3 Áreas con vegetación Herbácea y/o arbustiva	3.3.4 Vegetación arbustiva / herbácea	9 653,50	14,51%	8 948,91	13,45%	-704,59	-1,059%
512	La	5 Superficies de agua	5.1 Aguas continentales	5.1.2 Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	101,81	0,15%	100,37	0,15%	-1,44	-0,002%
TOTAL					66 549,69	1,00	66 549,69	1,00	0,00	0,00

4.3.3.2 Análisis y discusión de la pérdida y ganancia de áreas por variación de los cambios de categorías de cobertura y uso de la tierra 1996 - 2016

En la provincia de San Pablo existe tendencia a la pérdida de áreas de cobertura (Tabla 13, Figura 20 y 21,), determinándose que entre 1996 al 2016 se ocasiono **pérdida de áreas** al nivel III y II (CLC) en las categorías siguientes, la 331 Herbazal (he) que sufrió disminución de 13 679,51 ha a 11 148,19 ha, bajo en -3.80 %, que significa pérdida de -2 531,32 ha; siguiendo la categoría 332 Arbustal (arbustos) (Ar) de 8 421,42 ha disminuyo a 6 471,97 ha, bajo en -2.93% que representa -1 949,45 ha pérdidas de esta cobertura; la categoría 334 Vegetación arbustiva/herbácea (Vah) disminuyo de 9 653,50 ha a 8 948,91 ha, bajo en -1,06%, lo que representa -704,59 ha de pérdida; y la categoría 512 Lagunas, lagos y ciénegas naturales permanentes (La) disminuyo de 101,81 ha a 100,37 ha, bajo en -0,002 % que significa -1,44 ha de pérdida de esta categoría. En términos de **ganancia de área**, la categoría 111 Tejido urbano continuo (Tu) creció de 37,57 ha a 41,34 ha, con un ligero incremento de 0,006% que en área es un pequeño incremento de 3,77 ha de expansiones urbanas; en la categoría Pastos (Pa) de 5 046,67 ha subió a 6 325,61 ha, se incrementó en 1.92% y en área representa un crecimiento de 1 278,94 ha; la categoría Áreas agrícolas heterogéneas (Aah) de 25 827,17 ha subió a 27 096,26 ha con incrementó en 1,91%, que en términos de área representa un crecimiento de 1 269,09 ha a nivel provincial. Los resultados encontrados en la provincia de San Pablo, tienen similitud, con los resultados del Estudio Análisis de los cambios de la cobertura y uso de la tierra de la región Cajamarca 2001-2013 (Alcántara, 2014, p.114-115); determinó que la categoría 331Herbazal disminuyo de 423 400,29 a 357 429,06 ha, bajando en -2% que en términos de área es una pérdida de -65 971,23 ha; en tanto que la categoría 332 Arbustal de 731 908,37 ha disminuyo a 503 197,34 ha, con pérdida de -6,94%, que en términos de área representa -228 711,03 ha, a nivel regional.

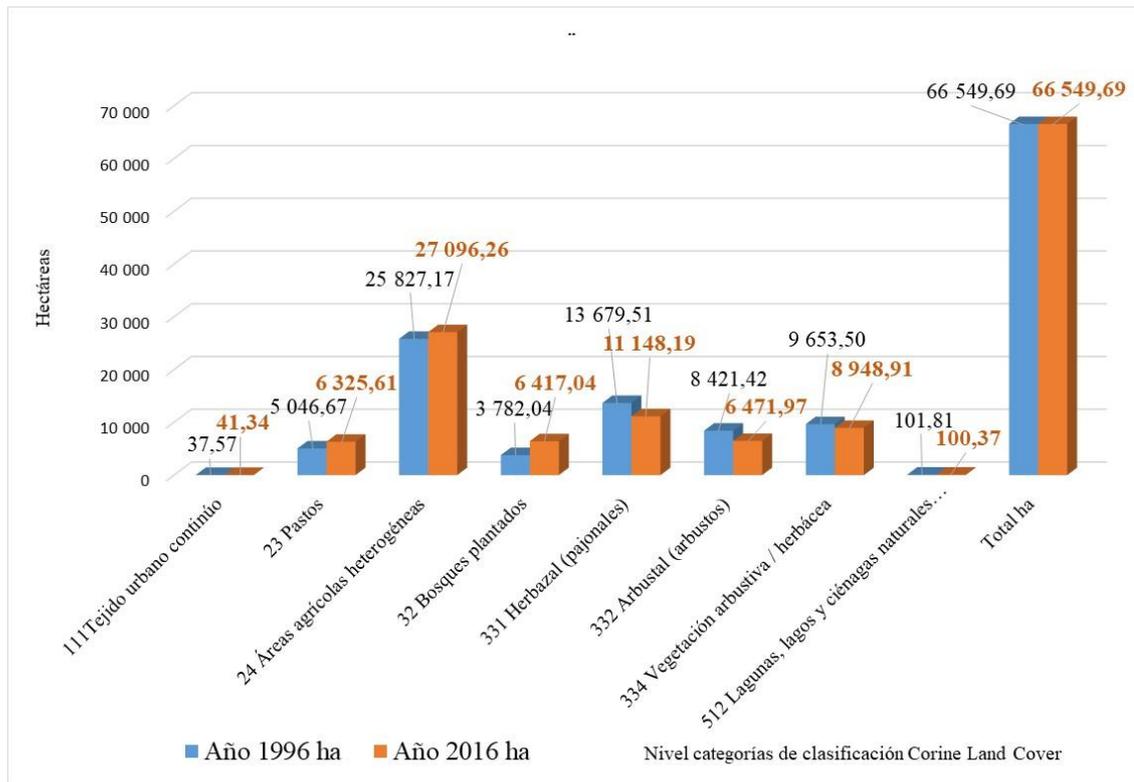


Figura 20. Perdida y ganancia de áreas nivel II y III CLC por variación de la cobertura y uso de la tierra 1996 – 2016

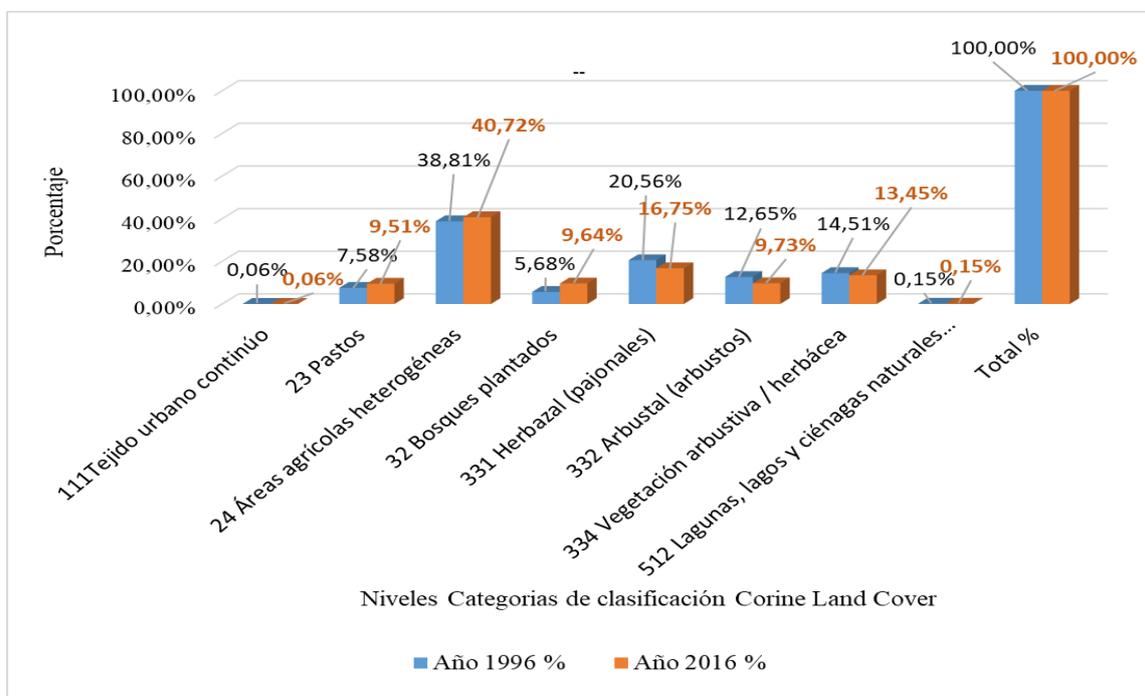


Figura 21. Variación porcentaje de área al nivel II y III CC de cada cobertura y uso de la tierra 1996–2016

4.3.3.3 Pérdida y ganancia de áreas por variación de cambios de cobertura y uso de la tierra al nivel I de la clasificación 1996-2016

Se determinó la variación de la cobertura y el uso de la tierra al nivel I de clasificación CLC entre 1996 - 2016, realizando la sumatoria de áreas de las categorías de nivel I, para cada año, a fin de establecer las comparaciones entre 1996 al 2016 (Tabla 14), encontrándose que la categoría Áreas agrícolas, con la categoría Bosques y áreas mayormente naturales al 2016 ocupan el 50,22 % y 49,57 % respectivamente del área del territorio de la provincia San Pablo.

Tabla 14. Pérdida y ganancia de áreas al nivel I CLC por variación de cambios de cobertura y uso de la tierra 1996-2016

Nivel I Código categorías	Año 1996		Año 2016		Cambio 1996 a 2016	
	Área ha	%	Área ha	%	Área ha	%
1 Áreas artificializadas	37,57	0,06	41,34	0,06	3,77	0,006
2 Áreas agrícolas	30 873,84	46,39	33 421,87	50,22	2 548,02	3,829
3 Bosques y Áreas mayormente naturales	35 536,47	53,40	32 986,12	49,57	-2 550,35	-3,832
5 Superficies de agua	101,81	0,15	100,37	0,15	-1,44	-0,002
Total	66 549,69	100,00	66 549,69	100,00	0,00	0,00

4.3.3.4 Análisis y discusión de la pérdida y ganancia de áreas por variación de cobertura y usos de la tierra al nivel I

Según Peña (2007, p. 171-174) en el estudio de sus tesis doctoral Efectos ecológicos de los cambios de cobertura y usos de del suelo en la cuenca Marina Baixa (Alicante), España entre 1956 al 2000; encontró que la categoría Herbáceo y arbustivo se incrementó de 268,95 km² (39,54%) a 269,94 km² (39,66%), la categoría bosque se incrementó de 122,73 km² (18,04%) a 202,86 km² (29,80%), los cultivos al secano disminuyó de 235,97 km² (34,69%) a 92,36 km² (13,57%), los cultivos con riego se incrementó de 47,79 km² (7,03%) a 62,30 km² (9,15%), la cobertura artificial se incrementó de 1,99 km² (0,29%) a 41,88 km² (6,15%), las aguas continentales se

incrementó de 1,89 km² (0,28%) a 3,08 km² (0,45%), los espacios abiertos se incrementó de 0,95 km² (0,14%) a 8,29 km² que representa el 1,22% del área total de la cuenca Marina Baixa de 680,71 km².

Similarmente en el presente estudio de las categorías de coberturas y uso de la tierra al nivel I de clasificación CLC para el periodo 1996 y 2016 (Tabla 14 y Figura 22), se encontró que la categoría 2 Áreas agrícolas se incrementó de 30 873,84 ha a 33 421,87 ha, con un crecimiento 3,83%, que significa 2 548,02 ha, alcanzando al 2016 las Áreas agrícolas la mayor ocupación del 50,22% del área provincial. La categoría 3 Bosques y Áreas mayormente naturales sufrió una disminución de área de 35 536,47 ha a 32 986,12 ha, bajo en -3,83%, lo que significa una pérdida de -2 550,35 ha, llegando a ocupar esta categoría al 2016 el segundo lugar con 49,57% del área provincial; la categoría 1 Áreas artificializadas ocupan 41,34 ha (0,06%), y la categoría 5 Superficies de agua ocupan 100,37 ha (0,15%), del área del territorio provincial al 2016.

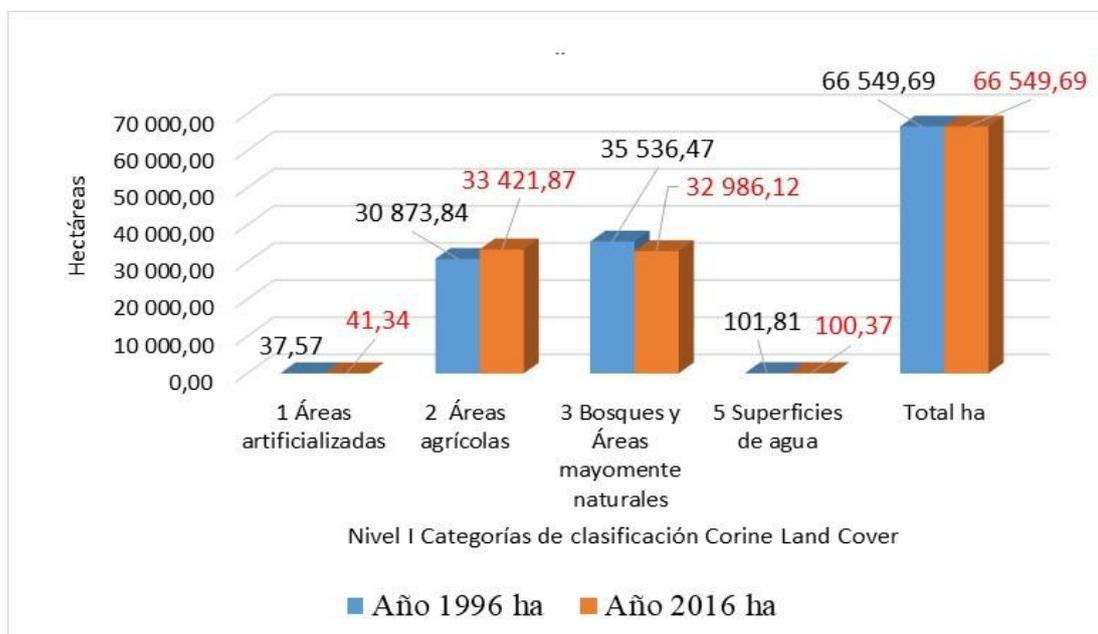


Figura 22. Perdida y ganancia de áreas de cada cobertura y uso de la tierra nivel I 1996-2016

4.3.4 Resultado del cambio y no cambio de las áreas de cobertura y uso de la tierra 1996 - 2016

4.3.4.1 Cambio y no cambio de la cobertura y uso de la tierra

Se encontró que entre el periodo 1996 - 2016 por las actividades antrópicas de las transformaciones se han sustituido las coberturas del año 1996, por otras categorías de coberturas. Determinando al año 2016 que sí ocurrió cambio de cobertura y uso de la tierra en una extensión de 9 794,87 ha; y una extensión de 56 754,82 ha no cambio de cobertura y uso de la tierra, en la provincia de San Pablo (Tabla 15, y Figura 23).

Tabla 15. Área de cambio y no cambio de la cobertura y uso de la tierra CLC periodo 1996-2016 provincia San Pablo.

Cambio y no cambio de CUT	Área (ha)	Porcentaje
Si Cambio de cobertura	9 794,87	14,72%
No cambio de cobertura	56 754,82	85,28%
Total área (ha)	66 549,69	100,00%

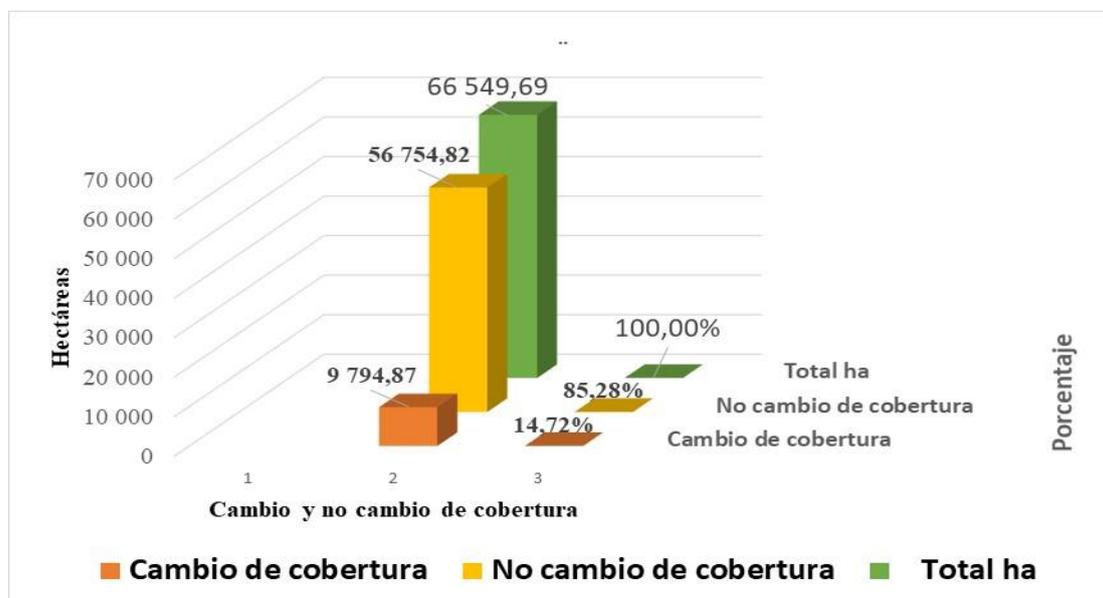


Figura 23. Cambio y no cambio de la cobertura y uso de la tierra 1996 -2016, en la provincia de San Pablo

4.3.4.2 Análisis y discusión del cambio y no cambio de la cobertura y uso de la tierra 1996-2016

Las imágenes satelitales de periodos temporales aportan información fundamental para determinar la dinámica de transición y sustitución de la cobertura (Agudelo y Cortes 2015, p. 1- 6); siendo los modelos tradicionales del uso de la tierra, las decisiones políticas, económica y sociales los pilares que condicionan los cambios (Peña 2007, p. 503-504). Según ello Kolb (2013. P. 15,5. 188-190) en la cuenca de Grijalva, Méjico en 83,553 km² en 1993-2007, encontró que el incremento de las áreas agrícolas y pastos son la causa de los CCUT, y ocasionan la deforestación en la cuenca. Similarmente usando imágenes satelitales se realizó el estudio Análisis de los cambios de la cobertura y uso de la tierra, en la región Cajamarca 2001 al 2013 (Alcántara 2014, p.119); encontrándose que en 599 236,15 ha (18,82%) cambio a otras coberturas y uso de la tierra, y una extensión de 2 696 027,69 ha que representa el 81,82 % permaneció sin cambios, de un total regional de 3 295 263,84 ha. Existiendo semejanza con el presente estudio de la provincia de San Pablo del periodo 1996 al 2016 (Tabla 15, Figura 23 y Mapa de cambio y no cambio Apéndice 19), donde se encontró que en una extensión de 9 794,87 ha, si cambio de cobertura y uso de la tierra por haber sido sustituida totalmente la cobertura por otra, lo que representa el 14,72%, y una extensión de 56 754,82 ha, que representa el 85,28% permanece sin cambio de cobertura y uso de la tierra, de un total de 66 549,69 ha de extensión del territorio de la provincia de San Pablo.

Determinándose que entre 1996 al 2016 en el área de estudio ocurrió una serie de cambios de cobertura y uso de la tierra, siendo esta dinámica de cambios influenciado por los factores socioeconómicos ocasionado por las diversas actividades humanas; sin embargo, se observa una tendencia lenta del cambio de la cobertura en 20 años en el territorio de la provincia de San Pablo.

4.3.4.3 Áreas de cambio de cobertura y uso de la tierra entre 1996 – 2016

En el área de cambio de la cobertura y uso de la tierra periodo 1996 – 2016, se encontró cambios de transformación en seis categorías de cobertura donde ocurrieron 15 tipos de cambios de cobertura y usos de la tierra, en las 9 794,87 ha en las que cambio la cobertura, estos resultados se indican en la Tabla 16.

Tabla 16. Área de cambio de la cobertura y uso de la tierra CLC prov San Pablo 1996 – 2016

N° camb	Cambio código	Cambio de cobertura y uso de la tierra 1996-2016			Área Ha	Tasa cambio	
		Simbología	CUT 1996	CUT 2016		% (cambio)	% (total)
1	332 – 24	Ar - Aah	Arbustal (arbustos)	Áreas agrícolas heterogéneas	1 723,75	17,60	2,590
2	332 – 32	Ar - Bp	Arbustal	Bosques plantados	202,77	2,07	0,305
3	332 – 23	Ar - Pa	Arbustal	Pastos	22,78	0,23	0,034
4	332 – 111	Ar - Tu	Arbustal	Tejido urbano continuo	0,16	0,00	0,000
5	24 – 32	Aah - Bp	Áreas agrícolas heterogéneas	Bosques plantados	736,36	7,52	1,106
6	24 – 23	Aah - Pa	Áreas agrícolas heterogéneas	Pastos	2 442,05	24,93	3,670
7	24 – 111	Aah - Tu	Áreas agrícolas heterogéneas	Tejido urbano continuo	3,61	0,04	0,005
8	331 – 24	He - Aah	Herbazal (pajonales)	Áreas agrícolas heterogéneas	711,60	7,26	1,069
9	331 – 32	He - Bp	Herbazal	Bosques plantados	1 582,98	16,16	2,379
10	331 – 512	He - La	Herbazal	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	0,27	0,003	0,0004
11	331 – 23	He - Pa	Herbazal	Pastos	238,18	2,43	0,358
12	512 – 331	La . He	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	Herbazal (pajonales)	1,71	0,02	0,003
13	23 – 24	Pa - Aah	Pastos	Áreas agrícolas heterogéneas	1 311,18	13,39	1,970
14	23 – 32	Pa - Bp	Pastos	Bosques plantados	112,89	1,15	0,170
15	334 – 24	Vah - Aah	Vegetación arbustiva / herbácea	Áreas agrícolas heterogéneas	704,59	7,19	1,059
Cambio (ha)					9 794,87	100,00	14,72
16		Nc	No cambio (ha)		56 754,82		85,28
TOTAL (ha)					66 549,69		100,00

4.3.4.4 Análisis y discusión de resultado de las áreas de cambio de cobertura y uso de la tierra 1996 – 2016

Según Peña (2007, p. 256-267) en el estudio de su tesis doctoral Efectos ecológicos de los cambios de cobertura y usos del suelo en la cuenca Marina Baixa (Alicante), España; encontró que en 44 años entre 1956 al 2000, los cambios expresados en usos de la tierra, alcanzo un cambio fuerte del orden de 50%, con una variación radical en la composición y aprovechamiento del territorio. En el estudio Evaluación de los cambios de cobertura en bosque seco en Piura, en 15 años entre 1986 al 2001; se encontró que la cobertura presenta 23% de tendencia a disminuir (Zaragastúa 2011, p.13-15). En el presente estudio de la provincia de San Pablo en un periodo de 20 años entre 1996 – 2016, alcanzo a 14,72% de cambio de cobertura vegetal a nivel provincial; donde los mayores cambios ocurrieron en el reemplazo de las categorías de la cobertura arbustal (Ar) y cobertura herbazal (He).

Determinándose que en la provincia de San Pablo, entre 1996 al 2016, por la dinámica del manejo del territorio mediante las diferentes actividades humanas del uso de los recursos naturales se ocasiono la transformación de sustitución por otra cobertura y otro uso de la tierra en 6 categorías, generando 15 tipos de transformación de cambios de coberturas en el ámbito del territorio provincial de San Pablo (Tabla 16, y Mapa de áreas de cambio Apéndice 20).

Encontrándose los siguientes cambios de cobertura en las seis categorías que cambiaron: En la categoría de cobertura Arbustal (Ar), se presentó 4 cambios, siendo el más importante el cambio a Áreas agrícolas heterogéneas (Aah) en una extensión de 1 723,75 ha, que representa el 17,60% respecto al área de cambio y 2,59% respecto al área provincial; segundo lugar el cambio a Bosques plantados (Bp) en un área de 202,77 ha que representa el 2,07% respecto al área de cambio y 0,305% respecto al

área provincial; tercero el cambio a la categoría Pastos (Pa) en 22,78 ha; y cuarto a Tejido urbano continuo (Tu) en 0,16 ha.

En la categoría de Áreas agrícolas heterogéneas (Aah) se presentó tres cambios, el principal cambio fue a la categoría Pastos (Pa) en 2 442,05 ha que representa el 24,93% en relación al área de cambio y 3,67% en relación al área provincial; en segundo lugar el cambio a Bosques plantados (Bp) en 736,36 ha, que representa 7,52% en relación al área de cambio y 1,11% en relación al área provincial; y tercero cambio a Tejido urbano continuo (Tu) en 3,61 ha que representa el 0,04%, y 0,005% respecto del área de cambio provincial.

En la Categoría Herbazal (He) se presentó 4 cambios, el principal cambio ocurrido fue a Bosques plantados (Bp) en 1 582,98 ha que representa 16,16% respecto del área de cambio y 2,38% respecto del área total provincial; en segundo lugar el cambio a Áreas agrícolas heterogéneas (Aah) en 711,60 ha que representa 7,26% respecto del área de cambio y 1,07% respecto del área provincial; en tercer lugar el cambio a Pastos (Pa) en 238,18 ha que representa el 2,43% respecto del área de cambio y el 0,36% respecto del área provincial; y a Lagunas (La) en 0,27 ha.

En la categoría de Lagos, Lagunas y Ciénegas naturales permanentes (La) fue el único cambio a Herbazal (He) en 1,71 ha, que representa el 0,02% respecto del cambio y 0,003% respecto del área de cambio provincial.

En la categoría de Pastos (Pa) se presentó dos cambios, el cambio de Pastos (Pa) a Áreas agrícolas heterogéneas (Aah) en 1 311,18 ha, que representa el 13,39% del área de cambio y el 1,97% respecto del área provincial; y el cambio a Bosques plantados (Bp) en 112,89 ha, que representa el 1,15% respecto del área de cambio y el 0,17% respecto del área de cambio provincial.

En la categoría Vegetación arbustiva/herbácea (Vah), se presentó un solo cambio a Áreas agrícolas heterogéneas (Aah) en 704,59 ha, que representa el 7,19% respecto del área de cambio y 1,06% respecto del área de cambio provincial de San Pablo.

4.3.4.5 Tendencia de evolución de los cambios de cobertura 1996 - 2016

Los cambios son impulsados por las actividades humanas con tendencia a incrementar áreas en tres categorías de coberturas (Tabla 17 y Figura 24); en primer lugar se incrementan las Áreas agrícolas heterogéneas con 4 451,11 ha, que reúnen a más de tres clases de coberturas conformado por unidades de áreas agrícolas de cultivos de campaña corta (cebada, trigo, maíz, papa, arveja, pastos naturales) y perennes (caña, frutales), áreas de agro forestaría, pequeñas áreas naturales, cercos con árboles aislados y arbustos; dispuestos en mosaicos con predios de diverso tamaño; en segundo lugar los Pastos instalados con 2 703,01 ha (Rye grass), destinados a la producción de ganado lechero; y en tercer lugar de tendencia al cambio creciente por la categoría de Bosques plantados con 2 635,00 ha sobresaliendo las plantaciones forestales de pino, seguido por eucalipto.

Tabla 17 Tendencia del crecimiento de los cambios de cobertura y uso de la tierra

Tendencia de cambios de transformación CUT	Área (ha)
1° Cambio a Áreas agrícolas heterogéneas	4 451,11
2° Cambio a Áreas de Pastos	2 703,01
3° Cambio a Áreas de Bosques plantados	2 635,00
4° Cambio a Áreas de Tejido urbano	3,77
5° Cambio a Áreas de Herbazal	1,71
6° Cambio a Áreas de Lagunas	0,27
Total ha	9 794,87



Figura 24. Tendencia de cambios de cobertura y uso de la tierra de 1996 a 2016

4.4. Resultados y Análisis de los impactos ambientales de los cambios de la cobertura y uso de la tierra 1996-2016 en la provincia de San Pablo

4.4.1 Resultados de la identificación de impactos ambientales

En las 15 categorías de cambios de cobertura y uso de la tierra que ocurrió entre el año 1996 al 2016, en 9 794,87 ha, de la provincia de San Pablo, vienen ocasionando impactos sobre los tres factores ambientales: Agua superficial, El Paisaje, y la Cobertura vegetal; mediante el presente estudio se identificó un total de 45 impactos ambientales de los cuales 35 son impactos de carácter negativo y 10 impactos de carácter positivo (Tabla 18).

Tabla 18 Matriz de Identificación de impactos ambientales por los CCUT en la provincia de San Pablo 1996 – 2016

N°	Cambio de código	Cambios de cobertura y uso de la tierra ocurrido en la provincia de San Pablo		Área de cambio		Componentes y factores ambientales		
						Medio Físico		Medio biótico
						Agua	Paisaje	Flora
Camb	Del - Al	CUT 1996	CUT 2016	Área (ha)	Porcentaje (%)	Agua superficial	Paisaje	Cobertura vegetal
1	332 - 24	Arbustal (arbustos)	Áreas agrícolas heterogéneas	1 723,75	17,60	-	-	-
2	332 - 32	Arbustal	Bosques plantados	202,77	2,07	-	-	-
3	332 - 23	Arbustal	Pastos	22,78	0,23	-	-	-
4	332 - 111	Arbustal	Tejido urbano continuo	0,16	0,002	-	-	-
5	24 - 32	Áreas agrícolas heterogéneas	Bosques plantados	736,36	7,52	-	.+	.+
6	24 - 23	Áreas agrícolas heterogéneas	Pastos	2 442,05	24,93	.+	.+	-
7	24 - 111	Áreas agrícolas heterogéneas	Tejido urbano continuo	3,61	0,04	-	-	-
8	331 - 24	Herbazal (pajonales)	Áreas agrícolas heterogéneas	711,60	7,26	-	-	-
9	331 - 32	Herbazal	Bosques plantados	1 582,98	16,16	-	-	-
10	331 - 512	Herbazal	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	0,27	0,003	.+	.+	-
11	331 - 23	Herbazal	Pastos	238,18	2,43	-	-	-
12	512 - 331	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	Herbazal (pajonales)	1,71	0,02	-	-	.+
13	23 - 24	Pastos	Áreas agrícolas heterogéneas	1 311,18	13,39	-	-	.+
14	23 - 32	Pastos	Bosques plantados	112,89	1,15	-	.+	.+
15	334 - 24	Vegetación arbustiva / herbácea	Áreas agrícolas heterogéneas	704,59	7,19	-	-	-
Total				9 794,87	100,00			

Identificación de impactos ambientales		
Representación	Impacto	Signo
	Adverso	-
	Beneficioso	.+

4.4.2 Análisis y discusión de la identificación de impactos ambientales

La cobertura y uso de la tierra sustituida por el manejo antrópico por otras coberturas, afecta a los factores ambientales del medio físico, como el agua superficial alterando la escorrentía superficial o la disminución en el sub suelo; al paisaje natural en la heterogeneidad de los sistemas ecológicos; y afecta al medio biótico como la flora en la cobertura vegetal (Peña, 2007, p. 13 -19). Para Leopold (1970), citado por Celecep (2009, p.182, 190, 199), en la identificación de impactos ambientales uso una matriz de dos entradas, colocando a los factores ambientales a ser alterados en las columnas y en las filas las actividades alteradoras que afectan a los factores ambientales. Utilizando esta matriz en el estudio del impacto ambiental definitivo para la ejecución y operación de la estación hidroeléctrica rural El Inga en Ecuador; se encontró 97 impactos ambientales de los cuales 68 impactos fueron de carácter negativos y 29 impactos de carácter positivos.

Similarmente en el presente estudio de la provincia de San Pablo se evaluó 9 794,87 ha donde ocurrió cambio de cobertura y uso de la tierra, utilizando la matriz de Leopold, adaptada para la identificación del carácter de los impactos ambientales, colocando en las columnas los tres componentes o factores ambientales a ser alterados: Factor Agua Superficial, factor Paisaje, factor Cobertura Vegetal; y en las filas se colocó las 15 categorías de los cambios de cobertura y uso de la tierra que han ocurrido al 2016, por la sustitución de las coberturas del año 1996. Analizando en forma cualitativa la acción de causa-efecto de cambio sobre cada factor ambiental mediante la pregunta que se hace para todos los cambios: ¿El cambio de cobertura de Arbustal (1996) a Áreas agrícolas heterogéneas (2016) afecta al factor Agua superficial en forma (-) o (+)? La respuesta permite evaluar una mejora o un deterioro de la cobertura actual en relación al estado inicial sobre la afectación de cada uno de

los tres factores ambientales: Agua superficial, Paisaje, y Cobertura vegetal. Encontrándose que en cada cambio de cobertura ocasiona una acción causa - efecto, sobre cada factor ambiental, determinándose que existe una interacción en todos los cambios de cobertura; esta acción de **interacción** constituye el **impacto ambiental**. Paralelo a la identificación de los impactos, se definió el **carácter** del impacto; evaluando si el cambio de cobertura ha **ocasionado en los tres factores Agua superficial, Paisaje, y Cobertura vegetal, un deterioro o una mejora, en relación con su estado inicial**; determinando si **es adverso es negativo (-)** y si **es beneficioso es positivo (+)**. Identificando de esta forma en el estudio un total de 45 impactos ambientales negativos y positivos (Tabla 18), de los cuales 35 son de carácter negativo y 10 de carácter positivo. En el análisis por factores se encontró que para el factor Agua superficial se ocasiona 13 impactos negativos y 2 impactos positivos, en el Paisaje 11 impactos negativos y 4 impactos positivos, y en el factor Cobertura vegetal se encontró 11 impactos negativos y 4 impactos positivos (Figura 25 y 26). Se han determinado los mapas temáticos de identificación de impactos ambientales de las áreas afectadas de los CCUT en el territorio de la provincia de San Pablo por factores ambientales: Para el factor Agua superficial (Mapa Apéndice 21), factor Paisaje (Mapa Apéndice 22), y factor Cobertura vegetal (Mapa Apéndice 23).

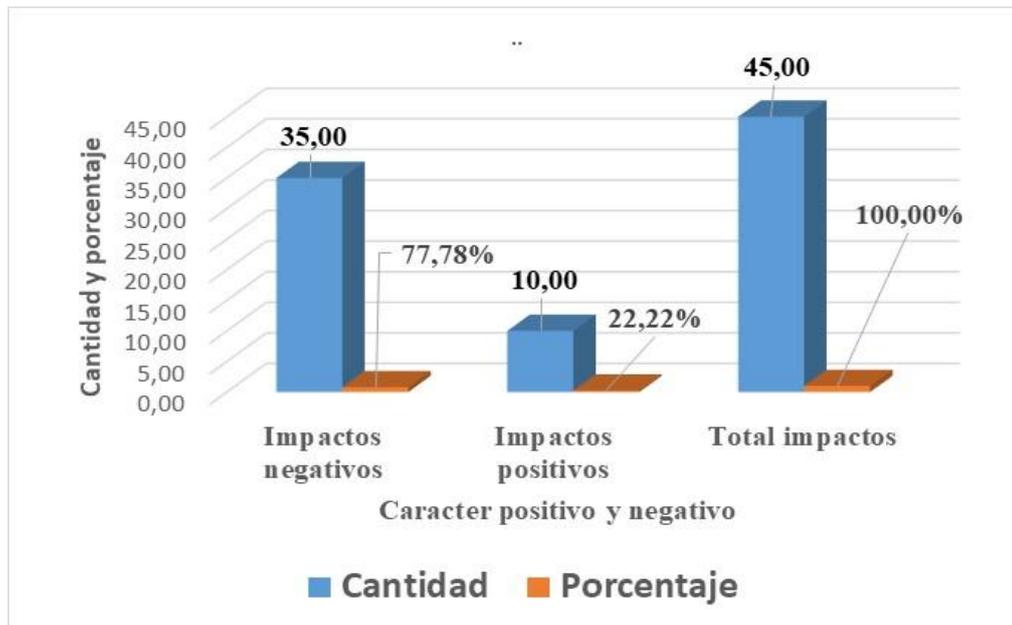


Figura 25. Total de impactos ambientales identificados por carácter negativo y positivo

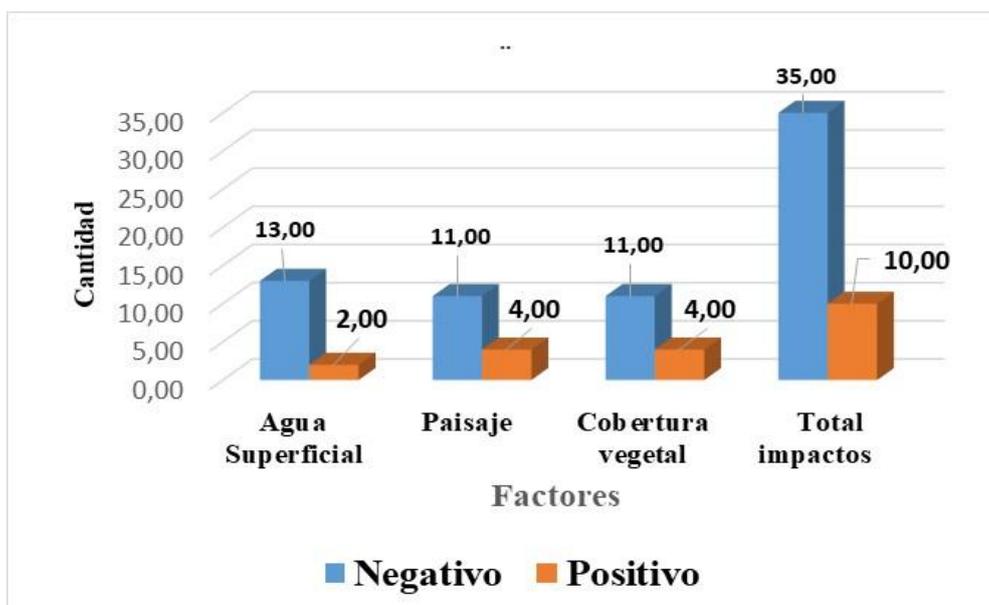


Figura 26. Total de impactos negativos y positivos por factor ambiental

4.4.3 Resultados de la valoración de impactos ambientales

Después de la identificación de impactos ambientales en la provincia de San Pablo por los cambios de las coberturas y uso de la tierra al 2016, sobre los factores ambientales: Agua superficial, el paisaje y la cobertura vegetal; se procedió a la valoración de cada uno de los impactos ambientales identificados.

Según Buroz (1994), mencionado por CELECEP (2009, p. 183-185), la valoración de los impactos ambientales identificados se realiza mediante los Criterios Relevantes Integrados (CRI), a través de la valoración de cinco criterios: La Intensidad (I), Extensión (E), Duración (D), Reversibilidad (R), e Incidencia (G). Similarmente en el presente estudio de la provincia de San Pablo, se realizó la valoración usando este criterio, mediante el uso de estas cinco variables, para cada uno de los impactos identificados en las áreas de cambio de la cobertura y uso de la tierra. Seguidamente con las tres primeras variables valoradas Intensidad (I), Extensión (E), y Duración (D), se calcula el indicador denominado Magnitud ambiental (Ma), continuando el proceso se calculó el indicador Valor del Índice Ambiental (VIA), utilizando la valoración de las variables Reversibilidad (R), e Incidencia (G), y el cálculo del indicador de la Magnitud Ambiental (Ma). Seguidamente se calculó el indicador Severidad ambiental que determina la afectación final del impacto, finalmente con estos valores de la severidad de cada impacto se clasifican en niveles de grado de Severidad ambiental. Este proceso de cálculo se realizó y se detalla en cada uno de los ítems siguientes del análisis de los resultados

4.4.3.1 Análisis y discusión de resultados de la valoración de la Intensidad de impactos ambientales por los CCUT 1996 -2016

Se realizó la valoración del criterio Intensidad (I) del impacto ambiental según el criterio de Buroz (1994, p.183) teniendo en cuenta la escala de valores que va de Alto (7 a 9), Medio (4 a 6), Bajo (1 a 3), para cada interacción y con cada uno de los tres factores: El Agua superficial, Paisaje y Cobertura vegetal (Tabla 19). En los resultados obtenidos para la afectación en el factor agua superficial el valor más alto (9) se da en la acción alteradora por el cambio de la categoría Arbustal a tejido urbano continuo, y el cambio de áreas agrícolas heterogéneas a tejido urbano, seguido por

valor (7) para los cambios de arbustal a áreas agrícolas heterogéneas, de herbazal a áreas agrícolas heterogéneas y el cambio de vegetación arbustiva/herbácea a áreas agrícolas heterogéneas. En el factor paisaje se obtuvo el valor más alto (6) por el cambio de áreas agrícolas heterogéneas a tejido urbano, y en el factor cobertura vegetal el valor más alto (8) es para el cambio de arbustal a áreas agrícolas heterogéneas y de arbustal a tejido urbano continuo.

Tabla 19. Matriz de Intensidad de impactos ambientales por lo CCUT 1996 -2016

N°	Cambio de código	Cambios de cobertura y uso de la tierra ocurrido en la provincia de San Pablo		Área de cambio		Componentes y factores ambientales		
						Medio Físico		Medio biótico
						Agua	Paisaje	Flora
Camb	Del - Al	CUT 1996	CUT 2016	Área ha	%	Agua superficial	Paisaje	Cobertura vegetal
1	332 - 24	Arbustal (arbustos)	Áreas agrícolas heterogéneas	1 723,75	17,60	7	5	8
2	332 - 32	Arbustal	Bosques plantados	202,77	2,07	6	5	6
3	332 - 23	Arbustal	Pastos	22,78	0,23	6	5	6
4	332 - 111	Arbustal	Tejido urbano continuo	0,16	0,002	9	5	8
5	24 - 32	Áreas agrícolas heterogéneas	Bosques plantados	736,36	7,52	4	5	5
6	24 - 23	Áreas agrícolas heterogéneas	Pastos	2 442,05	24,93	4	3	4
7	24 - 111	Áreas agrícolas heterogéneas	Tejido urbano continuo	3,61	0,04	9	6	7
8	331 - 24	Herbazal (pajonales)	Áreas agrícolas heterogéneas	711,60	7,26	7	4	4
9	331 - 32	Herbazal	Bosques plantados	1 582,98	16,16	4	4	5
10	331 - 512	Herbazal	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	0,27	0,003	3	3	3
11	331 - 23	Herbazal	Pastos	238,18	2,43	2	2	1
12	512 - 331	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	Herbazal (pajonales)	1,71	0,02	5	4	4
13	23 - 24	Pastos	Áreas agrícolas heterogéneas	1 311,18	13,39	4	4	3
14	23 - 32	Pastos	Bosques plantados	112,89	1,15	4	5	3
15	334 - 24	Vegetación arbustiva / herbácea	Áreas agrícolas heterogéneas	704,59	7,19	7	4	7
Total				9 794,87	100,00			

Escala de la intensidad

Intensidad (I)	Valor
Alto	7 a 9
Medio	4 a 6
Bajo	1 a 3

4.4.3.2 Análisis y discusión del resultado de la valoración de la Extensión de impactos ambientales por lo CCUT 1996 -2016

La valoración del Criterio Extensión (E) del impacto ambiental se realizó según los criterios de Buroz (1994, p. 183), con la escala de valores que va de Regional (10), Local (5), Puntual (2), para cada uno de los impactos identificados (Tabla 20). Se obtiene el mayor valor de afectación de (5) para los factores ambientales en Agua superficial, Paisaje, y Cobertura vegetal, por el cambio de Arbustal (arbustos) a Áreas agrícolas heterogéneas, el cambio de Áreas agrícolas heterogéneas a bosques plantados, el cambio de Áreas agrícolas heterogéneas a pastos, los cambios de herbazal a áreas agrícolas heterogéneas y a pastos; y por el cambio de vegetación arbustiva/herbácea a áreas agrícolas heterogéneas,

4.4.3.3 Análisis y discusión del resultado de la valoración de la Duración de impactos ambientales por lo CCUT 1996 -2016

El tercer criterio de valoración de la Duración (D) de impactos se realizó utilizando los criterios de Buroz (1994, p.183), analiza que el factor afectado podría retardar un tiempo para recuperarse con algunas medidas correctivas, con la escala de criterio Largo (10) mayor de 10 años para recuperarse, Mediano (5) de 5 a 10 años, y Corto (2) de 0 a 5 años. La valoración se realiza para todos los impactos identificados, por la acción de los cambios de cobertura en los tres factores ambientales (Tabla 21). Los resultados de mayor afectación alcanzan a (10), para el factor agua superficial en la acción de los cambios de arbustal a áreas agrícolas heterogéneas, a pastos, y a tejido urbano continuo; y en el cambio de vegetación arbustiva/ herbácea a áreas agrícolas heterogéneas. Igualmente alcanza un valor (10) para el factor cobertura vegetal por el cambio de arbustal a tejido urbano continuo y de áreas agrícolas heterogéneas a tejido urbano continuo.

Tabla 20. Matriz de Extensión de impactos ambientales por los CCUT 1996 -2106

N°	Cambio de código	Cambios de cobertura y uso de la tierra ocurrido en la provincia de San Pablo		Área de cambio		Componentes y factores ambientales		
						Medio Físico		Medio biótico
						Agua superficial	Paisaje	Flora
Camb	Del - Al	CUT 1996	CUT 2016	Área ha	%	Agua superficial	Paisaje	Cobertura vegetal
1	332 - 24	Arbustal (arbustos)	Áreas agrícolas heterogéneas	1 723,75	17,60	5	5	5
2	332 - 32	Arbustal	Bosques plantados	202,77	2,07	5	5	2
3	332 - 23	Arbustal	Pastos Tejido	22,78	0,23	2	2	2
4	332 - 111	Arbustal	urbano continuo	0,16	0,002	2	2	2
5	24 - 32	Áreas agrícolas heterogéneas	Bosques plantados	736,36	7,52	5	5	5
6	24 - 23	Áreas agrícolas heterogéneas	Pastos	2 442,05	24,93	5	5	5
7	24 - 111	Áreas agrícolas heterogéneas	Tejido urbano continuo	3,61	0,04	2	2	2
8	331 - 24	Herbazal (pajonales)	Áreas agrícolas heterogéneas	711,60	7,26	5	5	5
9	331 - 32	Herbazal	Bosques plantados	1 582,98	16,16	5	5	2
10	331 - 512	Herbazal	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	0,27	0,003	2	2	2
11	331 - 23	Herbazal	Pastos	238,18	2,43	5	5	5
12	512 - 331	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	Herbazal (pajonales)	1,71	0,02	2	2	2
13	23 - 24	Pastos	Áreas agrícolas heterogéneas	1 311,18	13,39	5	5	2
14	23 - 32	Pastos	Bosques plantados	112,89	1,15	2	2	2
15	334 - 24	Vegetación arbustiva / herbácea	Áreas agrícolas heterogéneas	704,59	7,19	5	5	5
Total				9 794,87	100,00			
						Escala de la extensión		
						Extensión (E)	Valor	
						Regional	10	
						Local	5	
						Puntual	2	

Tabla 21. Matriz de Duración de impactos ambientales por los CCUT 1996 -2016

N°	Cambio de código	Cambios de cobertura y uso de la tierra ocurrido en la provincia de San Pablo		Área de cambio		Componentes y factores ambientales		
						Medio Físico		Medio biótico
						Agua	Paisaje	Flora
						Agua superficial	Paisaje	Cobertura vegetal
Camb	Del - Al	CUT 1996	CUT 2016	Área ha	%	Agua superficial	Paisaje	Cobertura vegetal
1	332 - 24	Arbustal (arbustos)	Áreas agrícolas heterogéneas	1 723,75	17,60	10	5	5
2	332 - 32	Arbustal	Bosques plantados	202,77	2,07	5	5	5
3	332 - 23	Arbustal	Pastos	22,78	0,23	10	5	5
4	332 - 111	Arbustal	Tejido urbano continuo	0,16	0,002	10	5	10
5	24 - 32	Áreas agrícolas heterogéneas	Bosques plantados	736,36	7,52	5	2	2
6	24 - 23	Áreas agrícolas heterogéneas	Pastos	2 442,05	24,93	5	2	2
7	24 - 111	Áreas agrícolas heterogéneas	Tejido urbano continuo	3,61	0,04	10	5	10
8	331 - 24	Herbazal (pajonales)	Áreas agrícolas heterogéneas	711,60	7,26	5	5	5
9	331 - 32	Herbazal	Bosques plantados	1 582,98	16,16	5	5	5
10	331 - 512	Herbazal	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	0,27	0,003	5	2	5
11	331 - 23	Herbazal	Pastos	238,18	2,43	2	2	2
12	512 - 331	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	Herbazal (pajonales)	1,71	0,02	5	5	5
13	23 - 24	Pastos	Áreas agrícolas heterogéneas	1 311,18	13,39	5	5	5
14	23 - 32	Pastos	Bosques plantados	112,89	1,15	2	2	2
15	334 - 24	Vegetación arbustiva / herbácea	Áreas agrícolas heterogéneas	704,59	7,19	10	5	5
Total				9 794,87	100,00			

Escala de la Duración		
Duración (D)	Valor	Años
Largo	10	> 10
Medio	5	5 a 10
Corto	2	0 a 5

4.4.3.4 Análisis y discusión del resultado del cálculo de la Magnitud del impacto ambiental

Según Buroz (1994), mencionado por Celecp (2009, p. 184), la Magnitud del impacto ambiental constituye el efecto de la acción conjunta de las alteraciones de la Intensidad, Extensión, y Duración. El análisis resulta de la sumatoria acumulada de los respectivos valores calculados de las tres variables Intensidad (I), Extensión (E), Duración (D), y donde cada variable se multiplica por el valor del peso ponderado asignado, multiplicándose la (I) por (WI: 0,40), la (E) por (WE: 0,40 y la (D) por (WD: 0,20). Mediante la siguiente fórmula de la Magnitud: $Ma: (I * WI) + (E * WE) + (D * WD)$.

El resultado del cálculo de la magnitud en el presente estudio de los impactos por los cambios de cobertura se indica en la matriz (Tabla 22). Se ha obtenido para el factor agua superficial resultados de efectos moderados de magnitud del impacto de (6,80), por los cambios de cobertura de Arbustal (arbustos) a áreas agrícolas heterogéneas, y en el cambio de vegetación arbustiva/herbácea a áreas agrícolas heterogéneas; y el valor de (6,40) por el cambio de categoría de arbustal a tejido urbano continuo.

4.4.3.5 Análisis y discusión del resultado de la valoración de la Reversibilidad de impactos ambientales

La valoración de la variable Reversibilidad es la posibilidad de retornar a un sistema de equilibrio similar al anterior en un tiempo determinado Buroz (1994), manifestado por Celecp (2009, p. 185). El resultado del estudio en la presente valoración utilizando estos criterios, se ha obtenido el mayor valor (10) para el factor Agua superficial, para dos cambios el de categoría de Arbustal a Tejido urbano continuo, y en el cambio de Áreas agrícolas heterogéneas a Tejido urbano continuo; y el valor (9) para el cambio de categoría de Arbustal a áreas agrícolas heterogéneas (Tabla 23).

Tabla 22. Matriz de cálculo de la Magnitud de impactos ambientales por los CCUT 1996 -2016

N°	Cambio de código	Cambios de cobertura y uso de la tierra ocurrido en la provincia de San Pablo		Área de cambio		Componentes y factores ambientales		
						Medio Físico		Medio biótico
						Agua	Paisaje	Flora
Camb	Del - Al	CUT 1996	CUT 2016	Área ha	%	Agua superficial	Paisaje	Cobertura vegetal
1	332 - 24	Arbustal (arbustos)	Áreas agrícolas heterogéneas	1 723,75	17,60	6,80	5,00	6,20
2	332 - 32	Arbustal	Bosques plantados	202,77	2,07	5,40	5,00	4,20
3	332 - 23	Arbustal	Pastos	22,78	0,23	5,20	3,80	4,20
4	332 - 111	Arbustal	Tejido urbano continuo	0,16	0,002	6,40	3,80	6,00
5	24 - 32	Áreas agrícolas heterogéneas	Bosques plantados	736,36	7,52	4,60	4,40	4,40
6	24 - 23	Áreas agrícolas heterogéneas	Pastos	2 442,05	24,93	4,60	3,60	4,00
7	24 - 111	Áreas agrícolas heterogéneas	Tejido urbano continuo	3,61	0,04	6,40	4,20	5,60
8	331 - 24	Herbazal (pajonales)	Áreas agrícolas heterogéneas	711,60	7,26	5,80	4,60	4,60
9	331 - 32	Herbazal	Bosques plantados	1 582,98	16,16	4,60	4,60	3,80
10	331 - 512	Herbazal	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	0,27	0,003	3,00	2,40	3,00
11	331 - 23	Herbazal	Pastos	238,18	2,43	3,20	3,20	2,80
12	512 - 331	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	Herbazal (pajonales)	1,71	0,02	3,80	3,40	3,40
13	23 - 24	Pastos	Áreas agrícolas heterogéneas	1 311,18	13,39	4,60	4,60	3,00
14	23 - 32	Pastos	Bosques plantados	112,89	1,15	2,80	3,20	2,40
15	334 - 24	Vegetación arbustiva / herbácea	Áreas agrícolas heterogéneas	704,59	7,19	6,80	4,60	5,80
Total				9 794,87	100,00			

Fórmula de la Magnitud:

$$Ma : (I * WI) + (E * WE) + (D * WD)$$

Ma: Valor calculado de la Magnitud del impacto ambiental

I: Valor del criterio de Intensidad del impacto

D: Valor del criterio de Duración del impacto

E: Valor del criterio de Extensión del impacto

Pesos:	Valor
WI: Peso del criterio de Intensidad	0,40
WE: Peso del criterio de Extensión	0,40
WD: Peso del criterio de Duración	0,20
Total	1,00

Tabla 23. Matriz de Reversibilidad de impactos ambientales por los CCUT 1996 - 2016

Nº	Cambio de código	Cambios de cobertura y uso de la tierra ocurrido en la provincia de San Pablo		Área de cambio		Componentes y factores ambientales		
						Medio Físico		Medio biótico
						Agua	Paisaje	Flora
Camb	Del - Al	CUT 1996	CUT 2016	Área ha	%	Agua superficial	Paisaje	Cobertura vegetal
1	332 - 24	Arbustal (arbustos)	Áreas agrícolas heterogéneas	1 723,75	17,60	9	5	5
2	332 - 32	Arbustal	Bosques plantados	202,77	2,07	5	2	2
3	332 - 23	Arbustal	Pastos	22,78	0,23	5	2	2
4	332 - 111	Arbustal	Tejido urbano continuo	0,16	0,002	10	5	5
5	24 - 32	Áreas agrícolas heterogéneas	Bosques plantados	736,36	7,52	2	2	2
6	24 - 23	Áreas agrícolas heterogéneas	Pastos	2 442,05	24,93	2	2	2
7	24 - 111	Áreas agrícolas heterogéneas	Tejido urbano continuo	3,61	0,04	10	5	5
8	331 - 24	Herbazal (pajonales)	Áreas agrícolas heterogéneas	711,60	7,26	5	5	2
9	331 - 32	Herbazal	Bosques plantados	1 582,98	16,16	2	2	2
10	331 - 512	Herbazal	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	0,27	0,003	2	2	2
11	331 - 23	Herbazal	Pastos	238,18	2,43	2	2	2
12	512 - 331	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	Herbazal (pajonales)	1,71	0,02	2	2	2
13	23 - 24	Pastos	Áreas agrícolas heterogéneas	1 311,18	13,39	2	2	2
14	23 - 32	Pastos	Bosques plantados	112,89	1,15	2	2	2
15	334 - 24	Vegetación arbustiva / herbácea	Áreas agrícolas heterogéneas	704,59	7,19	2	2	2
Total				9 794,87	100,00			
Escala de la Reversibilidad								
Criterio de reversibilidad (R): El sistema puede retornar a una situación de equilibrio similar, o equivalente							Valor	
Baja o irre recuperable							10	
Irreversible							Largo plazo: El impacto recuperable a muy largo plazo (+ de 30 años), y de elevado costo	
							9	
Parcialmente reversible							Media: Impacto reversible a largo plazo	
							5	
Reversible							Alto: Impacto reversible de forma inmediata, o corto plazo (0 a 10 años)	
							2	

4.4.3.6 Análisis y discusión del resultado de la valoración de la Incidencia de impactos ambientales

La valoración de la variable Incidencia, considera la posibilidad real o potencial de que un cambio de cobertura produzca un impacto sobre un factor ambiental. Que se obtiene con los niveles de criterios de Valor Alto (de 10) cuando existe la certeza de que un impacto se “produzca” y sea “real”. Valor Medio (de 5) cuando es la condición intermedia de duda de que se produzca o no un impacto. Valor Bajo (de 2) si no exista la certeza de que un impacto se produzca y por lo tanto es potencial Buroz (2009), mencionado por Celecep (2009, p. 185). En el presente estudio se considera estas posibilidades por los cambios de cobertura y uso de la tierra, y se ha obtenido la mayor incidencia con valor de (10), porque existe la certeza que el cambio ocurrido de la categoría de Arbustal a Áreas agrícolas heterogéneas produzca un impacto, sobre el factor Agua superficial, que ocasionara disminución del recurso hídrico. Igualmente se cuantifica con el valor de (10) en el factor Cobertura vegetal porque existe la certeza que se produzca el impacto y es real, por el cambio de cobertura ocurrido de la categoría de Arbustal al pasar a Áreas agrícolas heterogéneas; porque ha ocasionado entre otros impactos la disminución y pérdida de las especies de coberturas de estas áreas de cambio de coberturas. Con estos criterios se valoró la matriz con el resto de cambios sobre cada factor ambiental: Agua superficial, Paisaje, Cobertura vegetal, que se determinó en la (Tabla 24).

4.4.4 Análisis y discusión del resultado de la determinación del Valor del Índice Ambiental (VIA)

El Valor del índice ambiental (VIA) es parte del proceso de evaluación de los impactos, según Buroz (1994), manifestado por Celecep (2009, p. 184), se calcula mediante el producto de los valores calculados de la variable Magnitud del impacto

ambiental, por los valores de la Reversibilidad, y por los valores de la Incidencia; y cada una de estas variables con sus exponentes con sus respectivos pesos ponderados: Para la Magnitud con un valor de x_m : 0,61, para la Reversibilidad con un valor de x_r : 0,22, y para la Incidencia con un valor de x_g : 0,17. Mediante la fórmula: VIA: $Ma^{x_m} * Ri^{x_r} * Gi^{x_g}$

En el presente estudio se ha obtenido resultados del VIA de los impactos por los cambios de cobertura y uso de la tierra entre el año 1996 al 2016 de la provincia de San Pablo, con los mismos criterios, utilizando la matriz (Tabla 25). Encontrando para el factor Agua superficial los valores mayores de afectación de (7,72), por el cambio de categoría ocurrido de Arbustal (arbustos) a áreas Agrícolas heterogéneas; el valor de afectación de (6,77) en el cambio ocurrido de la categoría de Arbustal a Tejido Urbano continuo y para el cambio de categoría de Áreas agrícolas heterogéneas a Tejido urbano continuo.

En el factor Cobertura vegetal, se ha encontrado un VIA con la mayor afectación con valor de (6,41) para el cambio ocurrido de la categoría de Arbustal a Áreas agrícolas heterogéneas; y el valor de (5,59) para el cambio ocurrido de la categoría Arbustal a Tejido urbano continuo.

En el factor Paisaje, se ha encontrado un VIA con los mayores valores, de (5,00) para el caso del cambio de cobertura ocurrido de la categoría Arbustal a Áreas agrícolas heterogéneas, y el valor de (4,75) para el cambio ocurrido de Herbazal a Áreas agrícolas heterogéneas.

Tabla 24. Matriz de Incidencia de impactos ambientales por los CCUT 1996 - 2016

N°	Cambio de código	Cambios de cobertura y uso de la tierra ocurrido en la provincia de San Pablo		Área de cambio		Componentes y factores ambientales		
						Medio físico		Medio biótico
						Agua	Paisaje	Flora
Camb	Del - Al	CUT 1996	CUT 2016	Área ha	%	Agua superficial	Paisaje	Cobertura vegetal
1	332 - 24	Arbustal (arbustos)	Áreas agrícolas heterogéneas	1 723,75	17,60	10	5	10
2	332 - 32	Arbustal	Bosques plantados	202,77	2,07	2	2	2
3	332 - 23	Arbustal	Pastos	22,78	0,23	5	5	5
4	332 - 111	Arbustal	Tejido urbano continuo	0,16	0,002	5	2	5
5	24 - 32	Áreas agrícolas heterogéneas	Bosques plantados	736,36	7,52	2	2	2
6	24 - 23	Áreas agrícolas heterogéneas	Pastos	2 442,05	24,93	2	2	5
7	24 - 111	Áreas agrícolas heterogéneas	Tejido urbano continuo	3,61	0,04	5	2	5
8	331 - 24	Herbazal (pajonales)	Áreas agrícolas heterogéneas	711,60	7,26	5	5	2
9	331 - 32	Herbazal	Bosques plantados	1 582,98	16,16	2	2	2
10	331 - 512	Herbazal	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	0,27	0,003	2	2	2
11	331 - 23	Herbazal Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	Pastos	238,18	2,43	2	2	2
12	512 - 331	Herbazal (pajonales)	Herbazal (pajonales)	1,71	0,02	5	2	2
13	23 - 24	Pastos	Áreas agrícolas heterogéneas	1 311,18	13,39	5	2	2
14	23 - 32	Pastos	Bosques plantados	112,89	1,15	2	2	2
15	334 - 24	Vegetación arbustiva / herbácea	Áreas agrícolas heterogéneas	704,59	7,19	5	2	2
Total				9 794,87	100,00			
Escala de la Incidencia								
						Criterio	Incidencia (G)	Valor
						Probabilidad de ocurrencia que un cambio de CUT produzca un impacto sobre un factor ambiental	Alta	10
							Media	5
							Bajo	2

Tabla 25. Análisis del cálculo del Valor del índice ambiental (VIA) de impactos por los CCUT 1996 - 2016

N°	Cambio de código	Cambios de cobertura y uso de la tierra ocurrido en la provincia de San Pablo		Área de cambio		Componentes y factores ambientales		
						Medio Físico		Medio biótico
						Agua	Paisaje	Flora
Camb	Del - Al	CUT 1996	CUT 2016	Área ha	%	Agua superficial	Paisaje	Cobertura vegetal
1	332 - 24	Arbustal (arbustos)	Áreas agrícolas heterogéneas	1 723,75	17,60	7,72	5,00	6,41
2	332 - 32	Arbustal	Bosques plantados	202,77	2,07	4,48	3,50	3,14
3	332 - 23	Arbustal	Pastos	22,78	0,23	5,12	3,46	3,67
4	332 - 111	Arbustal	Tejido urbano continuo	0,16	0,002	6,77	3,62	5,59
5	24 - 32	Áreas agrícolas heterogéneas	Bosques plantados	736,36	7,52	3,32	3,24	3,24
6	24 - 23	Áreas agrícolas heterogéneas	Pastos	2 442,05	24,93	3,32	2,86	3,57
7	24 - 111	Áreas agrícolas heterogéneas	Tejido urbano continuo	3,61	0,04	6,77	3,85	5,36
8	331 - 24	Herbazal (pajonales)	Áreas agrícolas heterogéneas	711,60	7,26	5,47	4,75	3,32
9	331 - 32	Herbazal	Bosques plantados	1 582,98	16,16	3,32	3,32	2,96
10	331 - 512	Herbazal	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	0,27	0,00	2,56	2,24	2,56
11	331 - 23	Herbazal	Pastos	238,18	2,43	2,66	2,66	2,46
12	512 - 331	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	Herbazal (pajonales)	1,71	0,02	3,46	2,76	2,76
13	23 - 24	Pastos	Áreas agrícolas heterogéneas	1 311,18	13,39	3,88	3,32	2,56
14	23 - 32	Pastos	Bosques plantados	112,89	1,15	2,46	2,66	2,24
15	334 - 24	Vegetación arbustiva / herbácea	Áreas agrícolas heterogéneas	704,59	7,19	4,93	3,32	3,83
Total				9 794,87	100,00			

Fórmula del Valor del Índice Ambiental :

$$\text{VIA: } Ma^{xm} * Ri^{xr} * Gi^{xg}$$

$$\text{VIA: } Ma^{0.61} * Ri^{0.22} * G^{0.17}$$

Donde:

VIA: Valor del índice ambiental

Mi: Magnitud

Ri: Reversibilidad

Gi: Incidencia

Pesos de los criterios		Pesos
xm:	Peso criterio de magnitud	0,61
xr:	Peso criterio de reversibilidad	0,22
xg:	Peso criterio de incidencia	0,17
Total		1,00

4.4.5 Análisis y discusión del resultado de la Severidad de los impactos ambientales

Según Buroz (1994), manifestado por CELECEP (2009, p. 185), la Severidad de cada impacto ambiental está dado por el producto de la multiplicación del Valor de la Magnitud (Ma), por el Valor del Índice ambiental (VIA) de cada impacto, expresado en la siguiente fórmula: **S: Ma * VIA**

Similarmente en el presente trabajo de investigación el indicador de Severidad consolida el cálculo de afectación de los impactos ambientales, por los cambios de cobertura y usos de la tierra ocurridos entre el año 1996 al 20126 en la provincia de San Pablo; en los tres factores afectadas: Agua superficial, el Paisaje y la Cobertura vegetal. Utilizando la matriz de impactos y aplicando la misma fórmula se calculó los valores de la Severidad de cada uno de los impactos, por el efecto del cambio de la cobertura y uso de la tierra sobre los tres factores ambientales

Los resultados obtenidos del criterio de Severidad para cada interacción de los impactos por los cambios de cobertura ocurridos entre 1996 – 2016; sobre los tres factores ambientales: Agua superficial, Paisaje, y Cobertura vegetal, se indican en la matriz del presente estudio (Tabla 26). Según los cálculos obtenidos para los tres factores se encontró: Que para el factor Agua Superficial el resultado de valor más alto de Severidad (52,51), fue para el cambio ocurrido de la categoría Arbustal (arbustos) a Áreas agrícolas heterogéneas, en segundo lugar el valor de (43,33) es para el cambio ocurrido de la categoría de Arbustal a Tejido urbano continuo, y para el cambio de la categoría de Áreas agrícolas heterogéneas a Tejido Urbano continuo; en tercer lugar se determinó el valor (33,53) para el cambio ocurrido de la categoría Vegetación arbustiva/herbácea a la categoría Áreas agrícolas heterogéneas.

Para el factor Paisaje, se obtiene el valor más alto de indicador de severidad (25,00) para el cambio ocurrido de la categoría Arbustal (arbustos) a la categoría Áreas agrícolas heterogéneas, en segundo lugar, el valor de (21,86) para el cambio ocurrido de la categoría de Herbazal (pajonales) a Áreas agrícolas heterogéneas, en tercer lugar, el valor (17,49) para el cambio ocurrido de la categoría de Arbustal a Bosques plantados.

Para el factor Cobertura vegetal, se obtiene el valor más alto del indicador de severidad (39,77), por el cambio ocurrido de la categoría Arbustal (arbustos) a Áreas agrícolas heterogéneas, en segundo lugar, el valor de (33,53) para el cambio ocurrido de categoría Arbustal a Tejido urbano continuo, en tercer lugar, ocupó el valor (30,00) para el cambio ocurrido de la categoría Áreas agrícolas heterogéneas a Tejido urbano continuo.

Estos valores calculados de los indicadores de la Severidad por cada impacto en cada factor ambiental: Factor Agua superficial, factor Paisaje, y factor Cobertura vegetal; se utilizan para la clasificación de la valoración por niveles del **grado de severidad**, de los impactos ocasionados en los factores ambientales, por la acción de los cambios de cobertura y uso de la tierra en la provincia de San Pablo.

Tabla 26. Matriz del cálculo de Severidad ambiental por los CCUT 1996 – 2016

N°	Cambio de código	Cambios de cobertura y uso de la tierra ocurrido en la provincia de San Pablo		Área de cambio		Componentes y factores ambientales		
						Medio Físico		Medio biótico
						Agua	Paisaje	Flora
Camb	Del - Al	CUT 1996	CUT 2016	Área ha	%	Agua superficial	Paisaje	Cobertura vegetal
1	332 - 24	Arbustal (arbustos)	Áreas agrícolas heterogéneas	1 723,75	17,60	52,51	25,00	39,77
2	332 - 32	Arbustal	Bosques plantados	202,77	2,07	24,22	17,49	13,21
3	332 - 23	Arbustal	Pastos	22,78	0,23	26,63	13,14	15,43
4	332 - 111	Arbustal	Tejido urbano continuo	0,16	0,002	43,33	13,75	33,53
5	24 - 32	Áreas agrícolas heterogéneas	Bosques plantados	736,36	7,52	15,29	14,24	14,24
6	24 - 23	Áreas agrícolas heterogéneas	Pastos	2 442,05	24,93	15,29	10,31	14,27
7	24 - 111	Áreas agrícolas heterogéneas	Tejido urbano continuo	3,61	0,04	43,33	16,16	30,00
8	331 - 24	Herbazal (pajonales)	Áreas agrícolas heterogéneas	711,60	7,26	31,75	21,86	15,29
9	331 - 32	Herbazal	Bosques plantados	1 582,98	16,16	15,29	15,29	11,24
10	331 - 512	Herbazal	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	0,27	0,003	7,68	5,36	7,68
11	331 - 23	Herbazal	Pastos	238,18	2,43	8,52	8,52	6,88
12	512 - 331	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	Herbazal (pajonales)	1,71	0,02	13,14	9,40	9,40
13	23 - 24	Pastos	Áreas agrícolas heterogéneas	1 311,18	13,39	17,87	15,29	7,68
14	23 - 32	Pastos	Bosques plantados	112,89	1,15	6,88	8,52	5,36
15	334 - 24	Vegetación arbustiva / herbácea	Áreas agrícolas heterogéneas	704,59	7,19	33,53	15,29	22,21
Total				9 794,87	100,00			

Fórmula de la Severidad del impacto

S: Ma * VIA

S: Severidad del impacto

Ma: Magnitud del impacto

VIA: Valor del índice ambiental

4.4.6 Análisis y discusión del resultado de clasificación del Grado de Severidad del impacto ambiental por los CCUT 1996-2016 en la provincia de San Pablo

4.4.6.1 Análisis y resultados de impactos negativos y positivos por grado de severidad

Según Buroz (1994), mencionado por Celecep (2009, p. 186, 201-202) en el estudio de impacto ambiental por la construcción y operación de la sub estación hidro energética rural el Inga Ecuador; determino el grado de la severidad del impacto utilizando los valores del cálculo de la severidad de cada impacto, y que variaran de 0 a 100; para lo cual los valores de la Severidad se clasifican en rangos de cuatro niveles de grados para los impactos negativos: Grado Leve (0 a 5), grado Moderado (6 a 15), grado Severo (16 a 39), y grado Critico (40 a 100); identificándose cada grado de impacto con los colores, amarillo, azul, naranja, y rojo, respectivamente. Los valores de los impactos positivos se identifican con el color verde. Determino que el 70% (68 casos) de las actividades evaluadas generan impactos ambientales de carácter negativo y el 30% positivo (29 casos). Dentro de los impactos negativos encontré grado moderado de impacto ambiental en una cantidad de 34 casos (35,10%), grado severo 28 casos (28,90%), grado leve en 5 casos (5,20%), y grado critico 1 caso (1,00%).

En el presente estudio similarmente se utilizó los criterios de Buroz (1994) y Celecep (2009), para determinar la afectación ambiental final mediante el Grado de severidad del impacto, por los cambios de cobertura y uso de la tierra en cada uno de los tres factores: Agua superficial, Paisaje, y la Cobertura vegetal. Para determinar los niveles de grado de severidad se utilizó los mismos valores del cálculo de la matriz de severidad, a cuyos valores se los clasifiqué utilizando la escala del grado de severidad de impactos ambientales de Buroz, que considera cuatro niveles de rangos de grado de severidad: Grado Leve (0 a 5) color amarillo, Moderado (6 a 15) color azul, Severo

(16 A 39) color naranja, y Crítico (40 a 100) color rojo; por el cambio de cobertura y uso de la tierra en 9 794,87 ha, ocurrido entre 1996 -2016 en la provincia de San Pablo.

La clasificación para determinar el indicador final del Grado de Severidad del impacto en el presente estudio se realizó utilizando la misma matriz con el cálculo de los valores la severidad de impactos, ocurridos por los cambios de cobertura y uso de la tierra, sobre los efectos que causan en los tres factores ambientales: Agua superficial, Paisaje, y Cobertura Vegetal. Donde se encontró que los cambios de cobertura y uso de la tierra – CCUT, generó un total de 45 impactos de los cuales 35 casos son de carácter negativo (77,78%) con grado moderado, grado severo y grado crítico y 10 casos de carácter positivo de grado beneficioso (22,22%) (Tabla 27, y 28).

En el análisis de los impactos de carácter negativo (Tabla 29), que consolida la clasificación del valor de grados de impactos ambientales, dando como resultado en primer lugar la afectación de grado moderado de impacto con una cantidad de 19 casos presentados, en segundo lugar, el grado severo con 13 casos presentados, y en tercer lugar el grado crítico con una cantidad de 3 casos presentados por la alteración de los cambios de la cobertura y uso de suelo, sobre los factores ambientales.

Tabla 27. Matriz de clasificación del **Grado de severidad del impacto** ambiental por los CCUT 1996 – 2016 provincia de San Pablo

N°	Cambio de código	Cambios de cobertura y uso de la tierra ocurrido en la provincia de San Pablo		Área de cambio		Componentes y factores ambientales		
						Medio Físico		Medio biótico
						Agua	Paisaje	Flora
Camb	Del - Al	CUT 1996	CUT 2016	Área ha	Porcen (%)	Agua superficial	Paisaje	Cobertura vegetal
1	332 - 24	Arbustal (arbustos)	Áreas agrícolas heterogéneas	1 723,75	17,60	52,51	25,00	39,77
2	332 - 32	Arbustal	Bosques plantados	202,77	2,07	24,22	17,49	13,21
3	332 - 23	Arbustal	Pastos	22,78	0,23	26,63	13,14	15,43
4	332 - 111	Arbustal	Tejido urbano continuo	0,16	0,002	43,33	13,75	33,53
5	24 - 32	Áreas agrícolas heterogéneas	Bosques plantados	736,36	7,52	15,29	14,24	14,24
6	24 - 23	Áreas agrícolas heterogéneas	Pastos	2 442,05	24,93	15,29	10,31	14,27
7	24 - 111	Áreas agrícolas heterogéneas	Tejido urbano continuo	3,61	0,04	43,33	16,16	30,00
8	331 - 24	Herbazal (pajonales)	Áreas agrícolas heterogéneas	711,60	7,26	31,75	21,86	15,29
9	331 - 32	Herbazal	Bosques plantados	1 582,98	16,16	15,29	15,29	11,24
10	331 - 512	Herbazal	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	0,27	0,003	7,68	5,36	7,68
11	331 - 23	Herbazal	Pastos	238,18	2,43	8,52	8,52	6,88
12	512 - 331	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	Herbazal (pajonales)	1,71	0,02	13,14	9,40	9,40
13	23 - 24	Pastos	Áreas agrícolas heterogéneas	1 311,18	13,39	17,87	15,29	7,68
14	23 - 32	Pastos	Bosques plantados	112,89	1,15	6,88	8,52	5,36
15	334 - 24	Vegetación arbustiva / herbácea	Áreas agrícolas heterogéneas	704,59	7,19	33,53	15,29	22,21
Total				9 794,87	100,00			
Escala valoración de grado del impacto								
Grado de Severidad del impacto ambiental				Escala de valor		Color		
Leve				0 a 5		(Amarillo)		
Moderado				6 a 15		(Azul)		
Severo (impacto adverso)				16 a 39		(Naranja)		
Crítico (impacto adverso)				40 a 100		(Rojo)		
Representativo (impacto beneficioso o positivo)				0 a 100		(Verde)		

Tabla 28. Cantidad de impactos por Grado de severidad por los CCUT 1996-2016 provincia San Pablo

N°	Cambio de código	Cambios de cobertura y uso de la tierra ocurrido en la provincia de San Pablo		Área de cambio		Cant. impactos	Cantidad Carácter impacto				
							Negativo			Positivo	
							Leve	Moderado	Severo	Crítico	Beneficioso
Camb	Del - Al	CUT 1996	CUT 2016	Área ha	Porcen %						
1	332 - 24	Arbustal (arbustos)	Áreas agrícolas heterogéneas	1 723,75	17,60	3	0	0	2	1	0
2	332 - 32	Arbustal	Bosques plantados	202,77	2,07	3	0	1	2	0	0
3	332 - 23	Arbustal	Pastos	22,78	0,23	3	0	2	1	0	0
4	332 - 111	Arbustal	Tejido urbano continuo	0,16	0,00	3	0	1	1	1	0
5	24 - 32	Áreas agrícolas heterogéneas	Bosques plantados	736,36	7,52	3	0	1	0	0	2
6	24 - 23	Áreas agrícolas heterogéneas	Pastos	2 442,05	24,93	3	0	1	0	0	2
7	24 - 111	Áreas agrícolas heterogéneas	Tejido urbano continuo	3,61	0,04	3	0	0	2	1	0
8	331 - 24	Herbazal (pajonales)	Áreas agrícolas heterogéneas	711,60	7,26	3	0	1	2	0	0
9	331 - 32	Herbazal	Bosques plantados	1 582,98	16,16	3	0	3	0	0	0
10	331 - 512	Herbazal	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	0,27	0,00	3	0	1	0	0	2
11	331 - 23	Herbazal	Pastos	238,18	2,43	3	0	3	0	0	0
12	512 - 331	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	Herbazal (pajonales)	1,71	0,02	3	0	2	0	0	1
13	23 - 24	Pastos	Áreas agrícolas heterogéneas	1 311,18	13,39	3	0	1	1	0	1
14	23 - 32	Pastos	Bosques plantados	112,89	1,15	3	0	1	0	0	2
15	334 - 24	Vegetación arbustiva / herbácea	Áreas agrícolas heterogéneas	704,59	7,19	3	0	1	2	0	0
Total cantidad (ha)				9 794,87	100,00	45	0	19	13	3	10
Total porcentaje						100%	0,00%	42,22%	28,89%	6,67%	22,22%

..

Tabla 29. Grado de severidad de todos los impactos negativos y positivos

Valoración del grado de impactos ambientales de carácter negativo			
Carácter del impacto	Grado	Cantidad	Porcentaje
Negativo	Leve	0	0,00%
Negativo	Moderado	19	42,22%
Negativo	Severo	13	28,89%
Negativo	Crítico	3	6,67%
Sub total impactos negativos		35	77,78%
Valoración del grado de impactos ambientales de carácter positivo			
Carácter del impacto	Grado	Cantidad	Porcentaje
Positivo	Representativo (beneficioso)	10	22,22%
Sub total impactos positivos		10	22,22%
Total negativos y positivos		45	100,00%

4.4.6.2 Análisis y discusión del resultado de impacto de carácter negativo y grado de severidad de afectación en los factores ambientales por los CCUT 1996 – 2016

En esta dinámica por el cambio de cobertura que genera impactos negativos, según la FAO (1995, p. 88-89,108) en el estudio Impacto ambiental de cosecha forestal de bosques de Chile, en 7,3 millones de ha; encontró impactos negativos de 16% sobre el medio ambiente, por reducción de la cubierta vegetal de bosques, alteración del agua, y reducción de especies. Confirmando Peña (2007, p. 13-19) que los cambios de cobertura desencadenan procesos de impactos negativos que afectan las condiciones ambientales, alteran el balance hídrico del agua, el paisaje natural, el medio biótico como la flora en la cobertura vegetal. Concordando con estos procesos según Agudelo y Cortes (2015, p. 1- 6) en el estudio de los cambios de cobertura de Valle del Cauca Colombia en una extensión de 19 000 ha encontró impactos positivos y negativos, siendo los impactos negativos de grado leve.

Similarmente en relación al objetivo general del presente estudio que considera, determinar los impactos y grado de incidencia de los CCUT entre 1996-2016, sobre

los tres factores ambientales Agua superficial, Paisaje, y Cobertura Vegetal, en los impactos de carácter negativo. Determinándose el grado de la afectación de los impactos ambientales de carácter negativo por acción de los cambios de cobertura y uso de la tierra, sobre cada uno de los tres factores ambientales (Tabla 30): Encontrando que para el factor Agua superficial se encontró un total de 13 casos negativos de impactos en 7 352,56 ha; para el factor Paisaje 11 casos negativos en 6 503,30 ha; y para el factor Cobertura vegetal se encontró 11 casos negativos de impactos en 7 632,73 ha.

Teniendo en cuenta los 35 impactos ambientales negativos clasificados por grado de severidad en la misma Tabla 30, se encontró: 19 casos de grado moderado de impacto, que representa 54,29% (área promedio 3 911,14 ha), 13 casos de grado severo que representa 37,14% (área promedio 2 675,58 ha), y 3 casos de grado crítico adverso que representa 8,57% (área promedio 575,84 ha), de afectación a nivel provincial en las áreas de cambio de cobertura y uso de la tierra. En la misma tabla se indica que del total de 45 impactos ambientales identificados en 9 794,87 ha de CCUT, 35 son impactos negativos que representan el 77,78% del total, con un promedio de área afectada de 7 162,86 ha; y 10 impactos son positivos que representan el 22,22% del total de áreas de CCUT, con un promedio de área de 2 632,01 ha.

En los impactos positivos (Tabla 30) por factores se encontró, que para el factor Agua superficial se encontró 2 casos de grado beneficioso en 2 442,32 ha; para el factor Paisaje se encontró 4 casos de grado beneficioso en 3 291,57 ha; y para el factor Cobertura vegetal se encontró 4 casos de grado beneficioso en 2 161,15 ha.

Tabla 30. Impactos negativos y positivos y su Grado de Severidad por factor ambiental

Grado de Severidad del impacto ambiental	Escala de valor	Factor Agua superficial			Factor Paisaje			Factor Cobertura vegetal			Total		Área prom ha
		Cant	Porc %	Área ha	Cant	Porc %	Área ha	Cant	Porc %	Área ha	Cant	Porc %	
Impactos negativos													
Leve	0 a 5	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
Moderado	6 a15	5	38,46	2 672,13	7	63,64	3 861,58	7	63,64	5 200,63	19	54,29	3 911,44
Severo (impacto adverso)	16 a39	5	38,46	2 952,92	4	36,36	2 641,73	4	36,36	2 432,10	13	37,14	2 675,58
Crítico (impacto adverso)	40a100	3	23,08	1 727,51	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	3	8,57	575,84
Total imp negat		13	100	7 352,56	11	100	6 503,30	11	100	7 632,73	35	100	7 162,86
Total imp negat %										77,78			
Impactos positivos													
Beneficioso	0 a100	2		2 442,32	4		3 291,57	4		2 162,15	10		2 632,01
Total imp posit		2		2 442,32	4		3 291,57	4		2 162,15	10		2 632,01
Total imp posit %										22,22			
Tot Inegat y posit		15	100	9 794,87	15	100	9 794,87	15	100	9 794,87	45	100	9 794,87

4.4.6.3 Clasificación del Grado de Severidad del impacto ambiental por factor ambiental

Los resultados encontrados del grado de severidad del impacto ambiental por los CCUT por cada uno de los tres factores ambientales, indican la afectación final por grados de impactos negativos ocurridos en la provincia de San Pablo, como se indica en forma detallada para cada uno de los tres factores ambientales: Agua superficial, Paisaje, Cobertura vegetal. Los mapas temáticos de esta clasificación por Grado de severidad del impacto se indican para Agua superficial (Apéndice 24), para el Paisaje (Apéndice 25) y para la Cobertura vegetal (Apéndice 26).

Clasificación del grado de severidad en el factor Agua superficial

Para el **factor Agua superficial** (Figura 27), se encontró que el impacto de mayor incidencia en primer lugar es el nivel de **Grado Severo** con 5 casos negativos que representa 38,46% (2 952,92 ha), en segundo lugar, el **Grado Moderado** con 5 casos

que representa el 38,46% (2 672,13 ha), y en tercer lugar el **Grado Crítico** con 3 casos que representa el 23,08% (1 727,51 ha). Las áreas identificadas de la provincia de San Pablo donde vienen ocurriendo los impactos evaluados de carácter negativo y clasificado por grados de severidad ambiental en: Grado Severo, grado Moderado y grado Crítico, para el factor Agua superficial se muestran en el mapa temático del Apéndice 24.

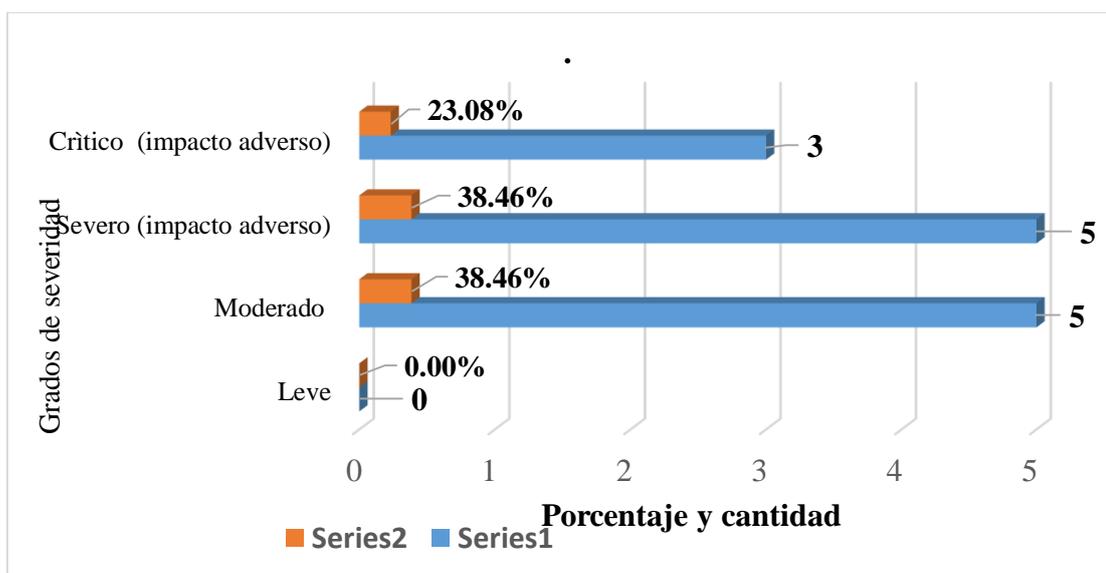


Figura 27. Clasificación del grado de severidad del impacto ambiental negativo en el factor Agua superficial, en las áreas de CCUT 1996-2016 provincia San Pablo

Clasificación del grado de severidad en el factor Paisaje

En la determinación del grado de severidad del impacto ambiental, para el factor **Paisaje** (Figura 28), se ha encontrado que el primer lugar de afectación ambiental es de **Grado Moderado** con 7 casos negativos que representa el 63,64% (3 861,58 ha); el segundo lugar por el nivel de **Grado Severo** con 4 casos que representa el 36,36% (2 641,73 ha). Las áreas de la provincia de San Pablo, donde están ocurriendo los impactos evaluados de carácter negativo y clasificado por grados de severidad ambiental en: Grado Severo, y grado Moderado, para el factor Paisaje, se muestran

en el mapa temático del Apéndice 25. No se ha encontrado los niveles de grado leve y grado crítico en la valoración y clasificación del grado de severidad de este factor ambiental.

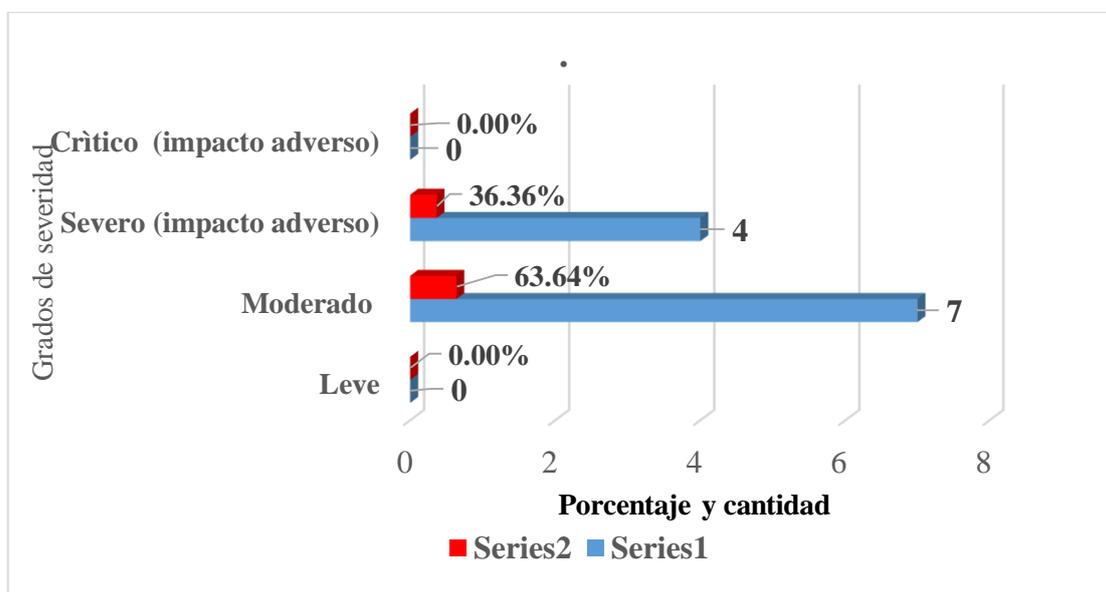


Figura 28. Clasificación del grado de severidad del impacto ambiental negativo en el factor Paisaje, en las áreas de CCUT 1996-2016 provincia San Pablo

Clasificación del grado de severidad en el factor Cobertura vegetal

En la clasificación del grado de severidad del impacto ambiental, para el factor **Cobertura vegetal** (Figura 29), se encontró que el impacto de mayor afectación en primer lugar es el **Grado Moderado** con 7 casos negativos que representa el 63,64% (5 200,63 ha), en segundo lugar, el **Grado Severo** con 4 casos que representa el 36,36% (2 432,10 ha). Las áreas identificadas a nivel provincial, donde vienen ocurriendo los impactos de carácter negativo clasificadas por grado de severidad en niveles de Grado severo, y Grado moderado, se muestran geográficamente en el mapa temático del Apéndice 26. No se ha encontrado los niveles de grado leve y grado crítico en la valoración y clasificación del grado de severidad de impactos de este factor de cobertura vegetal.

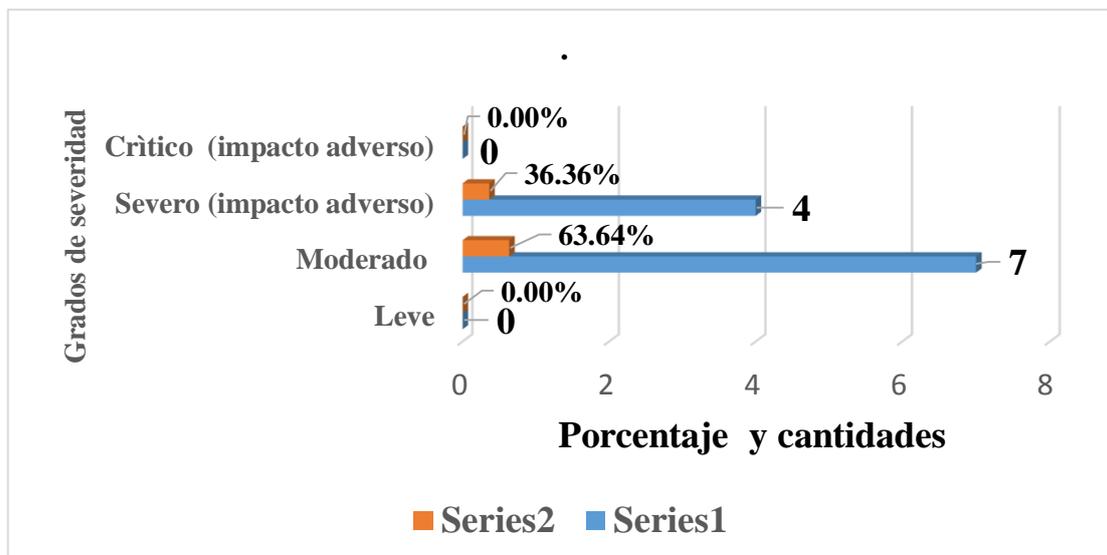


Figura 29. Clasificación del Grado de Severidad del impacto ambiental negativo en el factor Cobertura vegetal, en las áreas de CCUT 1996-2016 provincia San Pablo

Clasificación global del grado de severidad en los tres factores juntos

El resultado global del estudio de todos los impactos de carácter negativo y clasificados según su Grado de severidad; por los cambios de cobertura y uso de la tierra (CCUT) ocurrido entre el año 1996 al 2016 en los tres factores ambientales juntos: Agua superficial, Paisaje y Cobertura vegetal (Figura 30); se encontró que se ocasiono 35 impactos de carácter negativo en los cuales se determinó que el grado de incidencia con mayor afectación ambiental en primer lugar está dado por el nivel de **Grado moderado de impacto**, con 19 casos que representa el 54,29% (3 911,44 ha), en segundo lugar por el **Grado severo de impacto** con 13 casos que representa el 37,14% (2 675,58 ha) y tercer lugar por el **Grado crítico de impacto** ambiental con 3 casos que representa el 8,57% (575.84 ha). No se ha encontrado el nivel de Grado leve en la valoración y clasificación del grado de severidad de impactos en ninguno de los tres factores ambientales.

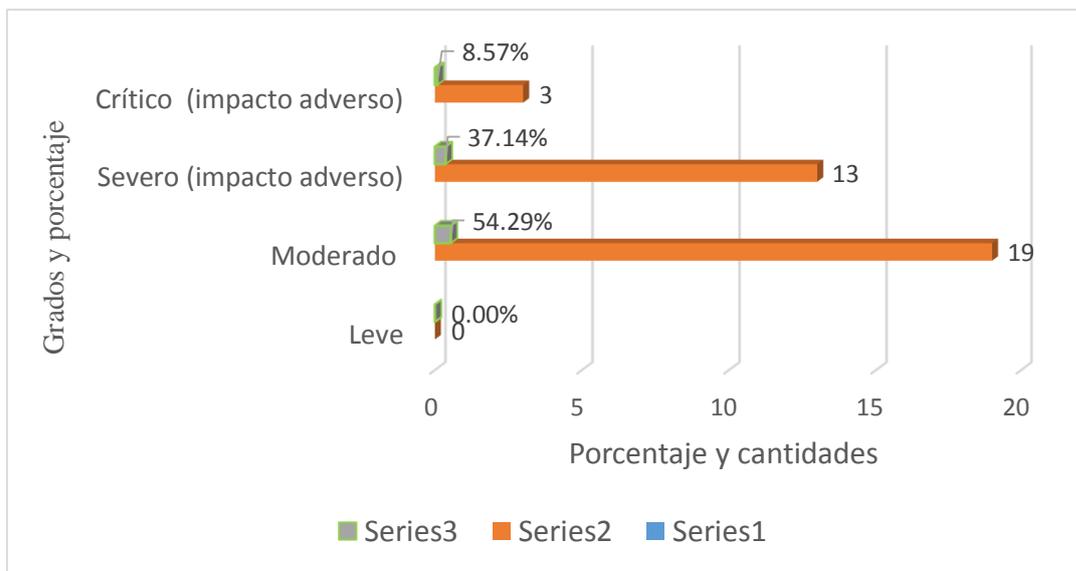


Figura 30. Clasificación del Grado de Severidad del impacto ambiental negativo global en los tres factores juntos Agua superficial, Paisaje, y Cobertura Vegetal, en las áreas de CCUT 1996-2016 provincia San Pablo

4.4.7 Evaluación adicional del grado de impacto ambiental en el componente socioeconómico factor Económico

Adicionalmente al objetivo del presente estudio se realizó la evaluación del impacto ambiental, para determinar el grado de severidad del impacto en el Factor Económico por los cambios de la cobertura y uso de la tierra, siendo el resultado que, de los 15 impactos ocurridos por los CCUT en la provincia de San Pablo, 6 impactos son negativos y 9 positivos. Dentro de los negativos de 40% (2 636,98ha), se presentó grado moderado de afectación en 6,67% en 0,27 ha, grado severo en 33,33% en 2 636,71 ha. En los impactos positivos se presentó el grado beneficioso en 60% en 7 157,89 ha. La valoración y cálculos respectivos se muestran en la Tabla matriz de identificación de impactos por los CCUT de los años 1996 -2016 de la provincia de San Pablo en el Factor Económico (Apéndice 16).

4.5 Validación estadística

4.5.1 Contrastación

La hipótesis general a contrastar del presente estudio que plantea: Los Cambios de cobertura y uso de la tierra (CCUT) tienen moderado grado incidencia en la generación de impactos sobre los componentes ambientales en la provincia de San Pablo, entre los años 1996 – 2016; donde los componentes o factores ambientales está delimitado para el factor Agua superficial, Factor Paisaje, y Factor Cobertura vegetal.

4.5.2 Prueba estadística

Se realizó mediante el análisis estadístico de la prueba Z, e Intervalo de Confianza para la proporción, efectuándose la prueba para los impactos de carácter negativo, que afectan a cada uno de los factores ambientales, teniendo en cuenta la cantidad de casos del grado de severidad que se han presentado por cada uno de los tres factores ambientales, y una prueba global conjunta con los tres factores ambientales afectados juntos.

4.5.2.1 Prueba estadística para el factor Agua superficial

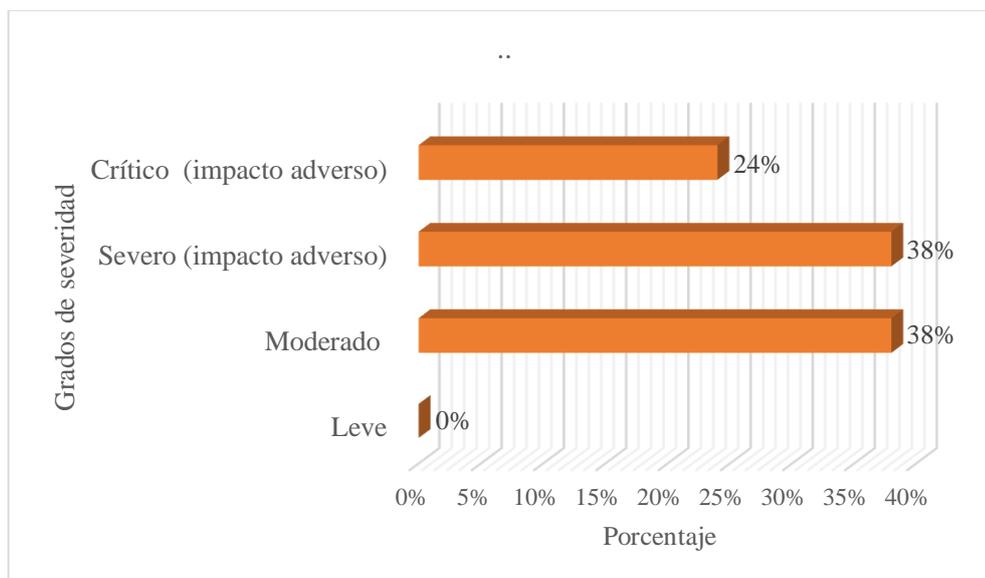


Figura 31. Porcentaje del grado de severidad del impacto ambiental negativo en el factor Agua superficial en las áreas de CCUT 1996-2016 provincia San Pablo

Según el estudio de valoración del grado de severidad de impacto sobre el factor ambiental Agua Superficial, el 24% es de grado crítico, 38% severo, y 38% moderado (Figura 31).

Hipótesis: Los Cambios de cobertura y uso de la tierra tienen moderado grado de incidencia en la generación de impactos sobre el agua superficial en la provincia de San Pablo, entre los años 1996 – 2016.

Condiciones:

H₀: Cambio para agua superficial es mayor o igual al 50% (en moderado)

H₁: Cambio para agua superficial es menor al 50% (en moderado)

Alpha α nivel de significación: 0,05

Prueba Z e Intervalo de Confianza para una proporción (Minitab 18) para el factor ambiental Agua superficial

Método

p: proporción de eventos

Para este análisis se utiliza el método exacto.

Estadísticas descriptivas

N	Evento	Muestra p	Límite superior de 95% para p
13	5	0,384615	0,645201

Prueba

Hipótesis nula $H_0 : p = 0,5$

Hipótesis alterna $H_1 : p < 0,5$

Valor p

0,291

Entonces, siendo:

P mayor al nivel de significación 0,05, por tanto, se acepta H_0 , los cambios a moderado para el agua superficial son mayores o iguales a 50%.

4.5.2.2 Prueba estadística para el factor ambiental Paisaje

Según los estudios realizados sobre la valoración del Grado de severidad del impacto ambiental sobre el paisaje, el 36% es de grado severo y 64% de grado moderado (Figura 32).

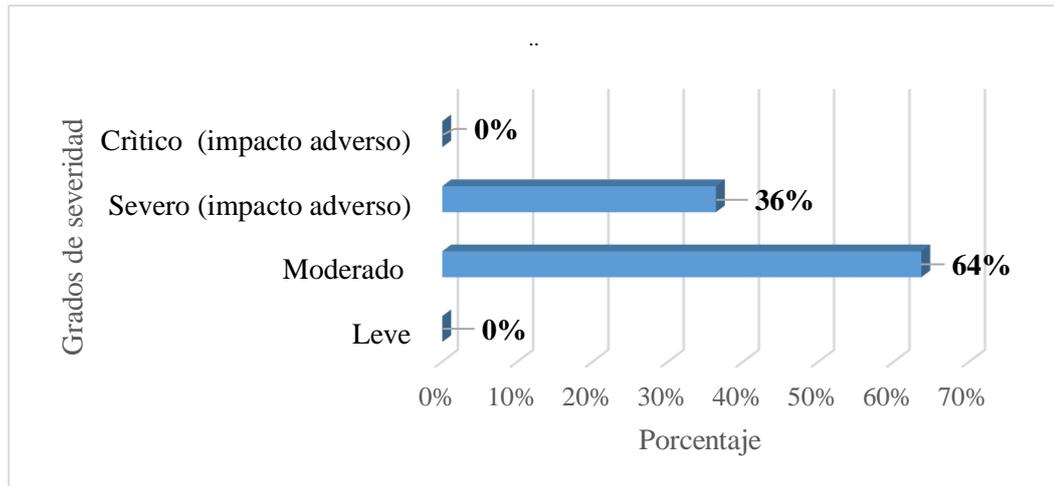


Figura 32. Porcentaje del grado de severidad del impacto ambiental negativo en el factor Paisaje en las áreas de CCUT 1996-2016 provincia San Pablo

Hipótesis: Los Cambios de cobertura y uso de la tierra tienen moderado grado de incidencia en la generación de impactos sobre el paisaje en la provincia de San Pablo, entre los años 1996 – 2016.

Condiciones:

H₀: Cambio para el paisaje es mayor o igual al 50% (en moderado)

H₁: Cambio para el paisaje es menor al 50% (en moderado)

Alpha ó nivel de significación: 0,05

Prueba Z e Intervalo de Confianza para una proporción (Minitab 18) para el factor ambiental Paisaje

Método

p: proporción de eventos

Para este análisis se utiliza el método exacto.

Estadísticas descriptivas

N	Evento	Muestra p	Límite superior de 95% para p
11	7	0,636364	0,864925

Prueba

Hipótesis nula $H_0 : p = 0,5$

Hipótesis alterna $H_1 : p < 0,5$

Valor p

0,887

Entonces, siendo:

P mayor al nivel de significación 0,05, por tanto, se acepta H_0 , los cambios a moderado para el paisaje son mayores o iguales a 50%.

4.5.2.3 Prueba estadística para el factor ambiental Cobertura vegetal

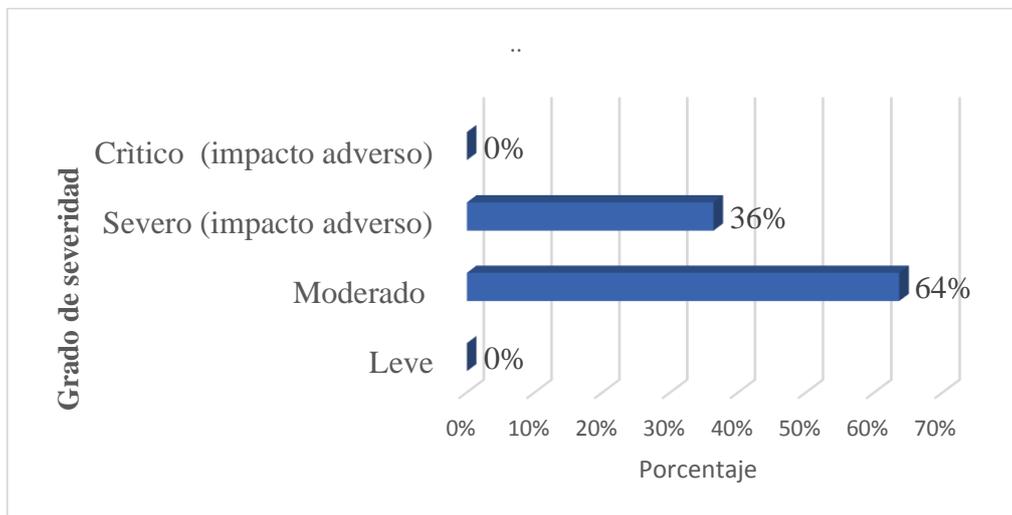


Figura 33. Porcentaje del grado de severidad del impacto ambiental negativo en el factor Cobertura vegetal, en las áreas de CCUT 1996 -2016 provincia San Pablo

De acuerdo a la valoración del Grado de Severidad del impacto ambiental referente a la Cobertura Vegetal el 36% tiene grado severo, y 64% grado moderado (Figura 33).

Hipótesis: Los cambios de cobertura y uso de la tierra tienen moderado grado de incidencia en la generación de impactos sobre la cobertura vegetal en la provincia de San Pablo, entre los años 1996 – 2016.

Condición:

Ho: Cambio para la cobertura vegetal es mayor o igual al 50% (en moderado)

H1: Cambio para la cobertura es menor al 50% (en moderado)

Alpha ó nivel de significación: 0,05

Prueba Z e Intervalo de Confianza para una proporción (Minitab 18) para el factor ambiental Cobertura vegetal

Método

p: proporción de eventos

Para este análisis se utiliza el método exacto.

Estadísticas descriptivas

N	Evento	Muestra p	Límite superior de 95% para p
11	7	0,636364	0,864925

Prueba

Hipótesis nula $H_0 : p = 0,5$

Hipótesis alterna $H_1 : p < 0,5$

Valor p

0,887

Entonces, siendo:

P mayor al nivel de significación 0,05, por tanto, se acepta Ho, los cambios a moderado para la cobertura vegetal son mayores o iguales a 50%.

4.5.2.4 Prueba estadística global para los tres factores ambientales juntos Agua superficial, Paisaje, y Cobertura vegetal

En la valoración del grado de severidad del impacto ambiental global en forma conjunta para los tres factores agua superficial, paisaje, y cobertura vegetal, el 9% es crítico, 37% severo, 54% de grado moderado (Figura 34).

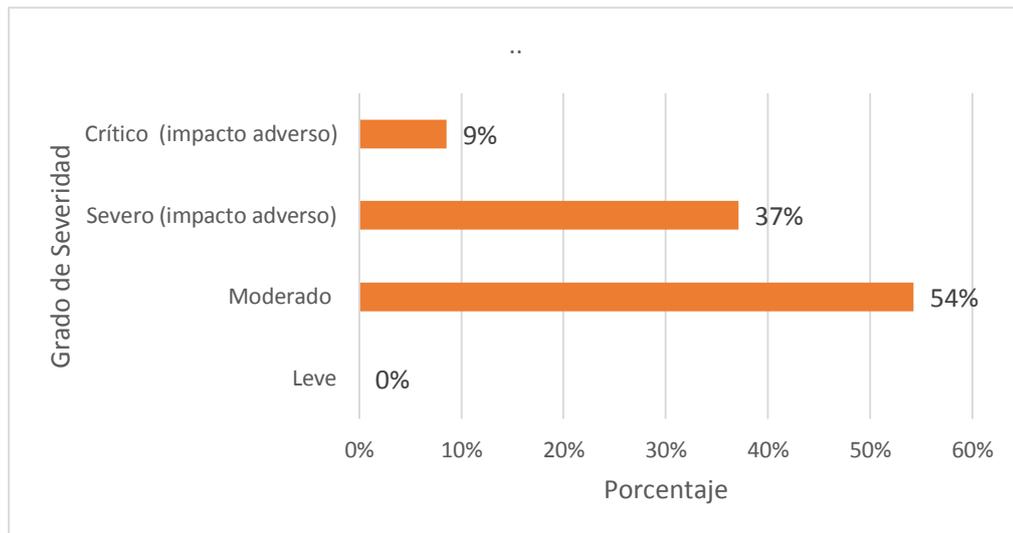


Figura 34. Porcentaje de valoración del grado de severidad del impacto ambiental negativo global en los tres factores Agua superficial, Paisaje, Cobertura vegetal, CCUT 1996-2016

Hipótesis general: Los Cambios de cobertura y uso de la tierra tienen moderado grado incidencia en la generación de impactos sobre los componentes ambientales en la provincia de San Pablo, entre los años 1996 – 2016.

Condición:

Ho: Cambio global es mayor o igual al 50% (en moderado)

H1: Cambio global es menor al 50% (en moderado)

Alpha ó nivel de significación: 0,05

Prueba Z e Intervalo de Confianza para una proporción (Minitab 18) para el factor ambiental Cobertura vegetal

Método

p: proporción de eventos

Para este análisis se utiliza el método exacto.

Estadísticas descriptivas

N	Evento	Muestra p	Límite superior de 95% para p
35	19	0,542857	0,688347

Prueba

Hipótesis nula $H_0 : p = 0,5$

Hipótesis alterna $H_1 : p < 0,5$

Valor p

0,750

Entonces, siendo:

P mayor al nivel de significación 0,05; por tanto, se acepta H_0 , general los cambios a moderado para el global de los tres factores ambientales, pues son mayores o iguales a 50%.

En consecuencia, en el presente estudio se comprobó estadísticamente que: Los Cambios de cobertura y uso de la tierra (CCUT) tienen moderado grado incidencia en la generación de impactos sobre los componentes ambientales (Agua superficial, Paisaje, y Cobertura vegetal), en la provincia de San Pablo, entre los años 1996 – 2016.

4.5.2.5 Contrastación de la hipótesis general planteada

La hipótesis general (H_0) del estudio plantea que: “Los Cambios de cobertura y uso de la tierra tienen moderado grado de incidencia en la generación de impactos sobre los componentes ambientales: Agua superficial, Paisaje, y Cobertura vegetal, en la provincia de San Pablo, entre los años 1996 – 2016”.

Para comprobar la H_0 como indica en el acápite anterior se realizó el análisis estadístico de la prueba Z, e Intervalo de Confianza para la proporción; de la valoración del grado de severidad del impacto ambiental global conjunto de los tres factores agua superficial, paisaje, y cobertura vegetal. Donde estadísticamente se encontró un valor de P: 0,750; demostrando que siendo P mayor que el nivel de significación que es 0,05; por tanto, se acepta la Hipótesis planteada: Los cambios de

cobertura y uso de la tierra tiene grado moderado de severidad en el impacto ambiental global de los tres factores ambientales juntos, puesto que son mayores o iguales a 50%.

Por tanto, en el presente estudio se acepta la hipótesis planteada H_0 , al comprobarse estadísticamente que: “Los Cambios de cobertura y uso de la tierra (CCUT) tienen moderado grado de incidencia en la generación de impactos sobre los componentes ambientales: Agua superficial, Paisaje, y Cobertura vegetal, en la provincia de San Pablo, entre los años 1996 - 2016.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Se encontró un total de 45 impactos ambientales negativos y positivos, en 9 794,87 ha de cambio de la cobertura y uso de la tierra; de los cuales 35 son de carácter negativo (77,78%) en una extensión afectada promedio de 7 162,86 ha; y 10 impactos son de carácter positivo (22,22%) en 2 632,01 ha.

Se concluye que los impactos ambientales negativos afectan a los factores Agua superficial, Paisaje, y Cobertura vegetal, con grado de incidencia de afectación en el orden siguiente:

- Primero Grado moderado de incidencia de impacto, en una extensión de 3 911,44 ha, en 19 casos de cambios de cobertura y uso de la tierra, que representa el 54,29%.
- Segundo Grado severo de incidencia de impacto en 2 675,58 ha, en 13 casos de cambios de cobertura y uso de la tierra, que representa el 37,14%.
- Tercero Grado crítico de incidencia de impacto en 575,84 ha promedio, en 3 casos de cambios cobertura y uso de la tierra, que representa el 8,57%.

En la incidencia de afectación por cada factor ambiental, en las áreas donde ocurrió cambio de cobertura y uso de la tierra, se encontró:

- En el factor Agua superficial, primero Grado Severo de impacto en 5 casos de cambios de cobertura que representa 38,46% en 2 952,92 ha; segundo Grado Moderado de impacto en 5 casos que representa el 38,46% en 2 672,13 ha; y tercero Grado Crítico de impacto en 3 casos que representa el 23,08% en 1 727,51 ha.

- En el factor Paisaje, primero Grado Moderado de impacto, en 7 casos que representa el 63,64% en 3 861,58 ha; segundo Grado Severo de impacto en 4 casos que representa el 36,36% en 2 641,73 ha.
- En el factor Cobertura vegetal, en primer lugar, Grado Moderado de impacto en 7 casos que representa el 63,64% en 5 200,63 ha; segundo Grado Severo de impacto en 4 casos de cambio de cobertura que representa el 36,36%, en 2 432,10 ha.

En la clasificación de la cobertura y uso de la tierra para el año 1996 y 2016 en una extensión de 66 549,69 ha de la provincia de San Pablo; se encontró:

Para el año 1996, se encontró ocho categorías de cobertura y uso de la tierra (CUT) en el orden siguiente:

- Primero la categoría 24 Áreas agrícolas heterogéneas (Aah) con una extensión de 25 827,17 ha que representa el 38,81 %.
- Segundo la categoría 331 Herbazal-pajonales (He) con 13 679,51 ha (20,56%).
- Tercero la 334 Vegetación arbustiva/herbácea (Vah) con 9 653,50 ha (14,51 %).
- Cuarto la 332 Arbustal- arbustos (Ar) con 8 421,42 ha (12,65%).
- Quinto 23 Pastos (Pa) con 5 046,67 ha (7,58%).
- Sexto 32 Bosques plantados (Bp) con 3 782,04 ha (5,68 %).
- Séptimo 512 Lagunas (La) con 101,81 ha (0,15%).
- Octavo 111 Tejido urbano continuo (Tu) con 37,57 ha (0,06%).

Para el año 2016, después de transcurridos 20 años, se encontró la clasificación de las categorías de cobertura y uso de la tierra, siguientes:

- Primero la 24 Áreas Agrícolas heterogéneas (Aah) con 27 096,26 ha (40,72%).
- Segundo 331 Herbazal-pajonales (He) con 11 148,19 h a (16,75%).
- Tercero 334 Vegetación arbustiva/herbácea (Vah) con 8 948,91 ha (13,45 %).
- Cuarto 332 Arbustal-arbustos (Ar) con 6 471,97 ha (9,73%).
- Quinto 32 Bosques plantados (Bp) con 6 417,04 ha (9,64%).
- Sexto 23 Pastos (Pa) con 6 325,61 ha (9,51%).
- Séptimo 512 Lagunas con 100,37 ha (0,15%).
- Octavo 111 Tejido urbano continuo (Tu) con 41,34 ha (0,06%).

En el cambio de cobertura, se concluye que de un total de 66 549,69 ha del área de la provincia de San Pablo: Si Cambio la cobertura y uso de la tierra en 9 794,87 ha que representa el 14,72%, con áreas que se transformaron y se substituyó totalmente por otra cobertura y uso de la tierra. No cambio la cobertura en 56 754,82 ha que representa el 85,28%, del área provincial.

Se comprobó la Hipótesis planteada: Los Cambios de cobertura y uso de la tierra (CCUT) generan impactos ambientales negativos de moderado grado de incidencia sobre los componentes ambientales: Agua superficial, Paisaje, y Cobertura vegetal, en la provincia de San Pablo, entre los años 1996 – 2016. Comprobado mediante el diseño estadístico de la prueba Z, e Intervalo de Confianza para la proporción.

RECOMENDACIONES

Los resultados de esta investigación pueden utilizarse para estudios similares de mayor profundidad y detalle.

La información debe utilizarse para establecer políticas adecuadas del uso y manejo de la cobertura y uso de la tierra en las áreas de mayor riesgo con incidencia de grado crítico y grado severo de impactos.

CAPITULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agudelo C. y Cortez E. (2014). *Análisis del Impacto Ambiental en el Cambio de Uso del Suelo Empleando Imágenes Satelitales* (tesis de post grado) Universidad Manuela Beltrán, Bogotá DC. Colombia, Departamento de Post Grado, 1-6. Recuperado de <http://www.academia.edu/1705006/>, *Análisis_de_impacto_ambiental_en_el_cambio_y_uso_del_suelo*, (consultada el 02 de septiembre del 2017)
- Alcántara,G. (2014). *Estudio especializado: Análisis de cambios de la cobertura y uso de la tierra*. Cajamarca. Sub Comisión técnica regional para el estudio especializado. Región Cajamarca. Pag 2-5, 7-8, 9-13, 14 – 15, 19-20, 114-118.
- Barrios, F.I. (1983). *Estudio edafológico, en estudio del medio físico de Envió - Aralar*: La Edafología origen, desarrollo y conceptos. Euskal Herriko Geografi Goi Ikastaroa. Recuperado de www.ingeba.org/liburua/cursosup/barrios/barrios.htm, (consultada el 10 de abril 2017).
- Biodiversidad Mexicana. (2016). Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad. Recuperado de http://ww.biodiversidad.gob.mx/pais/cobertura_suelo/. [Consultada el 15 de noviembre 2016].
- Bojórquez S., et. al.2010. *Cambio de cobertura y uso del suelo en la cuenca del río Mololoa, Nayarit Land Cover / Land Use, Canges in the Mololoa river basin Nayarit*. Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara, México. Edición Bioceánicas. Revista Bio ciencia, 19 -20 (consultado el 14 de junio 2018).

- CELECEP. (2009). *Estudio del impacto ambiental definitivo de la construcción y operación de la sub estación el Inga*, Ecuador, Greenleaf Ambiental Company CIA-LTDA.182-209. Recuperado de <https://www.Celec.gob.ec/transelectric7imagenes/stories>, (consultado el 30 julio de 2017).
- Cieza D. (2017). *Análisis de cambios de cobertura y uso de la tierra con imágenes satelitales del distrito de Matara periodos 1991-2003-2016. Cajamarca* (tesis de grado). Universidad Nacional de Cajamarca Perú. Facultad de ciencias agrarias, 17 - 43, 63 - 75.
- Dávila, G. (2010). Evaluación de cambio de cobertura vegetal y uso de suelo en la cuenca del río Tecolutla, Veracruz, México, periodo 1994. Universidad Taubaté, México. *Revista Ambiente & agua* vol.10 N° 2 Taubaté Apr./june 2015. On-line versión ISSSN 1980-993x. p. 5-7,25-29. Recuperado de http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980. [Consultado el 03 de 28 de febrero 2017].
- EcuRed (2017). Artículo de EcuRed, Geografía y medio ambiente, https://www.ecured.cu/Cubierta_vegetal, (Consultada 5 de junio del 2017).
- Escalante C. (2010), Prueba de hipótesis frente a intervalos de confianza, *Ciencia & Tecnología para la Salud Visual y Ocular* Vol.8, No.1/enero- junio de 2010. Profesor emérito Universidad Nacional La Salle. P.155,156, recuperado de [file:///C:/Users/G50-45/Downloads/Dialnet-PruebaDeHipotesis FrenteAIntervalos De Confianza](file:///C:/Users/G50-45/Downloads/Dialnet-PruebaDeHipotesisFrenteAIntervalosDeConfianza) (consultado el 25 de enero 2018)
- FAO, y Gayoso A. (1995). *Impacto ambiental de las prácticas forestal y construcción de caminos en bosques forestales siempre verdes de la X región de Chile*. Depósito de documentos de la FAO. Universidad Austral de Chile, Facultad

- de ciencias forestales, Chile. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/V9727S/v9727s01.htm>, (Consultada el 25 de julio de 2017).
- FAO. (2016). *Portal de suelos. Levantamiento de suelos. Recuperado de*, <http://www.fao.org/soils-portal/about/definiciones/es> (consultado el 16 de noviembre 2017).
- FAO. (2017). *Depósitos de documentos de la FAO. Ecología y enseñanza rural.* Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/006/W1309S/1309s04.htm#Top>, (Consultado el 11 de abril 2017).
- Geoinstitutos (2015). Artículos de cobertura vegetal, Institutos geográficos y cartográficos de América Latina, España y Portugal. Instituciones iberoamericanas. Recuperado de http://www.geoinstitutos.com/art_03_cober2.asp, (consultada el 5 de junio del 2017).
- Gonzales, I. C., y Llanos L. R. (2015). *Evaluación de los efectos de deforestación en la hidrología y perdida lateral de carbono orgánico del suelo en la cuenca del alto mayo.* Universidad Agraria La Molina, Facultad de Ingeniería Forestal, Perú. Recuperado de <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00907915/document>, (Consultado el 22 de abril de 2017).
- GTZ, CONDESAN, y CEDEPAS. (2007) *Plan de acondicionamiento territorial de la provincia de San Pablo*, pag. 104-106: Recuperado <http://www.eird.org/plataforma-tematica-riesgo-urbano/recopilacion-de-articulos/miguel-vazquez.pdf>, (consultado el 28 abril 2017).
- INEGI. (2016). Instituto Nacional de Estadística y Geografía: *Temario 2 cartografía.* Av. Héroe de Nacozari Sur, N° 2301, Fracc. Jardines del Parque, C.P. 20276 Aguas Calientes, Ags, México, 1. Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/imgpercepcion/imgsatelite/> (consultado el 20 marzo 2017)

- Kolb M. (2013). *Dinámica del uso del suelo y cambio climático en la planeación sistemática para la conservación: un caso de estudio en la cuenca Grijalva-Usumacinta* (tesis Doctoral). En Geografía Universidad Autónoma de Méjico, Instituto de Geografía, 56-63. Recuperado de <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00907915/document>, (Consultado el 22 de abril de 2018).
- Lovelock James. (1960). *La catástrofe ambiental es inevitable no hay nada que hacer*. Recuperado de <http://pijamasurf.com/2014/02/james-lovelock-autor-de-la-teoria-de-gaia-la-catastrofe-ambiental-es-inevitable-no-hay-nada-que-hacer/>. (Consultada 16 - 17 de agosto de 2017).
- MINANBIENTE. (2012). Ecosistemas Colombia. Recuperado de <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/coberturas-tierra>. (Consultada el 15 de noviembre 2016).
- Ministerio del Ambiente. (2014). *Protocolo Análisis de las dinámicas de los cambios de cobertura de la tierra en la comunidad Andina*. Dirección General de ordenamiento territorial. Primera ed, febrero 2014. Editado Biblioteca Nacional del Perú. Recuperado de www.minam.gob.pe/.../wp-content/.../04.-protocolo-analisis-de-las-dinamicas-8.pd (Consultado el 11 de abril 2017).
- Ministerio del Ambiente. 2015. *Memoria descriptiva del Mapa de Cobertura Vegetal del Perú*. Primera Edición. Lima Perú: 106 págs.
- Montero M. A. y Viales H. R. (2015). La Teoría del cambio en el paisaje a partir del cambio del uso de la tierra y la cobertura del suelo (enfoque LUCC). Su utilidad para la historia ambiental. *Revista Facultad de ciencias Sociales*, Universidad Nacional Heredia Costa Rica. Vol N° 94. Num.2 (2015). <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/reflexiones/article/view/> (Consultada 12 de abril 2017).
- Martínez de Pisón E (2010). Teorías del Paisaje. Departamento de Geografía, Universidad Autónoma de Madrid, 215–219. Recuperado de <file:///C:/Users/G50->

[5/Downloads/Dialnet-TeoriasDelPaisaje-4854190.pdf](#), (consultado el 5 de setiembre 2017).

Murray, I., Macia B. y Rullan O. (2005). *Los cambios en la cobertura de la tierra: Una revisión bibliográfica desde la Geografía*, Vol N°571, marzo 2005: Universidad de Barcelona. España. Recuperado de <http://www.ub.edu/geocrit/b3w-571.htm> (Consultado el 12 de abril 2017).

UNESCO (200), Ley general sobre medio ambiente y recursos naturales, 18 agosto 2000, N° 64, 2018, Régimen Legal Ambiental: 106 págs. Recuperado de [UNESCOhttp://www.unesco.org/culture/natlaws/media/pdf/](http://www.unesco.org/culture/natlaws/media/pdf/) (consultada el 15 de julio 2018)

Ortiz, R. (2015). *Síntesis de la evolución del conocimiento en Edafología*. Revista Eubacteria: Departamento de Química Agrícola, Geología y Edafología, Universidad de Murcia.[http://www.um.es/eubacteria/ síntesis de_la_evolución_del_conocimiento en Edafologia Eubacteria 34.pdf](http://www.um.es/eubacteria/síntesis_de_la_evolución_del_conocimiento_en_Edafologia_Eubacteria_34.pdf) (consultado el 10 de abril 2017)

Peña, J. (2007). *Efectos ecológicos de los cambios de las coberturas y usos del suelo en la Marina Baixa (Alicante)* (tesis Doctoral). Universidad de Alicante de España. Departamento de Ecología, pag. 274-277, 508-511. Recuperado de <https://www.pik-potsdam.de/news/public-events/archiv/alter-et/alumni/tesis-juanpena.pdf>. (Consultado el 28 febrero 2017 y junio 2018).

Rossiter, D. (1994). *Evaluación de las tierras. Universidad Cornell: Facultad de Agricultura & las Ciencias de la Vida: Departamento de las Ciencias del Suelo, de los Cultivos, y de Atmósfera*. Agosto 1994. Traducido por el Proyecto CLAS/ITC Cochabamba, Bolivia Julio 1998, 18-19 Recuperado de http://www.css.cornell.edu/faculty/dgr2/Docs/Scas494/S494_E_1.pdf Consulado el 29 de abril 2017)

- Thunen, V. (2014). *Teoría de la Localización*. Normand Asuad. 21-23. Recuperado de www.economia.unam.mx/.../TEORIA%20LOCALIZACION%20%20primera%20 (consulta final 10 de abril 2017)
- TELEDET. (2016). *Procesamiento de imágenes satelitales*. Mariano Abasolo, Pueblo Nuevo, C.P. 23060, La Paz Baja California, 2. Recuperado de <http://www.teledet.com.uy/tutorial-imagenes-satelitales/procesamiento-imagenes-satelitales.htm> (consultado el 28 de abril 2018).
- USGS. (2016). Science for a changing, World. Landsat Missions. Contact USGS. Recuperado de <https://landsat.usgs.gov/landsat-8>, (consultada el 2 septiembre del 2017).
- Zorogastúa, P., et. al. (2011). Evaluación de cambios en la cobertura y uso de la tierra con imágenes de satélite en Piura-Perú. Departamento académico de Biología Universidad Agraria La Molina-Lima-Perú, *Ecología Aplicada*, 10(1), 2011. Presentado: 11/10/2010, Aceptado: 29/05/2011. Pag 1-20. Recuperado de [http://www.lamolina.edu.pe/ecolapl/Articulo-2 No_1 Vol_10.pdf](http://www.lamolina.edu.pe/ecolapl/Articulo-2_No_1_Vol_10.pdf) (consultada el 03 de febrero de 2017).
- Kolb, M. (2013). *Dinámica del uso del suelo y cambio climático en la planeación sistemática para la conservación: un caso de estudio en la cuenca Grijalva-Usumacinta* (tesis Doctoral) en Geografía Universidad Autónoma de México, Instituto de Geografía, 56-63. Recuperado <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00907915/document>, (Consultado el 22 de abril de 2017).

CAPITULO VII: APENDICE-FIGURAS, MAPAS Y ANEXOS-TABLAS

APENDICE

Apéndice 1.

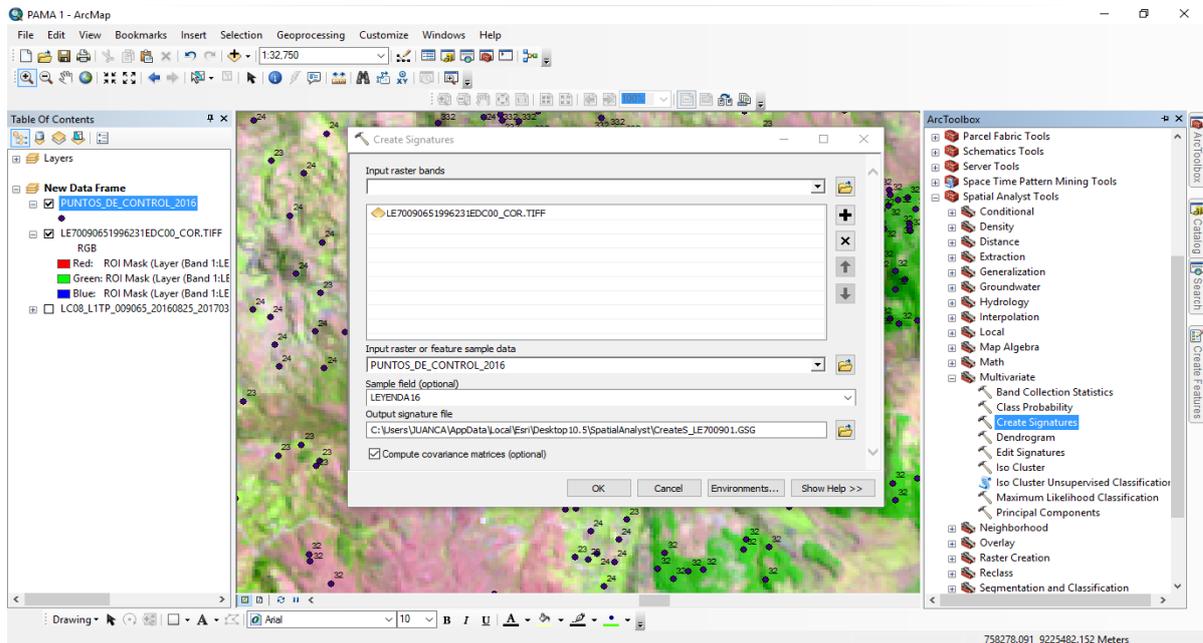


Figura proceso de integración de puntos de control para la clasificación de la cobertura y uso de la tierra con Software ArcGis y códigos de CLC

Apéndice 2.

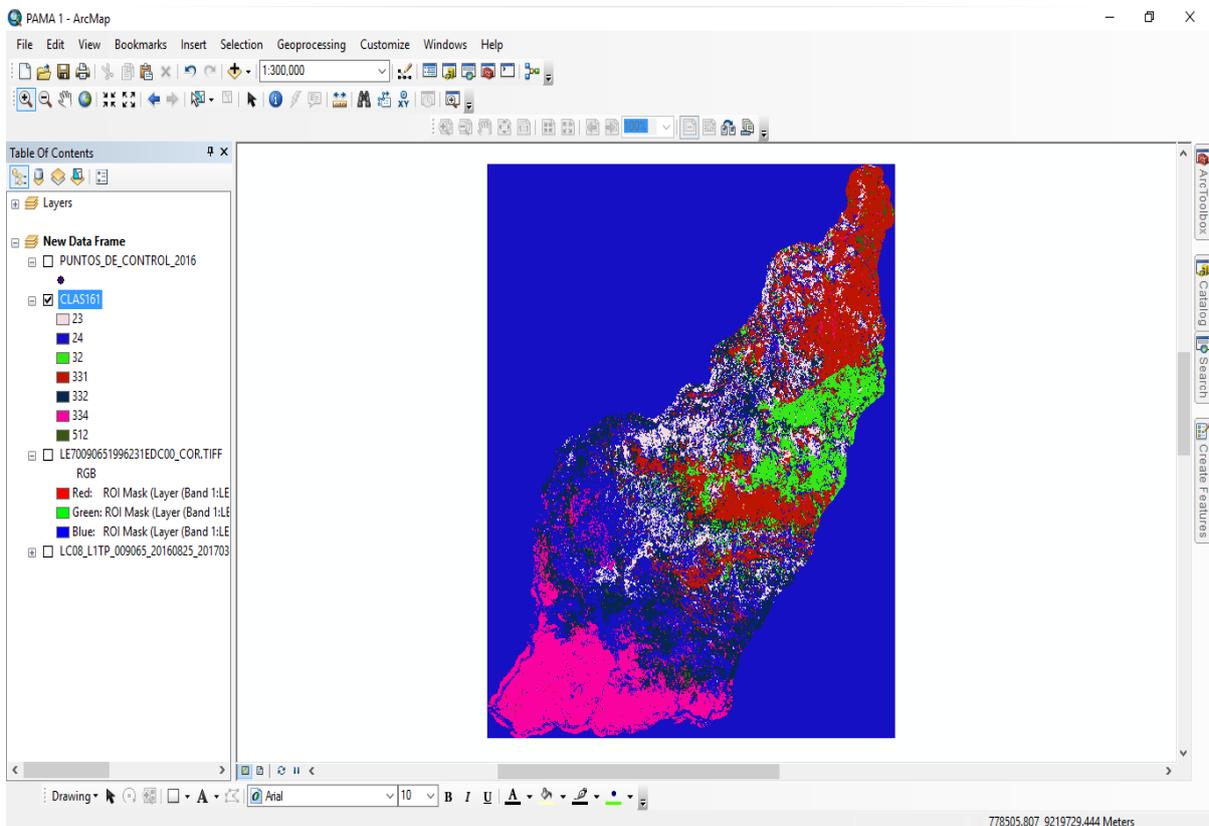


Figura proceso de identificación, generación de clasificación de cobertura y uso de la tierra formato en raster utilizando software el ArcGis y códigos del sistema de CLC

Apéndice 3. Figura proceso de conversión de formato raster a vector de clasificación de categorías de coberturas y uso de la tierra, través del ArcGis y a códigos del CLC

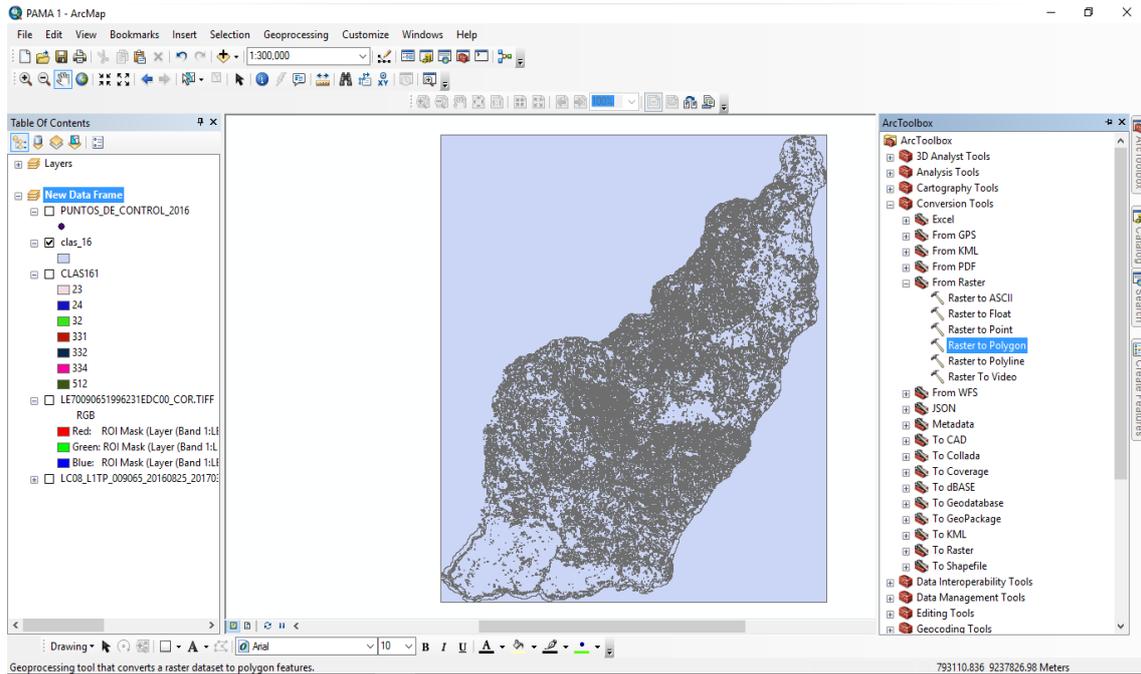
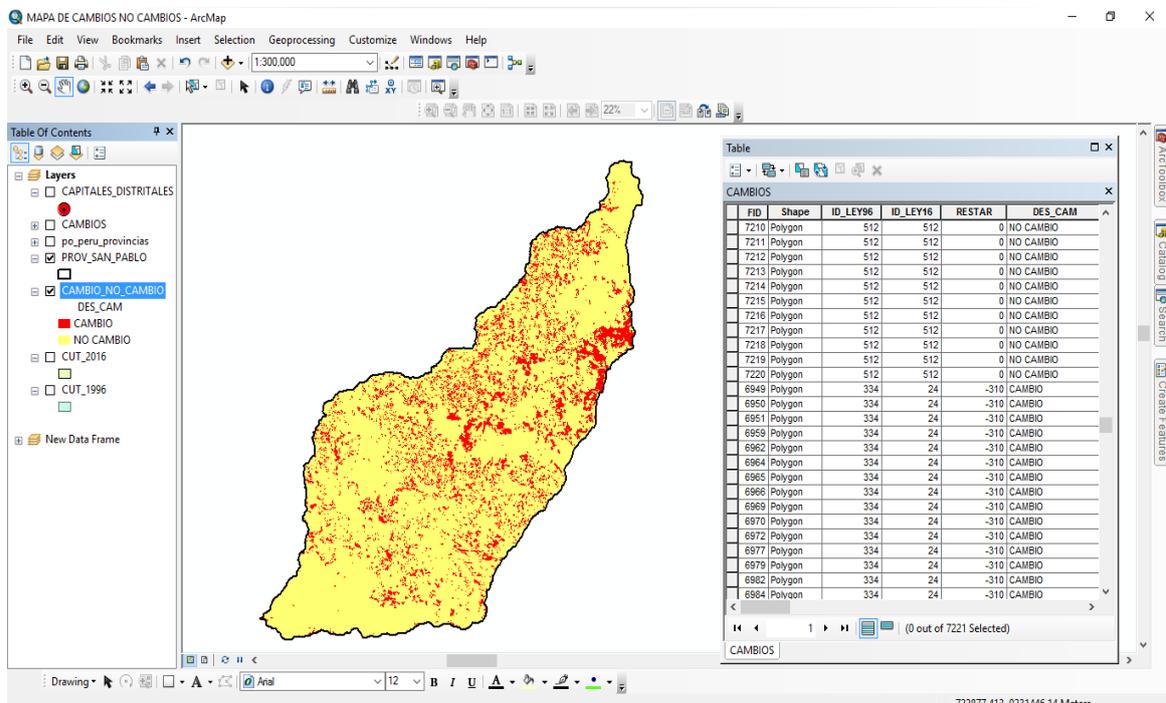


Figura proceso de conversión de formato raster a vector de clasificación de categorías de coberturas y uso de la tierra, través del ArcGis y a códigos del CLC

Apéndice 4.



Conversión de formato vector a edición de polígonos, y obtención de la clasificación de la cobertura y uso de la tierra, con ArcGis y codificado según CLC

Apéndice 5.

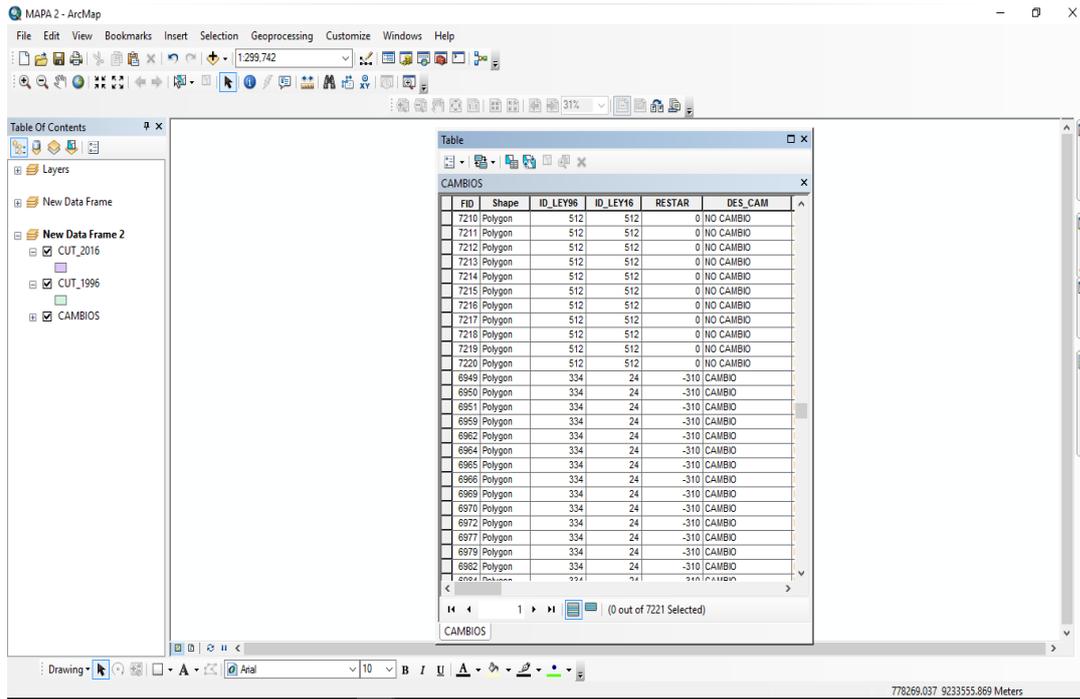


Figura proceso de determinación de variación, de cambios de cobertura y uso de la tierra, en base a comparación de datos base de 1996 y 2016 con algebra de mapas

Apéndice 6.

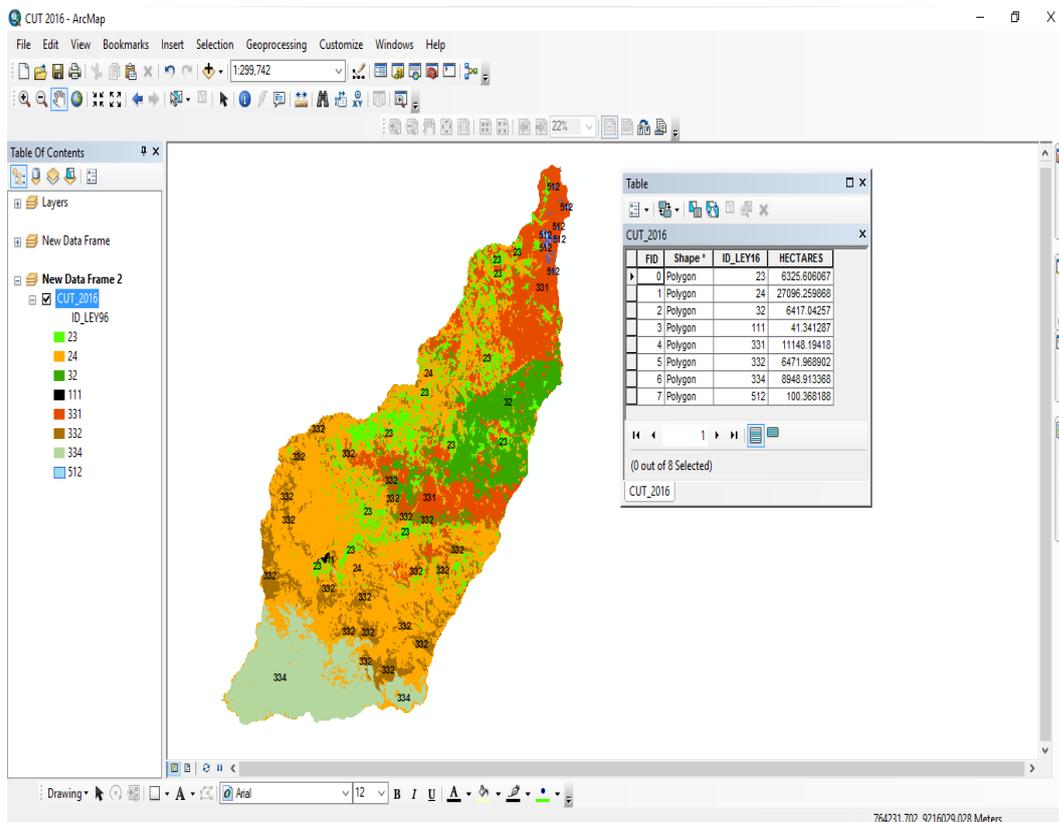


Figura proceso de determinación del mapa de áreas de cambio y no cambio de cobertura y uso de la tierra 1996 – 2016, utilizando algebra de mapas

Apéndice 7.

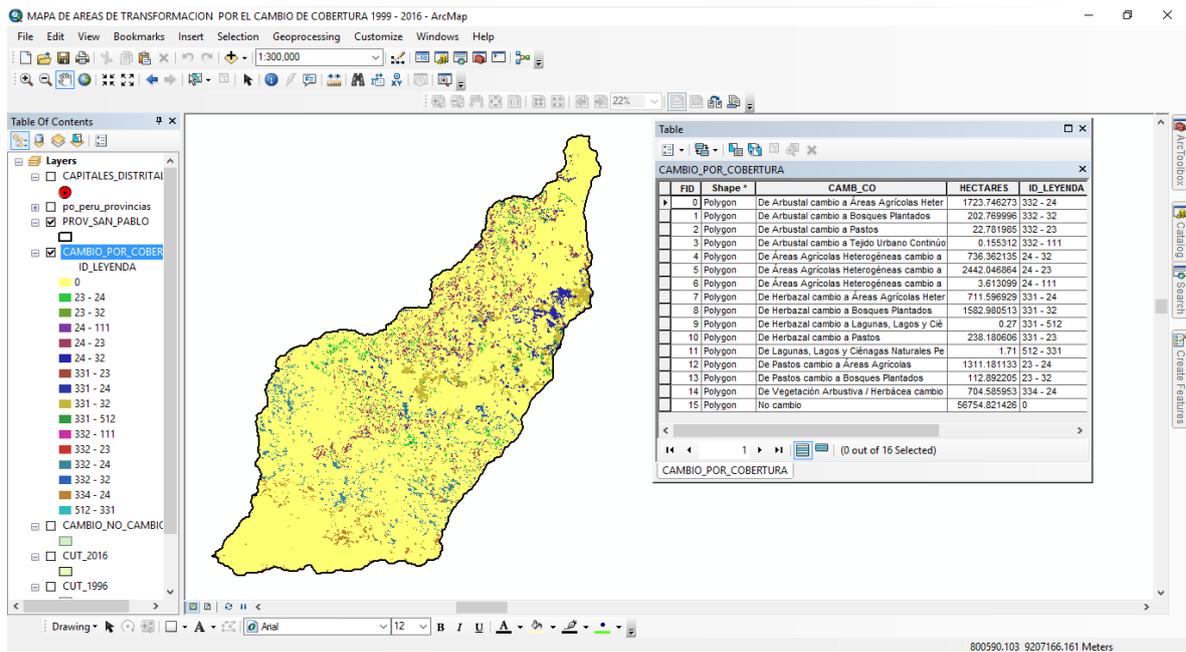


Figura proceso de determinación del mapa de áreas de cambio de cobertura y uso de la tierra, por sustitución de la cobertura entre 1996 – 2016, utilizando algebra de mapas

Formatos de matrices para la identificación y evaluación de impactos ambientales:

Apéndice 8. Tabla Matriz de Intensidad de impactos ambientales por los CCUT 1996 – 2016

Nº	Cambio de código	Cambios de cobertura y uso de la tierra ocurrido en la provincia de San Pablo	Área de cambio	Componentes y factores ambientales				
				Medio Físico		Medio biótico		
				Agua superficial	Paisaje	Flora		
Cam	Del - Al	CUT 1996	CUT 2016	Área ha	%	Agua superficial	Paisaje	Cobertura vegetal
1	332 - 24	Arbustal (arbustos)	Áreas agrícolas heterogéneas					
2	332 - 32	Arbustal	Bosques plantados					
3	332 - 23	Arbustal	Pastos					
4	332 - 111	Arbustal	Tejido urbano continuo					
5	24 - 32	Áreas agrícolas heterogéneas	Bosques plantados					
6	24 - 23	Áreas agrícolas heterogéneas	Pastos					
7	24 - 111	Áreas agrícolas heterogéneas	Tejido urbano continuo					
8	331 - 24	Herbazal (pajonales)	Áreas agrícolas heterogéneas					
9	331 - 32	Herbazal	Bosques plantados					
10	331 - 512	Herbazal	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes					
11	331 - 23	Herbazal	Pastos					
12	512 - 331	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	Herbazal (pajonales)					
13	23 - 24	Pastos	Áreas agrícolas heterogéneas					
14	23 - 32	Pastos	Bosques plantados					
15	334 - 24	Vegetación arbustiva/herbácea	Áreas agrícolas heterogéneas					
Total								

Escala de valores intensidad	
Intensidad (I)	Valor
Alto	7 a 9
Medio	4 a 6
Bajo	1 a 3

Apéndice 9. Matriz de Extensión de impactos ambientales por los CCUT 1996 2016

Nº	Cambio de código	Cambios de cobertura y uso de la tierra ocurrido en la provincia de San Pablo		Área de cambio		Componentes y factores ambientales		
		Del - Al	CUT 1996	CUT 2016	Área ha	%	Medio Físico	Medio biótico
Cam	Del - Al	CUT 1996	CUT 2016	Área ha	%	Agua superficial	Paisaje	Cobertura vegetal
1	332 - 24	Arbustal (arbustos)	Áreas agrícolas heterogéneas					
2	332 - 32	Arbustal	Bosques plantados					
3	332 - 23	Arbustal	Pastos					
4	332 - 111	Arbustal	Tejido urbano continuo					
5	24 - 32	Áreas agrícolas heterogéneas	Bosques plantados					
6	24 - 23	Áreas agrícolas heterogéneas	Pastos					
7	24 - 111	Áreas agrícolas heterogéneas	Tejido urbano continuo					
8	331 - 24	Herbazal (pajonales)	Áreas agrícolas heterogéneas					
9	331 - 32	Herbazal	Bosques plantados					
10	331 - 512	Herbazal	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes					
11	331 - 23	Herbazal	Pastos					
12	512 - 331	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	Herbazal (pajonales)					
13	23 - 24	Pastos	Áreas agrícolas heterogéneas					
14	23 - 32	Pastos	Bosques plantados					
15	334 - 24	Vegetación arbustiva / herbácea	Áreas agrícolas heterogéneas					

Total

Escala de valores Extensión

Extensión (E)	Valor
Regional	10
Local	5
Puntual	2

Apéndice 10. Matriz de Duración de impactos ambientales por los CCUT 1996-2016

Nº	Cambio de código	Cambios de cobertura y uso de la tierra ocurrido en la provincia de San Pablo		Área de cambio		Componentes y factores ambientales		
		Del - Al	CUT 1996	CUT 2016	Área ha	%	Medio Físico	Medio biótico
Cam	Del - Al	CUT 1996	CUT 2016	Área ha	%	Agua superficial	Paisaje	Cobertura vegetal
1	332 - 24	Arbustal (arbustos)	Áreas agrícolas heterogéneas					
2	332 - 32	Arbustal	Bosques plantados					
3	332 - 23	Arbustal	Pastos					
4	332 - 111	Arbustal	Tejido urbano continuo					
5	24 - 32	Áreas agrícolas heterogéneas	Bosques plantados					
6	24 - 23	Áreas agrícolas heterogéneas	Pastos					
7	24 - 111	Áreas agrícolas heterogéneas	Tejido urbano continuo					
8	331 - 24	Herbazal (pajonales)	Áreas agrícolas heterogéneas					
9	331 - 32	Herbazal	Bosques plantados					
10	331 - 512	Herbazal	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes					
11	331 - 23	Herbazal	Pastos					
12	512 - 331	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	Herbazal (pajonales)					
13	23 - 24	Pastos	Áreas agrícolas heterogéneas					
14	23 - 32	Pastos	Bosques plantados					
15	334 - 24	Vegetación arbustiva / herbácea	Áreas agrícolas heterogéneas					

Total

Apéndice 11. Matriz de determinación de la Reversibilidad de impactos ambientales por CCUT 1996-2016

Nº	Cambio de código	Cambios de cobertura y uso de la tierra ocurrido en la provincia de San Pablo		Área de cambio		Componentes y factores ambientales		
						Medio Físico		Medio biótico
						Agua	Paisaje	Flora
Camb	Del - Al	CUT 1996	CUT 2016	Área ha	%	Agua superficial	Paisaje	Cobertura vegetal
1	332 - 24	Arbustal (arbustos)	Áreas agrícolas heterogéneas					
2	332 - 32	Arbustal	Bosques plantados					
3	332 - 23	Arbustal	Pastos					
4	332 - 111	Arbustal	Tejido urbano continuo					
5	24 - 32	Áreas agrícolas heterogéneas	Bosques plantados					
6	24 - 23	Áreas agrícolas heterogéneas	Pastos					
7	24 - 111	Áreas agrícolas heterogéneas	Tejido urbano continuo					
8	331 - 24	Herbazal (pajonales)	Áreas agrícolas heterogéneas					
9	331 - 32	Herbazal	Bosques plantados					
10	331 - 512	Herbazal	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes					
11	331 - 23	Herbazal	Pastos					
12	512 - 331	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	Herbazal (pajonales)					
13	23 - 24	Pastos	Áreas agrícolas heterogéneas					
14	23 - 32	Pastos	Bosques plantados					
15	334 - 24	Vegetación arbustiva / herbácea	Áreas agrícolas heterogéneas					
Total								

Escala de la Reversibilidad

Criterio de reversibilidad (R): El Sistema puede retornar a una situación de equilibrio similar, o equivalente		Valor
Irreversible	Baja o irrecuperable	10
	Largo plazo: El impacto recuperable a muy largo plazo (+ de 30 años), y de elevado costo	9
Parcialmente reversible	Media: Impacto reversible a largo plazo	5
Reversible	Alto: Impacto reversible de forma inmediata, o corto plazo (0 a 10 años)	2

Apéndice 12. Matriz de determinación de la Incidencia de impactos ambientales por los CCUT 1996-2016

N°	Cambio de código	Cambios de cobertura y uso de la tierra ocurrido en la provincia de San Pablo		Área de cambio		Componentes y factores ambientales		
						Medio Físico		Medio biótico
						Agua	Paisaje	Flora
Camb	Del - Al	CUT 1996	CUT 2016	Área ha	%	Agua superficial	Paisaje	Cobertura vegetal
1	332 - 24	Arbustal (arbustos)	Áreas agrícolas heterogéneas					
2	332 - 32	Arbustal	Bosques plantados					
3	332 - 23	Arbustal	Pastos					
4	332 - 111	Arbustal	Tejido urbano continuo					
5	24 - 32	Áreas agrícolas heterogéneas	Bosques plantados					
6	24 - 23	Áreas agrícolas heterogéneas	Pastos					
7	24 - 111	Áreas agrícolas heterogéneas	Tejido urbano continuo					
8	331 - 24	Herbazal (pajonales)	Áreas agrícolas heterogéneas					
9	331 - 32	Herbazal	Bosques plantados					
10	331 - 512	Herbazal	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes					
11	331 - 23	Herbazal	Pastos					
12	512 - 331	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	Herbazal (pajonales)					
13	23 - 24	Pastos	Áreas agrícolas heterogéneas					
14	23 - 32	Pastos	Bosques plantados					
15	334 - 24	Vegetación arbustiva / herbácea	Áreas agrícolas heterogéneas					
Total								
Escala de la Incidencia								
						Criterio	Incidencia (G)	Valor
						Probabilidad de ocurrencia que un cambio de CUT produzca un impacto sobre un factor ambiental	Alta	10
							Media	5
							Bajo	2

Apéndice 13. Matriz de cálculo de la Severidad del impacto ambiental por los CCUT 1996-2016

Nº	Cambio de código	Cambios de cobertura y uso de la tierra ocurrido en la provincia de San Pablo		Área de cambio		Componentes y factores ambientales		
						Medio Físico		Medio biótico
						Agua	Paisaje	Flora
Camb	Del - Al	CUT 1996	CUT 2016	Área ha	%	Agua superficial	Paisaje	Cobertura vegetal
1	332 - 24	Arbustal (arbustos)	Áreas agrícolas heterogéneas					
2	332 - 32	Arbustal	Bosques plantados					
3	332 - 23	Arbustal	Pastos					
4	332 - 111	Arbustal	Tejido urbano continuo					
5	24 - 32	Áreas agrícolas heterogéneas	Bosques plantados					
6	24 - 23	Áreas agrícolas heterogéneas	Pastos					
7	24 - 111	Áreas agrícolas heterogéneas	Tejido urbano continuo					
8	331 - 24	Herbazal (pajonales)	Áreas agrícolas heterogéneas					
9	331 - 32	Herbazal	Bosques plantados					
10	331 - 512	Herbazal	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes					
11	331 - 23	Herbazal	Pastos					
12	512 - 331	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	Herbazal (pajonales)					
13	23 - 24	Pastos	Áreas agrícolas heterogéneas					
14	23 - 32	Pastos	Bosques plantados					
15	334 - 24	Vegetación arbustiva / herbácea	Áreas agrícolas heterogéneas					
Total								

Fórmula de la Severidad del impacto

S: Ma * VIA

S: Severidad del impacto

Ma: Magnitud del impacto

VIA: Valor del índice ambiental

Apéndice 14. Matriz del Grado de Severidad del impacto ambiental por los CCUT 1996-2016

Nº	Cambio de código	Cambios de cobertura y uso de la tierra ocurrido en la provincia de San Pablo		Área de cambio	Componentes y factores ambientales			
					Medio Físico	Medio biótico		
					Agua	Paisaje	Flora	
Camb	Del - Al	CUT 1996	CUT 2016	Área ha	%	Agua superficial	Paisaje	Cobertura vegetal
1	332 - 24	Arbustal (arbustos)	Áreas agrícolas heterogéneas					
2	332 - 32	Arbustal	Bosques plantados					
3	332 - 23	Arbustal	Pastos					
4	332 - 111	Arbustal	Tejido urbano continuo					
5	24 - 32	Áreas agrícolas heterogéneas	Bosques plantados					
6	24 - 23	Áreas agrícolas heterogéneas	Pastos					
7	24 - 111	Áreas agrícolas heterogéneas	Tejido urbano continuo					
8	331 - 24	Herbazal (pajonales)	Áreas agrícolas heterogéneas					
9	331 - 32	Herbazal	Bosques plantados					
10	331 - 512	Herbazal	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes					
11	331 - 23	Herbazal	Pastos					
12	512 - 331	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	Herbazal (pajonales)					
13	23 - 24	Pastos	Áreas agrícolas heterogéneas					
14	23 - 32	Pastos	Bosques plantados					
15	334 - 24	Vegetación arbustiva / herbácea	Áreas agrícolas heterogéneas					

Total

..Escala valoración de grado del impacto

Grado de Severidad del impacto ambiental	Escala de valor
Leve	0 a 5
Moderado	6 a 15
Severo (impacto adverso)	16 a 39
Crítico (impacto adverso)	40 a 100
Representativo (impacto beneficioso o positivo)	0 a 100

Apéndice 15. Tabla resumen del proceso para determinar los indicadores de los impactos ambientales por los CCUT en la provincia de San Pablo

Fase1 Identificación de impactos, por factores ambientales	Fase 2 Valoración de Impactos con 5 variables (Buroz)	Fase 3 Cálculo de la Magnitud del impacto (Ma)	Fase 4 Cálculo del Valor del Índice Ambiental (VIA)	Fase 5 Cálculo de la Severidad del impacto (S)	Fase 6 Determinación del Grado de Severidad del impacto
Identificación de impactos:	1. Intensidad (I) Criterios: Alto: 7 a 9 Medio: 4 a 6 Bajo: 1a 3	Magnitud (Ma) Ma = (I*Wi)+(E*We)+(D*Wd)			
Determinación de causa - efecto de cada CCUT, sobre cada factor ambiental: *Agua superficial, *Paisaje *Cobertura vegetal	2. Extensión (E) Criterios: -Regional: 10 -Local: 5 -Puntual: 2	Afectado por sus pesos ponderados de criterios: Wi = 0.40 We =0 .40 Wd=0 .20 Suma= 1.00	VIA=(Ma^xm * Ri^xr * Gi^xg) Donde cada variable, es afectado por el exponente con su Peso de Ponderación: P.P. Magnitud (xm) :0.61 P.P.Reversibilidad (xr):0.22 P.P.Incidencia (xg): 0.17 Suma: 1.00	S = Ma^VIA Ma: Magnitud VIA: Valor índice ambiental	Clasificación de la severidad: Con cuatro niveles de Grados: Se clasifica los valores de la Severidad, con el rango de valores: Leve = 0 a 5 Moderado=6 a 15 Severo = 16 a 39 Crítico= 40 a 100
Determinación carácter del impacto: Adversos (-) y beneficiosos (+)	3. Duración (D) Criterios: -Largo: 10 -Medio: 5 -Corto: 1				
	4. Reversibilidad (R): -Irrecuperable: .Irrecuperable: 10 .Recuperable a costo elevado: 9 -Parcialmente reversible: Medio: 5 -Reversible: Alto: 3				
	5. Incidencia (G) -Alto: 10 -Medio: 5 -Bajo: 2				

Apéndice 16. Tabla matriz de identificación de impactos por los CCUT de los años 1996 -2016 de la provincia de San Pablo, en el Factor Económico

Cam	Del - Al	CUT 1996	CUT 2016	Área (ha)	Porcentaje (%)	Dinámica económica	Intensidad	Extensión	Duración	Reversibilidad	Incidencia	Cálculo Magnitud	Cálculo del VIA	Cálculo Severidad	Clasif Grado severidad
1	332 - 24	Arbustal (arbustos)	Áreas agrícolas heterogéneas	1 723,75	17,60	+	5	5	10	5	5	6,00	5,72	34,34	34,34
2	332 - 32	Arbustal	Bosques plantados	202,77	2,07	-	3	5	2	2	2	3,60	4,47	16,11	16,11
3	332 - 23	Arbustal	Pastos	22,78	0,23	+	4	2	2	2	5	2,80	4,35	12,19	12,19
4	332 - 111	Arbustal	Tejido urbano continuo	0,16	0,00	+	7	2	10	10	10	5,60	6,00	33,59	33,59
5	24 - 32	Áreas agrícolas heterogéneas	Bosques plantados	736,36	7,52	-	3	5	5	5	2	4,20	4,95	20,79	20,79
6	24 - 23	Áreas agrícolas heterogéneas	Pastos	2 442,05	24,93	+	4	2	5	2	5	3,40	4,59	15,60	15,60
7	24 - 111	Áreas agrícolas	Tejido urbano continuo	3,61	0,04	+	7	2	10	10	10	5,60	6,00	33,59	33,59
8	331 - 24	Herbazal (pajonales)	Áreas agrícolas heterogéneas	711,60	7,26	+	5	5	5	5	10	5,00	5,57	27,87	27,87
9	331 - 32	Herbazal	Bosques plantados	1 582,98	16,16	-	4	5	2	2	2	4,00	4,62	18,48	18,48
10	331 - 512	Herbazal	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	0,27	0,00	-	4	2	5	5	2	3,40	4,66	15,84	15,84
11	331 - 23	Herbazal	Pastos	238,18	2,43	+	4	5	5	2	2	4,60	4,83	22,20	22,20
12	512 - 331	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	Herbazal (pajonales)	1,71	0,02	-	3	2	5	9	2	3,00	4,70	14,10	14,10
13	23 - 24	Pastos	Áreas agrícolas heterogéneas	1 311,18	13,39	+	5	5	2	5	10	4,40	5,37	23,64	23,64
14	23 - 32	Pastos	Bosques plantados	112,89	1,15	-	3	2	5	5	2	3,00	4,50	13,51	13,51
15	334 - 24	Vegetación arbustiva / herbácea	Áreas agrícolas heterogéneas	704,59	7,19	+	5	5	5	5	5	5,00	5,41	27,04	27,04
Total				9 794,87	100,00										

Escala valoración de grado del impacto

Grado de Severidad del impacto ambiental	Escala de valor	Color
Leve	0 a 5	(Amarillo)
Moderado	6 a 15	(Azul)
Severo (impacto adverso)	16 a 39	(Naranja)
Crítico (impacto adverso)	40 a 100	(Rojo)
Representativo (impacto beneficioso o positivo)	0 a 100	(Verde)

Resultado resumen del grado de severidad del impacto en el Factor Económico

Grados	Cantidad imp	Porcentaje	Área ha
Leve	0	0,00%	0
Moderado	1	6,67%	0,27
Severo	5	33,33%	2 636,71
Crítico	0	0,00%	0
Total	6	40,00%	2636,98
Carácter positivo			
Beneficioso	9,00	60,00%	7 157,89
Total	15,00	100,00%	9 794,87

Apéndice: Figuras de mapas temáticos del estudio

Apéndice 17. Mapa temático de clasificación de la cobertura y uso de la tierra (CUT) al año 1996 de la provincia de San Pablo (mapa 01).

Apéndice 18. Mapa temático de clasificación de la cobertura y uso de la tierra (CUT) al año 2016 de la provincia de San Pablo (mapa 02).

Apéndice 19. Mapa de áreas de cambio y no cambio de la cobertura y uso de la tierra 1996 – 2016 de la provincia de San Pablo (mapa 03).

Apéndice 20. Mapa de áreas de cambio de la cobertura y uso de la tierra 1996 – 2016 de la provincia de San Pablo (mapa 04).

Apéndice 21. Mapa de identificación de impactos ambientales en el factor Agua superficial, por los CCUT 1996 -2016, en la provincia de San Pablo (mapa 05).

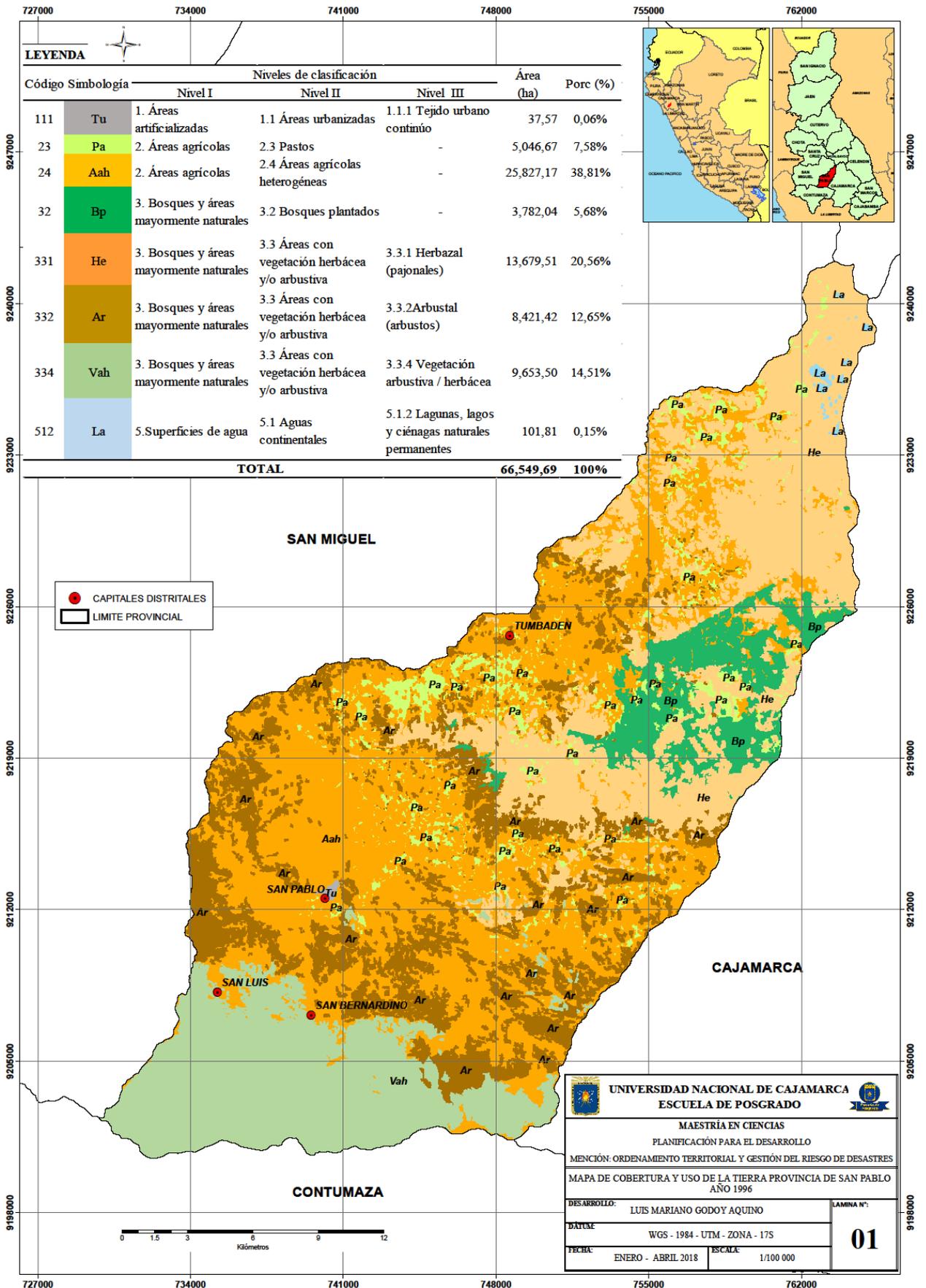
Apéndice 22. Mapa de identificación de impactos ambientales en el factor Paisaje por los CCUT 1996 -2016, en la provincia de San Pablo (mapa 06).

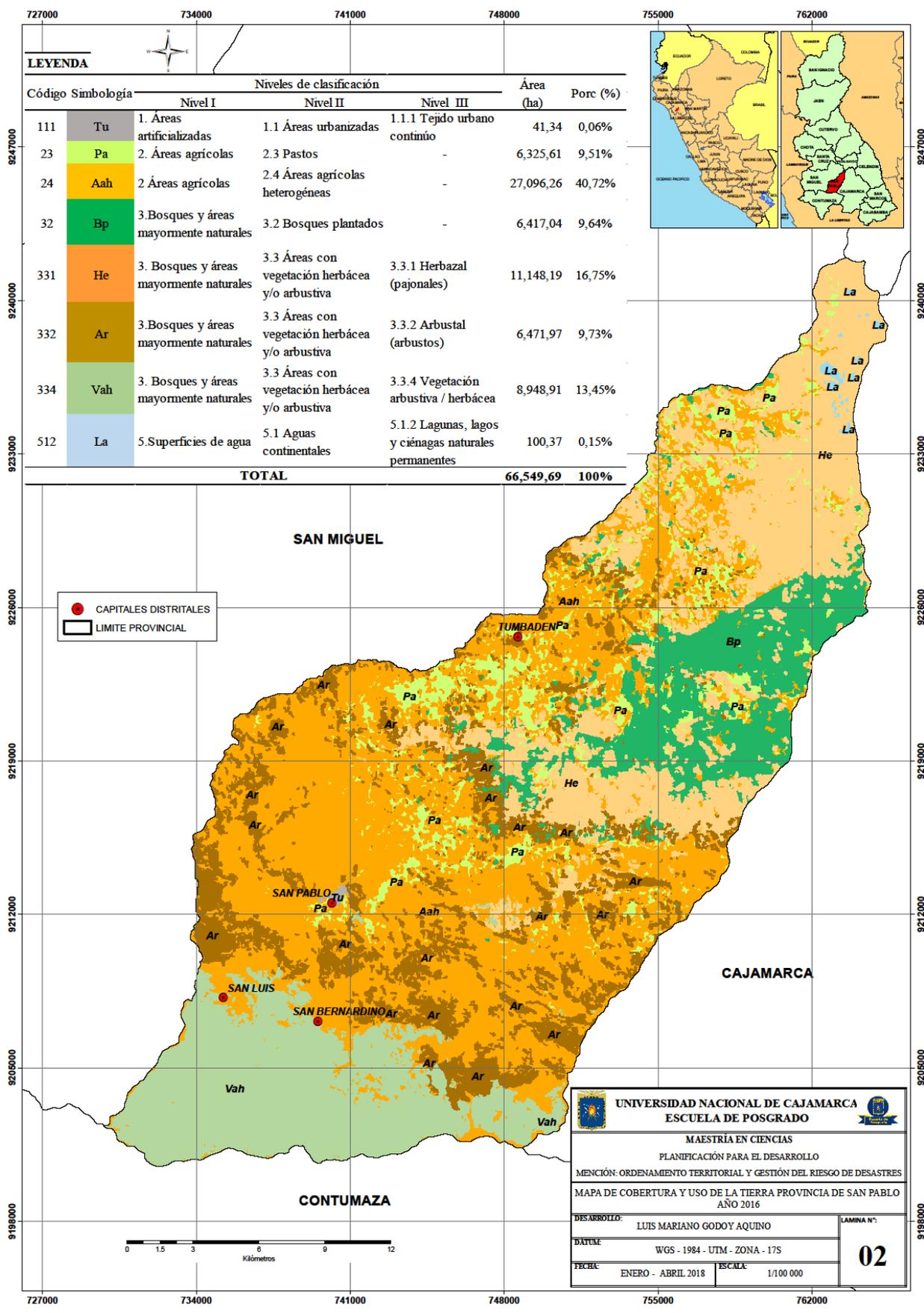
Apéndice 23. Mapa de identificación de impactos ambientales en el factor Cobertura vegetal por los CCUT 1996 -2016, en la provincia de San Pablo (mapa 07).

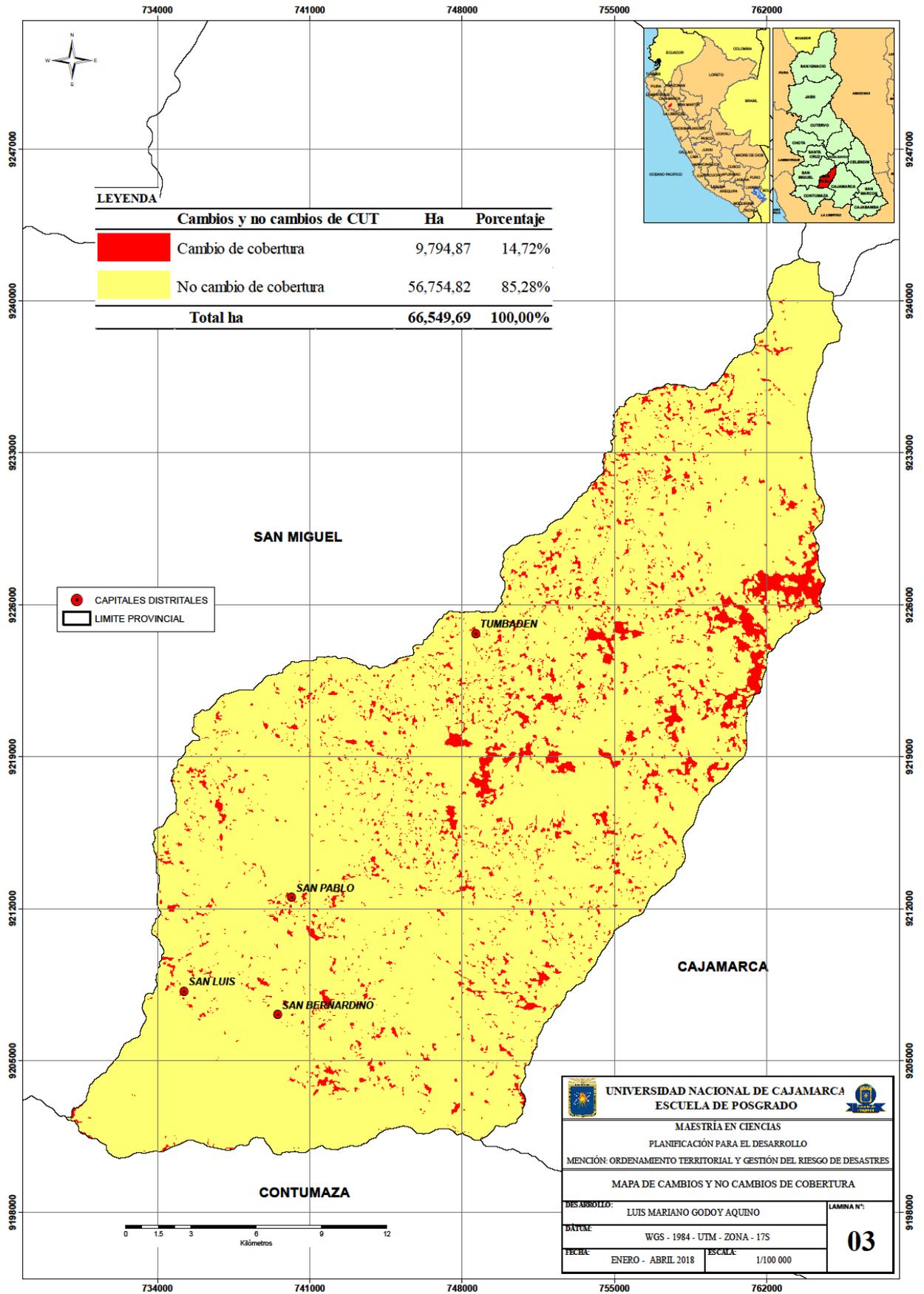
Apéndice 24. Mapa de clasificación del Grado de Severidad del impacto ambiental en el factor Agua superficial, por los CCUT 1996-2016 provincia San Pablo (mapa 08).

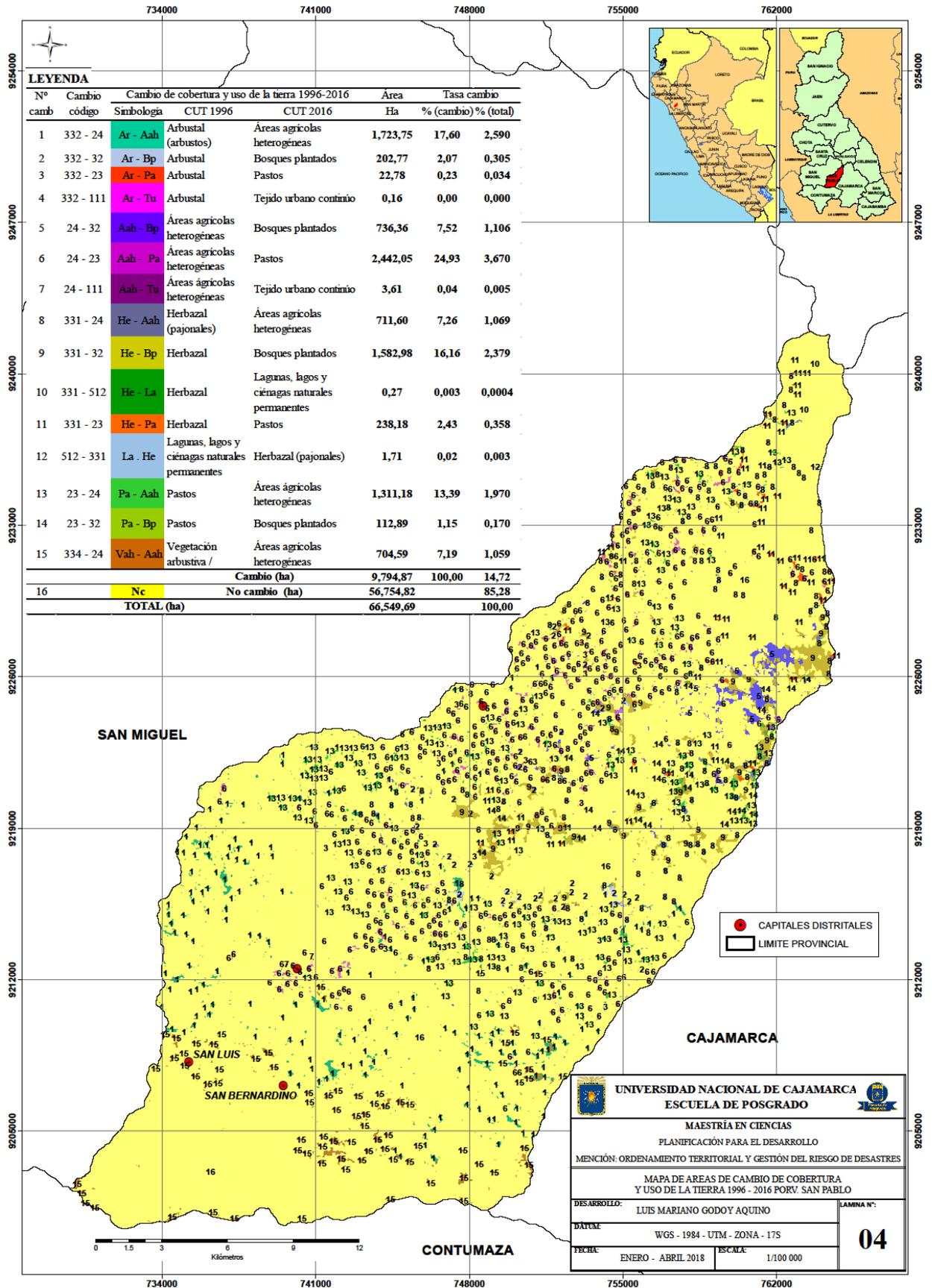
Apéndice 25. Mapa de clasificación del Grado de Severidad del impacto ambiental en el factor Paisaje, por los CCUT 1996-2016 provincia San Pablo (mapa 09).

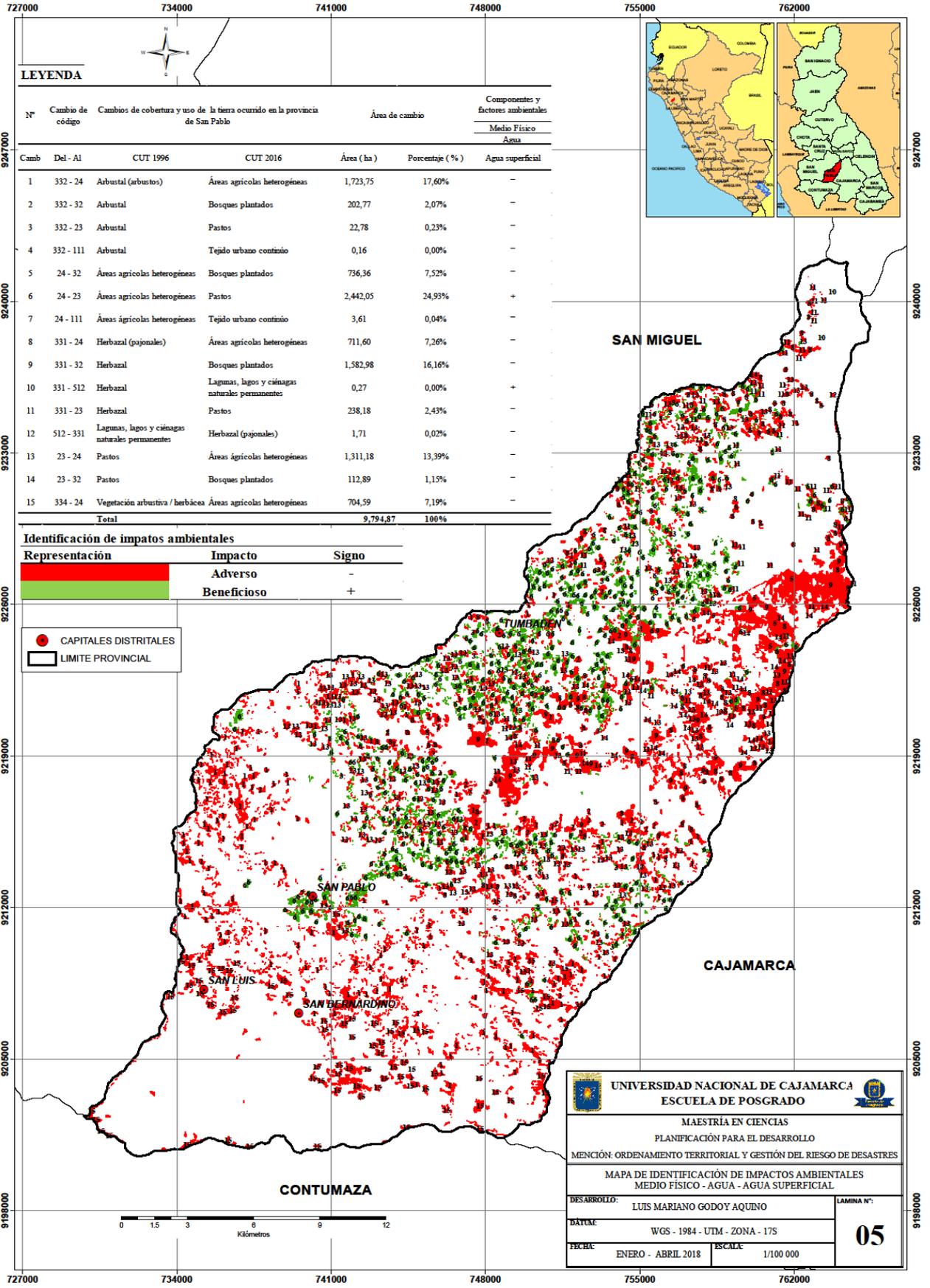
Apéndice 26. Mapa de clasificación del Grado de Severidad del impacto ambiental en el factor Cobertura vegetal, por los CCUT 1996-2016 provincia San Pablo (mapa 10).

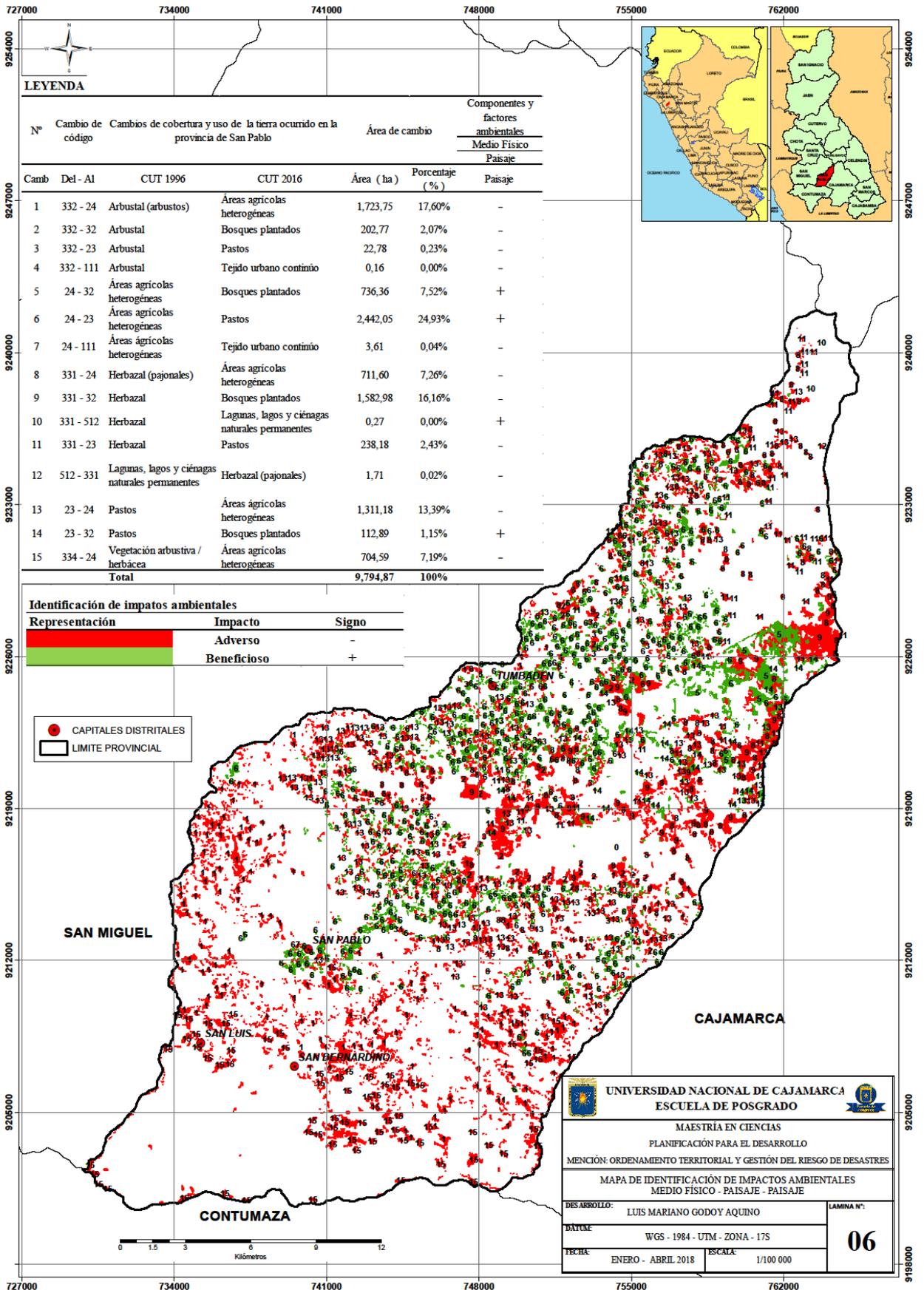


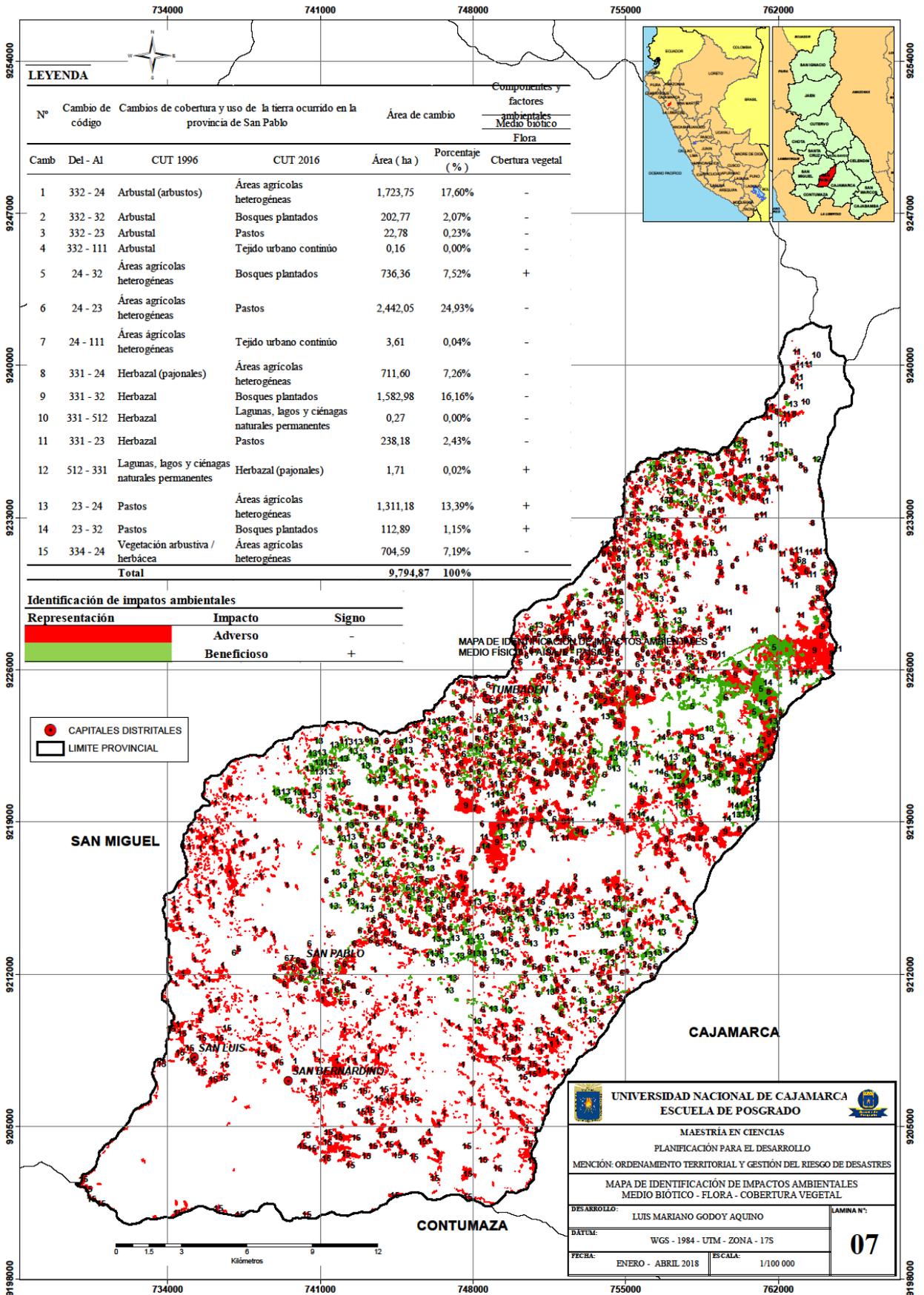


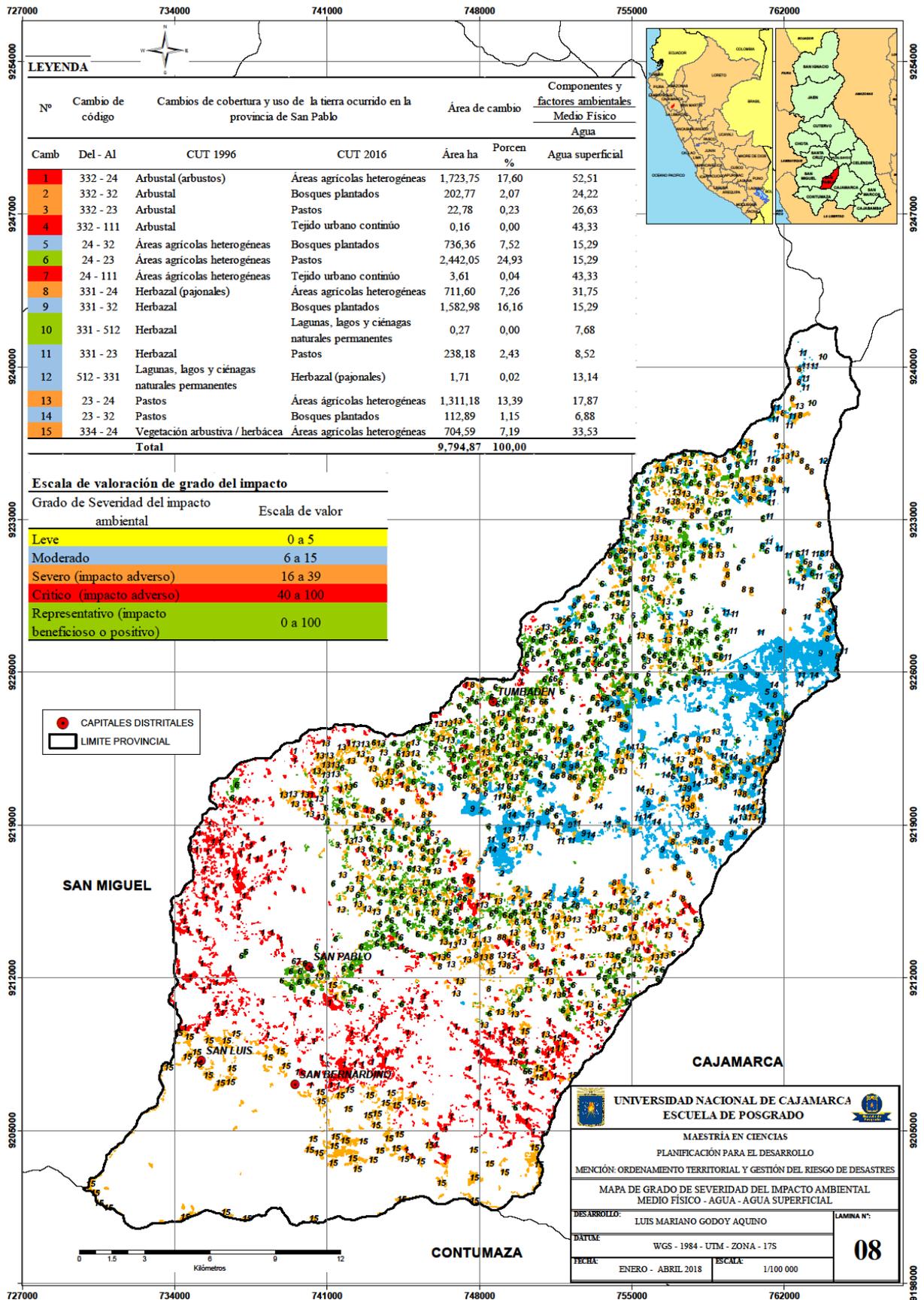


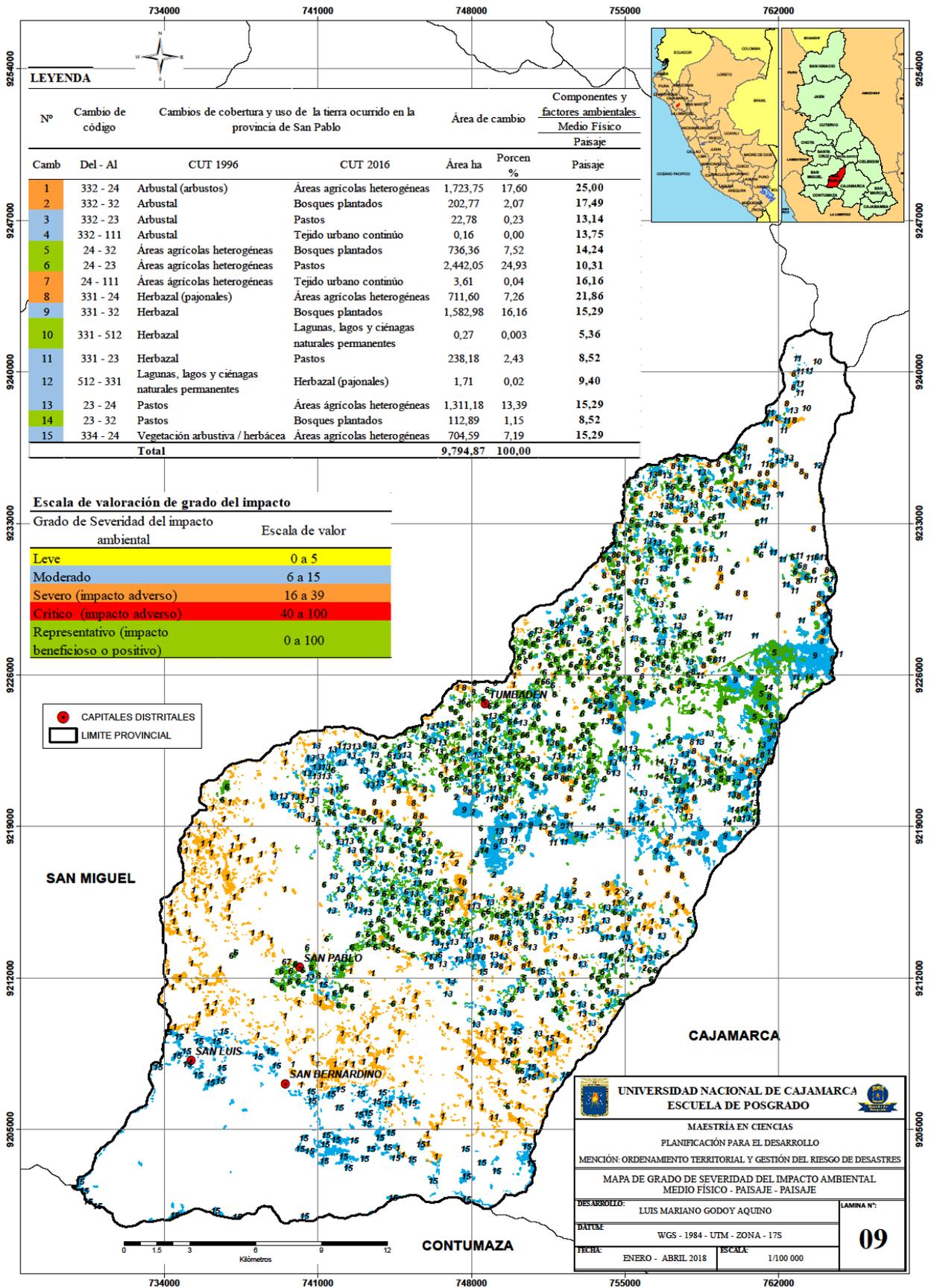


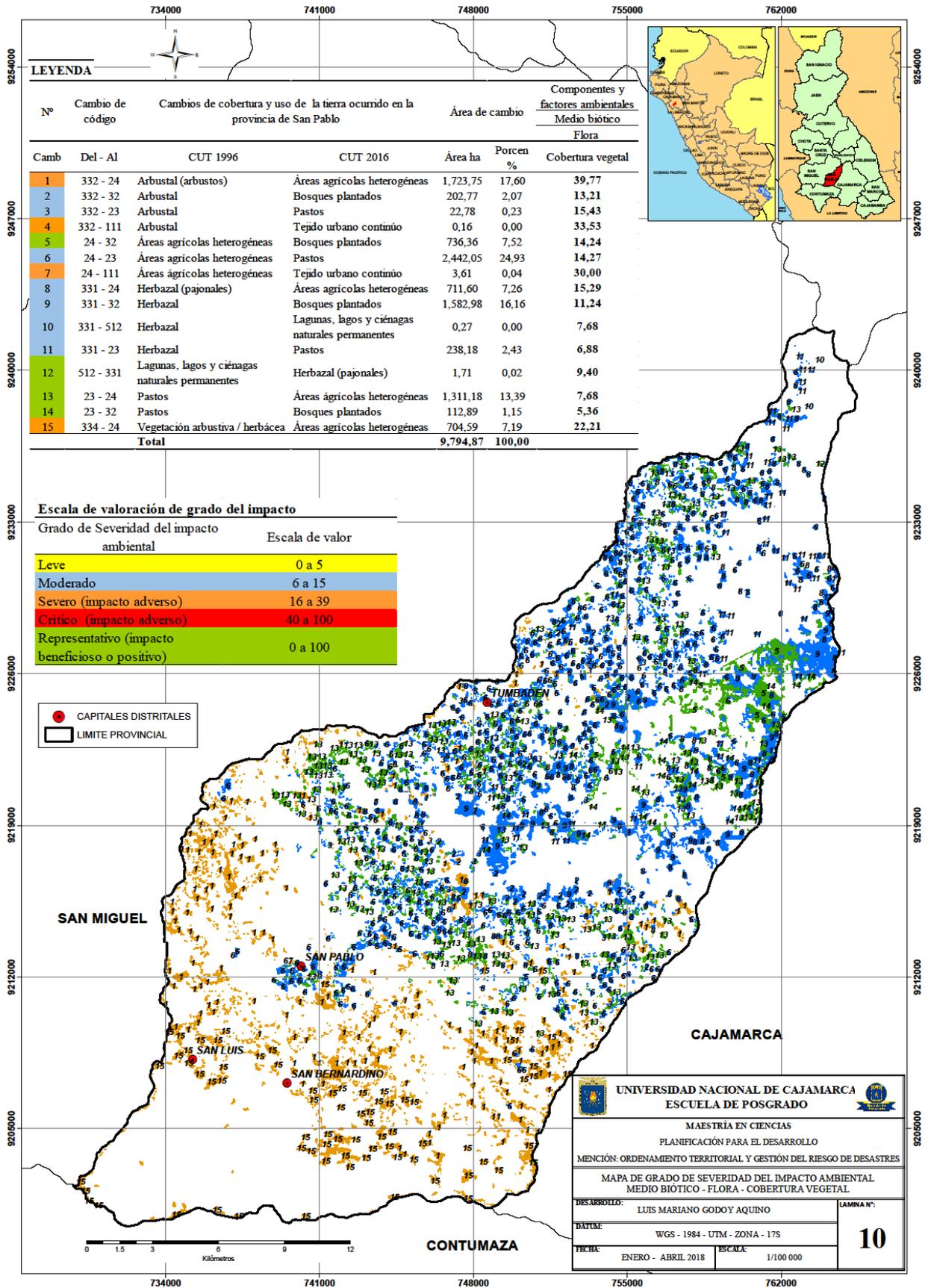












APENDICE FIGURAS FOTOGRAFICAS DE LA INVESTIGACIÓN



Fig. Fotográfica. Tejido urbano continuo provincia San Pablo



Fig. Fotográfica. Categoría bosques plantados



Fig. Fotográfica. Categoría pastos y bosques plantados (Poso seco)



Fig. Fotográfica. Categoría herbazal (pajonales) sector Alto Perú



Fig. Fotográfica. Herbazal (pajonales) y lagunas (Laguna La Compuerta)



Fig. Fotográfica. Categoría Lagunas (Laguna Elvi6n en el caserío Alto Perú)

ANEXOS

Anexo 1.

Sistema de clasificación de categorías de cobertura y uso de la tierra CORINE Land Cover – CLC

Nivel I	Nivel II	Nivel III	Nivel IV	Definición a nivel II
1. Áreas artificializadas	1.1. Áreas urbanizadas	1.1.1. Tejido urbano continuo		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.
		1.1.2. Tejido urbano discontinuo		
	1.2. Áreas industriales e infraestructura	1.2.1. Áreas industriales o comerciales		Comprende las áreas cubiertas por infraestructura de uso exclusivamente comercial, industrial, de servicios y comunicaciones. Se incluyen tanto las instalaciones como las redes de comunicaciones que permiten el desarrollo de los procesos específicos de cada actividad.
		1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados		
		1.2.3. Áreas portuarias		
		1.2.4. Aeropuertos		
		1.2.5. Obras hidráulicas		
	1.3. Áreas de extracción de minería e hidrocarburos y escombreras	1.3.1. Áreas de extracción de minería e hidrocarburos		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).
		1.3.2. Áreas de disposición de residuos		
	1.4. Áreas verdes artificializadas no agrícolas	1.4.1. 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.
1.4.2. Instalaciones recreativas				
2. Áreas agrícolas	2.1 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.	
	2.2 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.	
	2.3 Pastos		Comprende las tierras cubiertas con hierba densa de composición florística dominada principalmente por las familias Poaceae y Fabaceae, dedicadas a pastoreo permanente por un período de dos o más años. Algunas de las categorías definidas pueden presentar anegamientos temporales o permanentes cuando están ubicadas en zonas bajas o en depresiones del terreno. Una característica de esta cobertura es que en un alto porcentaje su presencia se debe a la acción antrópica, referida especialmente a su plantación, con la introducción de especies no nativas principalmente, y en el manejo posterior que se le hace.	
	2.4 Áreas agrícolas heterogéneas		Son unidades que reúnen dos o más clases de coberturas agrícolas y naturales. Están, dispuestas en un patrón intrincado de mosaicos geométricos que hace difícil su separación en coberturas individuales; los arreglos geométricos están relacionados con el tamaño reducido de los predios, las condiciones locales de los suelos, las prácticas de manejo utilizadas y las formas locales de tenencia de la tierra. 70% intervenido en la UMM. Si el % es menor, la cobertura continua define a la matriz.	

Continua

Viene.

3. Bosques y áreas mayormente naturales	3.1. Bosques	3.1.1. Bosque denso bajo		Altura mayor a 5m. Cobertura mayor a 10%. Umbral entre denso y abierto: 70% de cobertura. Los bosques riparios y otros ecológicamente discernibles entrarían como nivel 4. Se consideran excepciones importantes definidas por restricciones bioclimáticas y biogeográficas (particularmente en Perú y Bolivia), como los bosques de <i>Polylepis</i> o <i>Prosopis</i> .	
		3.1.2. Bosque abierto bajo			
		3.1.3. Bosque denso alto			
		3.1.4. Bosque abierto alto			
		3.1.5. Bosque			
	3.2. Bosques plantados			Son coberturas constituidas por plantaciones de vegetación arbórea, realizada por la intervención directa del hombre con fines de manejo forestal. En este proceso se constituyen rodales forestales, establecidos mediante la plantación y/o la siembra durante el proceso de forestación o reforestación, para la producción de madera (plantaciones comerciales) o de bienes y servicios ambientales (plantaciones protectoras).	
		3.3.1 Herbazal	3.3.1.1 Herbazal denso	Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente herbáceos desarrollados en forma natural en diferentes densidades y sustratos, los cuales forman una cobertura densa (>70% de ocupación) o abierta (30% - 70% de ocupación). Una hierba es una planta no lignificada o apenas lignificada, de manera que tiene consistencia blanda en todos sus órganos, tanto subterráneos como epigeos (Font Queur, 1982). Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y las características funcionales (IGAC, 1999).	
			3.3.1.2 Herbazal abierto		
		3.3.2 Arbustal	3.3.2.1 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 ramificado en la base y sin una copa definida (FAO, 2001).	
	3.3 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo		3.3.2.2 Arbustal abierto		
			3.3.3 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.	
			3.3.4 Vegetación arbustiva / herbácea	3.3.4.1 Vegetación arbustiva / herbácea	Comprende los territorios cubiertos por una mezcla de vegetación arbustiva y herbácea, desarrollados en forma natural en diferentes densidades y sustratos.
				3.3.4.2 Vegetación arbustiva / herbácea	
			3.3.5 Arbustal / área intervenida		
			3.3.6 Herbazal / área intervenida		
			3.3.7 Arbustal-Herbazal/área intervenida		
	3.4 Áreas sin o con poca vegetación	3.4.1. Áreas arenosas		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.	
3.4.2 Afloramientos rocosos					
3.4.3 Tierras desnudas (incluye áreas erosionadas naturales y quemadas)					
3.4.4 Áreas quemadas					
3.4.5 Glaciares					
3.4.6 Salares					

Continúa

Viene

4. Áreas húmedas	4.1. Áreas húmedas continentales	4.1.1. Áreas Pantanosas		
		4.1.2. Turberas y bofedales		
		4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua		
	4.2. Áreas húmedas costeras	4.2.1. Pantanos costeros		
		4.2.2. Salitral		
		4.2.3. Sustratos y sedimentos expuestos en bajamar		
5. Superficies de Agua	5.1. Aguas continentales	5.1.1. Ríos (50 m)		
		5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes		
		5.1.3. Lagunas, lagos y ciénagas naturales		
		5.1.4. Canales		
		5.1.5. Cuerpos de agua artificiales		
	5.2. Aguas costeras	5.2.1. Lagunas costeras		
		5.2.2. Mares y océanos		
		5.2.3. Estanques para acuicultura marina		

Fuente: Análisis de las Dinámicas de Cambio de Cobertura de la Tierra en la Comunidad Andina – MINAM 2014