

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Análisis de la variación de la cobertura y uso actual  
de tierras de la subcuenca del Cunas durante  
el periodo 1987-2017**

Dania Carol Mucha Mucha

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniera Ambiental

Huancayo, 2020

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

**ASESOR**

Ing. Dante Manuel García Jiménez

## **AGRADECIMIENTO**

A mis familiares, por incentivarne a seguir escalando en el ámbito profesional.

A la Universidad Continental, por brindarme valiosas enseñanzas a través de sus docentes de calidad.

A la Consultora ECOGIS Ingenieros E.I.R.L., por capacitarme y enfocarme en la presente investigación profesional.

A todos ellos mi más profundo agradecimiento.

## **DEDICATORIA**

A mis padres: Gilberto y Juana, por darme el privilegio de educarme y seguir por el camino del bien.

## ÍNDICE

PORTADA.....	i
ASESOR .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
DEDICATORIA .....	iv
ÍNDICE .....	v
LISTA DE TABLAS .....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE FOTOGRAFÍAS .....	x
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN .....	xiii
<b>CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO .....</b>	<b>14</b>
1.1. Planteamiento y formulación del problema .....	14
1.1.1. Planteamiento del problema .....	14
1.1.2. Formulación del problema .....	24
1.2. Objetivos.....	24
1.2.1. Objetivo general.....	24
1.2.2. Objetivos específicos .....	24
1.3. Justificación e importancia.....	25
1.3.1. Justificación .....	25
1.3.2. Importancia .....	26
1.4. Hipótesis y descripción de Variables .....	27
1.4.1. Hipótesis .....	27
1.4.2. Variables y operacionalización .....	27
<b>CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>29</b>
2.1. Antecedentes de la investigación.....	29
2.2. Bases teóricas .....	34
2.2.1. Fundamentos teóricos .....	34
2.2.2. Metodologías existentes .....	42
2.2.3. Diseño de modelo teórico conceptual.....	55
2.3. Definición de términos básicos .....	56
2.3.1. Tierra .....	56
2.3.2. Teledetección .....	58
2.3.3. Imágenes de satélite.....	59
2.3.4. Sistema de Información Geográfica(SIG) .....	63
<b>CAPÍTULO III METODOLOGÍA .....</b>	<b>65</b>
3.1. Método y alcances de la investigación .....	65
3.1.1. Método de la investigación .....	65
3.1.2. Alcances de la investigación.....	69
3.2. Diseño de la Investigación.....	70
3.2.1. Tipo de diseño de investigación.....	70
3.3. Población y muestra .....	70
3.3.1. Población .....	70
3.3.2. Muestra.....	73
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	75
3.4.1. Técnicas utilizadas en la recolección de datos .....	75
3.4.2. Instrumentos utilizados en la recolección de datos.....	75
<b>CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>78</b>
4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información .....	78
4.1.1. Tejido urbano contínuo .....	80
4.1.2. Tejido urbano discontinuo.....	80
4.1.3. Áreas de extracción de minería .....	81

4.1.4.	Mosaico de cultivos.....	81
4.1.5.	Plantación forestal .....	82
4.1.6.	Herbazal denso.....	82
4.1.7.	Herbazal abierto con afloramiento rocoso .....	83
4.1.8.	Herbazal abierto con tierras desnudas .....	83
4.1.9.	Arbustal denso.....	84
4.1.10.	Afloramientos rocosos .....	84
4.1.11.	Afloramientos rocosos y tierra desnuda.....	85
4.1.12.	Tierras desnudas .....	85
4.1.13.	Áreas quemadas.....	86
4.1.14.	Bofedales.....	86
4.1.15.	Lagunas.....	87
4.2.	Discusión de resultados.....	106
	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>116</b>
	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>119</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>120</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>126</b>

## LISTA DE TABLAS

TABLA 1: CLASIFICACIÓN DE CONFLICTO DE USO DE TIERRAS, JUNÍN .....	22
TABLA 2: CLASIFICACIÓN DE COBERTURA SEGÚN CLC. ....	45
TABLA 3: CLASIFICACIÓN DE COBERTURA SEGÚN UGI. ....	47
TABLA 4: CLASIFICACIÓN ADOPTADA A PERÚ POR EL MINAM.....	49
TABLA 5: CANTIDAD DE PUNTOS DE CONTROL POR COBERTURA .....	68
TABLA 6: CANTIDAD DE PUNTOS DE CONTROL PROPUESTOS POR EL INVESTIGADOR....	68
TABLA 7: SUBCUENCAS DEL MANTARO .....	71
TABLA 8: CARACTERÍSTICAS DE LAS IMÁGENES DE SATÉLITE .....	76
TABLA 9: UNIDADES DE COBERTURA Y USO DE LA TIERRA DE LA SUBCUENCA DEL CUNAS.....	79
TABLA 10: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL USO ACTUAL DE TIERRAS SOBRE LA COBERTURA DE LA SUBCUENCA DEL CUNAS DEL AÑO 1987 AL 2017 .....	88
TABLA 11: MATRIZ DE CONFUSIÓN PARA EL AÑO 1987 .....	93
TABLA 12: MATRIZ DE CONFUSIÓN PARA EL AÑO 1987 .....	94
TABLA 13: MATRIZ DE CONFUSIÓN PARA EL AÑO 2007 .....	95
TABLA 14: MATRIZ DE CONFUSIÓN PARA EL AÑO 2017 .....	96
TABLA 15: ÍNDICES DE VARIACIÓN DE LA COBERTURA Y USO ACTUAL DE TIERRAS DE LA SUBCUENCA DEL CUNAS, AÑO 1987-2017 .....	99
TABLA 16: CAMBIO DE LA COBERTURA Y USO ACTUAL DE TIERRAS DE LA SUBCUENCA DEL CUNAS DEL AÑO 1987 AL AÑO 2017. ....	102
TABLA 17: CAMBIO DE LA COBERTURA Y USO ACTUAL DE TIERRAS DE LA SUBCUENCA DEL CUNAS DEL AÑO 1987 AL AÑO 2017. ....	105
TABLA 18: COMPARACIÓN DE UNIDADES DE COBERTURA Y USO DE LA TIERRA.....	107
TABLA 19: COMPARACIÓN DE CAMBIO DE COBERTURA Y USO ACTUAL DE TIERRAS .....	109
TABLA 20: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL TEJIDO URBANO CONTINUO.....	136
TABLA 21: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL TEJIDO URBANO DISCONTINUO .....	137
TABLA 22: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL ÁREA DE EXTRACCIÓN DE MINERÍA.....	138
TABLA 23: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL MOSAICO DE CULTIVOS .....	139
TABLA 24: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA PLANTACIÓN FORESTAL .....	140
TABLA 25: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL HERBAZAL DENSO .....	141
TABLA 26: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL HERBAZAL ABIERTO CON AFLORAMIENTO ROCOSO.....	142
TABLA 27: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL HERBAZAL ABIERTO CON TIERRA DESNUDA..	143
TABLA 28: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL ARBUSTAL DENSO .....	144
TABLA 29: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL AFLORAMIENTO ROCOSO.....	145
TABLA 30: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL AFLORAMIENTO ROCOSO CON TIERRA DESNUDA.....	146
TABLA 31: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA TIERRA DESNUDA.....	147
TABLA 32: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL ÁREA QUEMADA .....	147
TABLA 33: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL BOFEDAL .....	148
TABLA 34: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA LAGUNA.....	149



## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: VARIACIÓN AGRÍCOLA Y FORESTAL POR PAÍS,2000-2010. ....	15
FIGURA 2: PÉRDIDA DE HÁBITATS POR CAMBIOS DEL USO DEL SUELO.....	16
FIGURA 3: EL PERÚ PERDIÓ EL 5% DE LOS HUMEDALES QUE ALBERGAN RIQUEZA ECOLÓGICA.....	17
FIGURA 4: DEFORESTACIÓN POR MINERÍA ILEGAL, PERÚ.....	18
FIGURA 5: DEFORESTACIÓN DEJA DESPROTEGIDOS DE HUAICOS A POBLADORES. ....	19
FIGURA 6: QUEMA DE PASTIZALES OCASIONA INUSUALES GRANIZADAS EN EL VALLE DEL MANTARO Y SELVA CENTRAL.....	20
FIGURA 7: INCREMENTO DE LA POBLACIÓN DE JUNÍN.....	21
FIGURA 8: CRECIMIENTO URBANO DESORDENADO AFECTA A LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA.....	22
FIGURA 9: CONFLICTO DE USO DE TIERRAS DE DISTRITOS PERTENECIENTES A LA SUBCUENCA DEL CUNAS-JUNÍN.....	23
FIGURA 10: MODELO DE LA METODOLOGÍA CORINE LAND COVER.....	45
FIGURA 11: ESQUEMA DEL PROTOCOLO-MINAM.....	48
FIGURA 12: CARACTERÍSTICAS DE LANDSAT 5.....	60
FIGURA 13: CARACTERÍSTICAS DE LANDSAT 8.....	60
FIGURA 14: MAPA DE UBICACIÓN DE LA CUENCA DEL MANTARO.....	72
FIGURA 15: MAPA DE UBICACIÓN DE LA SUBCUENCA DEL CUNAS.....	74
FIGURA 16: TEJIDO URBANO CONTINUO IDENTIFICADO EN LA IMAGEN SATELITAL LANDSAT 8 (AÑO 2017).....	80
FIGURA 17: TEJIDO URBANO DISCONTINUO IDENTIFICADO EN LA IMAGEN SATELITAL LANDSAT 8 (AÑO 2017).....	80
FIGURA 18: ÁREA DE EXTRACCIÓN MINERA IDENTIFICADO EN LA IMAGEN SATELITAL LANDSAT 8 (AÑO 2017).....	81
FIGURA 19: MOSAICO DE CULTIVOS IDENTIFICADO EN LA IMAGEN SATELITAL LANDSAT 8 (AÑO 2017).....	81
FIGURA 20: PLANTACIONES FORESTALES IDENTIFICADOS EN LA IMAGEN SATELITAL LANDSAT 8 (AÑO 2017).....	82
FIGURA 21: HERBAZAL DENSO IDENTIFICADO EN LA IMAGEN SATELITAL LANDSAT 8 (AÑO 2017).....	82
FIGURA 22: HERBAZAL ABIERTO CON AFLORAMIENTO ROCOSO IDENTIFICADO EN LA IMAGEN SATELITAL LANDSAT 8 (AÑO 2017).....	83
FIGURA 23: HERBAZAL ABIERTO CON TIERRAS DESNUDAS IDENTIFICADO EN LA IMAGEN SATELITAL LANDSAT 8 (AÑO 2017).....	83
FIGURA 24: ARBUSTAL DENSO IDENTIFICADO EN LA IMAGEN SATELITAL LANDSAT 8 (AÑO 2017).....	84
FIGURA 25: AFLORAMIENTOS ROCOSOS IDENTIFICADOS EN LA IMAGEN SATELITAL LANDSAT 8 (AÑO 2017).....	84
FIGURA 26: AFLORAMIENTO ROCOSO Y TIERRA DESNUDA IDENTIFICADO EN LA IMAGEN SATELITAL LANDSAT 8 (AÑO 2017).....	85
FIGURA 27: TIERRA DESNUDA IDENTIFICADA EN LA IMAGEN SATELITAL LANDSAT 8 (AÑO 2017).....	85
FIGURA 28: ÁREAS QUEMADAS IDENTIFICADAS EN LA IMAGEN SATELITAL LANDSAT 8 (AÑO 2017).....	86
FIGURA 29: BOFEDAL IDENTIFICADO EN LA IMAGEN SATELITAL LANDSAT 8 (AÑO 2017).....	86
FIGURA 30: LAGUNA IDENTIFICADA EN LA IMAGEN SATELITAL LANDSAT 8 (AÑO 2017).....	87
FIGURA 31: POBLACIÓN CENSADA Y TASA DE CRECIMIENTO DE LAS PROVINCIAS QUE CONFORMAN LA SUBCUENCA DEL CUNAS(* FUE CREADA POR LEY N. 26428, EL 5 DE ENERO DE 1995).....	111
FIGURA 32: EVOLUCIÓN DE LA MINERA AZUL COCHA.....	112

FIGURA 33: MAPA DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL USO ACTUAL DE TIERRAS SOBRE LA COBERTURA DE LA SUBCUENCA DEL CUNAS DEL AÑO 1987.....	150
FIGURA 34: MAPA DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL USO ACTUAL DE TIERRAS SOBRE LA COBERTURA DE LA SUBCUENCA DEL CUNAS DEL AÑO 1997.....	151
FIGURA 35: MAPA DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL USO ACTUAL DE TIERRAS SOBRE LA COBERTURA DE LA SUBCUENCA DEL CUNAS DEL AÑO 2007.....	152
FIGURA 36: MAPA DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL USO ACTUAL DE TIERRAS SOBRE LA COBERTURA DE LA SUBCUENCA DEL CUNAS DEL AÑO 2017.....	153
FIGURA 37: VARIACIÓN DE LA COBERTURA TEJIDO URBANO CONTINUO.....	154
FIGURA 38: VARIACIÓN DE LA COBERTURA TEJIDO URBANO DISCONTINUO.....	154
FIGURA 39: VARIACIÓN DE LA COBERTURA ÁREA DE EXTRACCIÓN DE MINERÍA.....	154
FIGURA 40: VARIACIÓN DE LA COBERTURA MOSAICO DE CULTIVOS.....	155
FIGURA 41: VARIACIÓN DE LA COBERTURA PLANTACIÓN FORESTAL.....	155
FIGURA 42: VARIACIÓN DE LA COBERTURA HERBAZAL DENSO.....	155
FIGURA 43: VARIACIÓN DE LA COBERTURA HERBAZAL ABIERTO CON AFLORAMIENTO ROCOSO.....	156
FIGURA 44: VARIACIÓN DE LA COBERTURA HERBAZAL ABIERTO CON TIERRA DESNUDA.....	156
FIGURA 45: VARIACIÓN DE LA COBERTURA ARBUSTAL DENSO.....	156
FIGURA 46: VARIACIÓN DE LA COBERTURA AFLORAMIENTO ROCOSO.....	157
FIGURA 47: VARIACIÓN DE LA COBERTURA AFLORAMIENTO ROCOSO CON TIERRA DESNUDA.....	157
FIGURA 48: VARIACIÓN DE LA COBERTURA TIERRA DESNUDA.....	157
FIGURA 49: VARIACIÓN DE LA COBERTURA ÁREA QUEMADA.....	158
FIGURA 50: VARIACIÓN DE LA COBERTURA BOFEDAL.....	158
FIGURA 51: VARIACIÓN DE LA COBERTURA LAGUNA.....	158
FIGURA 52: CAMBIO DE LA COBERTURA Y USO ACTUAL DE TIERRAS 1987-1997.....	168
FIGURA 53: CAMBIO DE LA COBERTURA Y USO ACTUAL DE TIERRAS 1997-2007.....	168
FIGURA 54: CAMBIO DE LA COBERTURA Y USO ACTUAL DE TIERRAS 2007-2017.....	169
FIGURA 55: CAMBIO DE LA COBERTURA Y USO ACTUAL DE TIERRAS 1987-2017.....	169
FIGURA 56: DESCARGA DE IMAGEN SATELITAL DE LA PLATAFORMA DE USGS.....	186
FIGURA 57: CORRECCIÓN RADIOMÉTRICA DE LA IMAGEN SATELITAL.....	186
FIGURA 58: MOSAICO (UNIÓN DE IMÁGENES).....	187
FIGURA 59: CORTE DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	187

## LISTA DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 1: GANADO VACUNO ALIMENTÁNDOSE DEL REBROTE DEL ICHU.....	113
FOTOGRAFÍA 2: INTERVENCIÓN ANTRÓPICA EN EL BOFEDAL DE LA SUBCUENCA DEL CUNAS. ....	114
FOTOGRAFÍA 3: INTERVENCIÓN GANADERA EN EL BOFEDAL DE LA SUBCUENCA DEL CUNAS. ....	114
FOTOGRAFÍA 4: BOFEDAL CONVERTIDO EN TIERRA DESNUDA DE LA SUBCUENCA DEL CUNAS. ....	115
FOTOGRAFÍA 5: DISMINUCIÓN DE UNA LAGUNA DE LA SUBCUENCA DEL CUNAS.....	115
FOTOGRAFÍA 6: TEJIDO URBANO CONTÍNUO DE LA SUBCUENCA DEL CUNAS.....	130
FOTOGRAFÍA 7: TEJIDO URBANO DISCONTINUO DE LA SUBCUENCA DEL CUNAS.....	130
FOTOGRAFÍA 8: ÁREA DE EXTRACCIÓN DE MINERÍA DE LA SUBCUENCA DEL CUNAS...	130
FOTOGRAFÍA 9: TEJIDO URBANO DISCONTINUO DE LA SUBCUENCA DEL CUNAS.....	131
FOTOGRAFÍA 10: PLANTACIÓN FORESTAL DE LA SUBCUENCA DEL CUNAS. ....	131
FOTOGRAFÍA 11: HERBAZAL DENSO DE LA SUBCUENCA DEL CUNAS. ....	131
FOTOGRAFÍA 12: HERBAZAL ABIERTO CON AFLORAMIENTO ROCOSO DE LA SUBCUENCA DEL CUNAS .....	132
FOTOGRAFÍA 13: HERBAZAL ABIERTO CON TIERRA DESNUDA DE LA SUBCUENCA DEL CUNAS. ....	132
FOTOGRAFÍA 14: ARBUSTAL DENSO DE LA SUBCUENCA DEL CUNAS. ....	132
FOTOGRAFÍA 15: AFLORAMIENTO ROCOSO DE LA SUBCUENCA DEL CUNAS.....	133
FOTOGRAFÍA 16: TIERRAS DESNUDAS DE LA SUBCUENCA DEL CUNAS.....	133
FOTOGRAFÍA 17: ÁREA QUEMADA DE LA SUBCUENCA DEL CUNAS. ....	133
FOTOGRAFÍA 18: BOFEDAL DE LA SUBCUENCA DEL CUNAS. ....	134
FOTOGRAFÍA 19: LAGUNA DE LA SUBCUENCA DEL CUNAS. ....	134
FOTOGRAFÍA 20: VERIFICACIÓN DE LA CLASIFICACIÓN.....	134
FOTOGRAFÍA 21: VERIFICACIÓN DE LA CLASIFICACIÓN.....	135
FOTOGRAFÍA 22: VERIFICACIÓN DE LA CLASIFICACIÓN.....	135
FOTOGRAFÍA 23: VERIFICACIÓN DE LA CLASIFICACIÓN.....	135

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general determinar y analizar la cobertura y uso actual de tierras de la subcuenca del Cunas durante el periodo 1987 - 2017, a través de la fotointerpretación de imágenes satelitales Landsat,; la clasificación se realizó con la metodología Corine Land Cover , adaptada al Perú por el Ministerio de Ambiente, con una representación cartográfica a escala 1/100000, se empleó la clasificación supervisada. Se llegó a identificar quince tipos de cobertura al nivel de categorización IV, se determinó que 5591.81 Ha representado por el 3.28% de la cobertura cambió en el periodo de análisis. Entre los cambios más resaltantes tenemos los siguientes: el mosaico de cultivos experimentó cuatro cambios, de los cuales los más significativos fueron a tierra desnuda en un 3.53 % con 928.49 Ha. (1987–1997) y en 1.79% con 453.72 Ha. (2007–2017), a tejido urbano discontinuo en un 0.77% con 201.58 Ha. (1987–1997), en 1.03% con 262.34 Ha. (1997–2007) y en 2.20% con 557.67 Ha. (2007–2017), el herbazal abierto con afloramiento rocoso también experimentó cuatro cambios, de los cuales el de mayor relevancia es a áreas de extracción de minería en un 0.02% con 11.29 Ha. (1987–1997), en 0.06% con 32.10 Ha. (1997–2007) y en 0.12% con 70.34 Ha. (2007–2017). Los factores causantes de la variación usualmente son antropogénicos, como las actividades agrícolas, ganaderas, económicas, sociales y culturales que algunas veces perjudican el medio ambiente como en la quema de áreas naturales y otras suman al cuidado como es el caso de las plantaciones forestales, pero en su mayoría las coberturas al cambiar su uso provocan un desorden y en consecuencia un mal manejo de estas.

**Palabras clave:** Cambio de cobertura, uso de la tierra, clasificación supervisada, fotointerpretación.

## ABSTRACT

The purpose of this research was to determine and analyze the current land cover and use of the Cunas sub-basin during the period 1987 - 2017, through the photointerpretation of Landsat satellite images, the classification was carried out with the adapted Corine Land Cover methodology to Peru by the Ministry of Environment, with a cartographic representation at 1/100000 scale, the supervised classification was used. Fifteen types of coverage were identified at the level of categorization IV, it was determined that 5591.81 has represented 3.28% of the coverage changed in the analysis period, the most outstanding changes we have: the crop mosaic underwent four changes, from which the most significant were to bare ground in 3.53% with 928.49 Ha. (1987–1997) and in 1.79% with 453.72 Ha. (2007–2017), to discontinuous urban fabric in 0.77% with 201.58 Ha. (1987–1997), in 1.03% with 262.34 Ha. (1997–2007) and in 2.20% with 557.67 Ha. (2007–2017), the open grassland with rocky outcrop also underwent four changes, of which the most relevant is a mining areas in 0.02% with 11.29 Ha. (1987–1997), in 0.06% with 32.10 Ha. (1997–2007) and in 0.12% with 70.34 Ha. (2007–2017). The causative factors of the variation are usually anthropogenic, such as agricultural, livestock, economic, social and cultural activities that sometimes harm the environment, such as the burning of natural areas and others add to the care as is the case of forest plantations, but mostly the coverage when changing its use causes a disorder and consequently a mishandling of these.

**Keywords:** Change of coverage, land use, supervised classification, photointerpretation.

## INTRODUCCIÓN

Los cambios en la cobertura y uso del suelo son los resultados más visibles de las modificaciones del hombre sobre los ecosistemas terrestres,; es uno de los procesos que históricamente han significado el mayor deterioro del entorno natural y del medio ambiente en todo el mundo (1). Parte de la subcuenca del Cunas es zona de amortiguamiento de la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochabamba, siendo un factor de impulso para realizar la investigación, además que en las provincias que comprende la subcuenca la población cada vez interviene más en las áreas naturales, se observa una dinámica en el sector agrícola enfocado mayormente a la alimentación de ganado vacuno, para obtener, posteriormente, productos lácteos, siendo considerada la provincia de Chupaca una de las principales productoras, ; a su vez se producen tubérculos y granos que se derivan a la ciudad capital y otras ciudades; las actividades antrópicas vienen ocasionado cambios en la cobertura, la misma que ha sido categorizada y analizada a través de imágenes satelitales, con el propósito de ser base para la futura toma de decisiones a favor de los recursos naturales y orientar otros tipos de actividades en beneficio de la comunidad.

A través de los capítulos que comprende la presente investigación, se irá detallando cómo se logró el objetivo de la investigación.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

### **1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

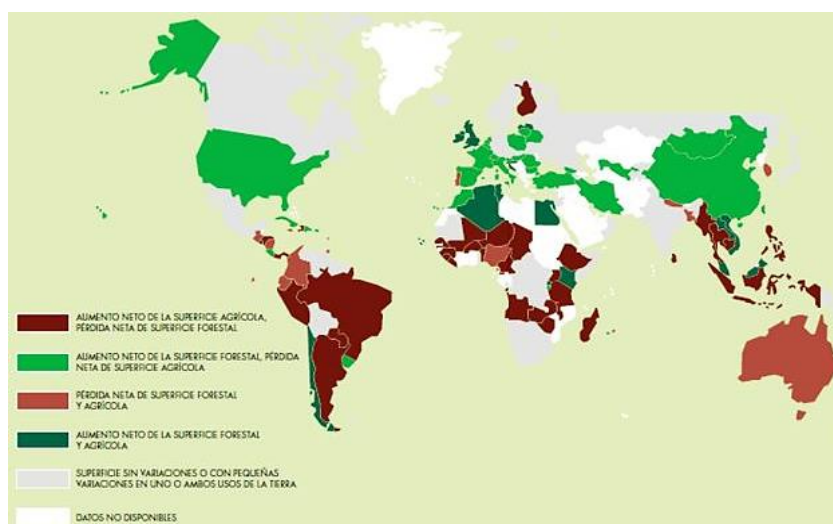
#### **1.1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los cambios que se muestran en la proporción de las coberturas, así como los que se dan en el uso del suelo, son el resultado más resaltante y visible de las transformaciones que realiza el hombre sobre los diversos ecosistemas terrestres; es uno de los procesos que, a través de la historia, muestra el mayor deterioro del entorno natural en todo el mundo. Los seres humanos siempre hemos dependido para todo de la biósfera terrestre, ya sea para obtener recursos como alimentos, oxígeno y materias primas. No obstante, el incremento exponencial que presenta la población humana, así como el incremento del consumo per cápita en la biósfera y la composición atmosférica de la tierra han generado cambios diferenciados, como el acelerado agotamiento de los recursos naturales y, por consiguiente, diversos problemas ambientales (1). Esta modificación producida por el hombre, con el fin de satisfacer sus necesidades, es uno de los más grandes desafíos ambientales a los que nos enfrentamos en la actualidad.

Los cambios de cobertura y de usos que se dan en la tierra son cada vez más relevantes para ser analizados, debido a que afectan a temas muy importantes como la gestión hídrica, los procesos de erosión-desertificación, la pérdida de biodiversidad (2). Los cambios de uso del suelo y, en particular, la deforestación contribuyen en la emisión de GEI (3); los relacionados con la agricultura son responsables de cerca del 10 % de todas las emisiones de gases de efecto invernadero (4).

A nivel mundial, existen cambios de cobertura y uso del suelo, como los presentados en algunos países de América Latina, puesto que Brasil, Ecuador, El Salvador, Honduras Paraguay y Venezuela registran pérdidas de bosques, a un ritmo alarmante (3). “La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en el informe acerca del estado de los bosques del mundo, muestra la variación neta de la superficie agrícola y forestal por país y territorio en el periodo de años del 2000 al 2010” (5), como se aprecia en la figura 01, demostrando así que no es un problema local, sino a escala mundial.

**Figura 1: Variación agrícola y forestal por país,2000-2010.**



**Fuente: (5)**

En América Latina, durante el periodo de 2000-2010, la agricultura comercial originó aproximadamente el 70 % de la deforestación (5). Este cambio de cobertura y uso actual de tierras es uno de los más identificados y reportados,; sin embargo, hay cambios en menor escala que son preocupantes como la extensión de la minería.

Un reporte de un diario argentino llamado La Nación muestra parte del Informe sobre biodiversidad en el que se declara que el uso del suelo tiene más impacto que el cambio climático (figura 02). Después de revisar 15.000 fuentes de referencia durante tres años, 450 investigadores llegaron a la conclusión de que, de las 18 clases de beneficios que la naturaleza le brinda al ser humano, en los últimos 50 años solo tres aumentaron: los relacionados con bienes de mercado, energía y producción agrícola ; el resto se empobreció y eso nos pone en riesgo, las



contribuciones que aumentaron en muchos casos no son sustentables, porque fueron a costa de la erosión de los suelos, un 25% de las especies americanas están en riesgo de extinción ; la principal causa es la pérdida de hábitats por cambios del uso del suelo y ello da a conocer que el problema es la agricultura y la ganadería (6).

**Figura 2: Pérdida de hábitats por cambios del uso del suelo**

Informe sobre biodiversidad: el uso del suelo tiene más impacto que el cambio climático



**Fuente: (6).**

El Perú no es ajeno a esta problemática, ya que también existe la conversión de cobertura y uso actual de tierras original,; los más resaltantes son los siguientes: áreas de bosques a áreas de cultivos, área de bosques a áreas de pasturas, a zona urbana, actividad minera, se incluye la quema de vegetación previa a la conversión hacia pasturas y cultivos, esta variación representa la dinámica de las prácticas agropecuarias, caracterizada por una ocupación y uso rotatorio de la tierra (7), que trae consecuencias negativas en el medio ambiente y al ser humano. Prueba de ello son reportes de los diversos diarios e informes realizados en nuestro país.

En un informe realizado para la contribución a las metas ambientales del Perú, en cooperación alemana, se identificó a la agricultura establecida a pequeña escala como impulsor principal de la deforestación en el país, debido a que se practica la actividad agropecuaria tradicional expansiva, de baja rentabilidad por su escasa productividad y vulnerable a la articulación al mercado. Aunque la mayor parte de

deforestación en pequeña escala es asociada con cultivos de subsistencia, el uso final probablemente sean pastos, cultivos permanentes o bosques secundarios (8). El diario La República, en un reporte, muestra que la contaminación y el cambio de uso de tierras termina con los humedales (figura 03), considerados fuentes de vida, hábitat de miles de especies de fauna y flora, así como importantes mitigadores del cambio climático en el país. La pérdida es causada por la conversión de su espacio en zona agrícola o urbana, se suma la sobreexplotación de sus recursos como la tala indiscriminada de palmeras en la selva, el sobrepastoreo en zonas alto andinas y la extracción excesiva de totora en los manglares de la costa. El porcentaje de pérdida de humedales en el país es el 5% y sus principales causas fueron la contaminación por relaves mineros, en el caso del ande, y la extracción no sostenible de flora y fauna en la zona amazónica (9).

**Figura 3: El Perú perdió el 5% de los humedales que albergan riqueza ecológica.**

## Contaminación y cambio de uso de tierras amenazan a los humedales

Fuentes de vida. El mundo ha perdido la mitad de estos ecosistemas ecológicos, el Perú el 5%. Ayer se celebró su día.

 Compartir en Facebook

 Compartir en Twitter



**Fuente: (9).**

El diario El Comercio, en un reporte, muestra que la deforestación generada por la minería ilegal de oro alcanzó su pico histórico en el 2018 con la pérdida de 9.280 hectáreas de bosque amazónico (figura 04). Madre de Dios es la región más degradada por esta actividad ilícita. Los últimos dos años se han registrado los peores niveles de devastación de la Amazonía sur del Perú, esto pese a los esfuerzos gubernamentales en el ámbito económico y normativo para acabar con

la extracción de oro ilegal. Tras un estudio de más de 500 imágenes satelitales de alta resolución .de los últimos dos años, un total de 18.440 hectáreas de bosque en Madre de Dios, Cusco y Puno se convirtieron en lagunas de fango con mercurio y árboles muertos, las zonas más amenazadas son áreas protegidas, como es el caso de La Pampa y el Alto Malinowski, en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional Tambopata, en Madre de Dios; y la selva de Camanti, en Cusco (10).

**Figura 4: Deforestación por minería ilegal, Perú.**

### En el 2018 se registró pico histórico de deforestación por minería ilegal

El año pasado la devastación de la Amazonia alcanzó las 9,280 hectáreas. Entre 2017 y 2018, la extracción de oro ilegal acabó con un área equivalente a 25,000 campos de fútbol



**Fuente: (10).**

En el diario Correo, en un reporte, se muestra que 4 distritos de la provincia de Arequipa están en riesgo de ser gravemente perjudicados ante la caída de huaicos, debido a que se encuentran desprotegidos por la tala de queñuales en la parte alta de los distritos de Yura, Cerro Colorado, Cayma y Yanahuara. Los queñuales rodean toda la provincia, no se sabe con exactitud la cantidad de área deforestada debido a que no hay estudios sobre ello, pero sí se observa gran disminución. Las zonas donde se taló fue en el distrito de Cayma, que colinda con la reserva de Salinas y Aguada Blanca, se están plantando 80 mil árboles en 80 hectáreas, estos deberían culminarse en seis años, pero un incendio terminó con 50 hectáreas en unas horas (11).

Figura 5: Deforestación deja desprotegidos de huaicos a pobladores.

## Deforestación deja desprotegidos de huaicos a 4 distritos

SERFOR inició trabajos de plantado de árboles. Meta es de 2 millones para 2020.



Fuente: (11).

En la región Junín las consecuencias negativas del cambio de cobertura y uso actual de tierras se manifiestan con mayor agresividad a través del paso del tiempo, y es evidenciado en los diferentes informes y medios de comunicación.

En el diario Correo, en un reporte, se muestra el registro de incendios forestales, el calentamiento anormal del aire focalizado por la quema de bosques, pastizales y rastrojos trae en consecuencia granizadas, que han afectado varios sembríos y viviendas del Valle del Mantaro y la Selva Central. Las lluvias son propias del ingreso a la estación de transición (primavera), pero sus valores han sido mínimos. Hay que precisar que algunos agricultores también queman llantas, bolsas y envases de pesticidas, esa combinación es nociva para la atmósfera. Hasta fines de agosto del 2018, el Servicio Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) había registrado (vía satelital) 1, 400 focos de calor en la región y menciona que el uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura, con quemas, es responsable del 51% de las emisiones totales de gases de invernadero del país (12).

**Figura 6: Quema de pastizales ocasiona inusuales granizadas en el Valle del Mantaro y Selva Central.**

## Junín: Quema de pastizales también ocasiona inusuales granizadas en el valle y selva

1 400 focos de calor detectó Serfor hasta agosto. Este mes ya se reportaron más de 20 incendios forestales.



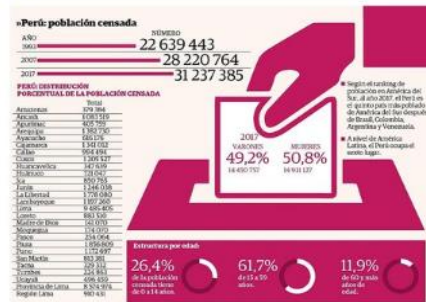
**Fuente: (12).**

Los índices de crecimiento urbano en el país van en aumento, desfavoreciendo a las áreas con cobertura original, ya que la intervención del hombre cambia el uso de suelo. La región Junín es parte de esa tendencia; reportes de diarios lo corroboran. En el diario Correo, en un reporte, se muestra que hasta el 2007 en la región Junín habitaban 1225474 personas, para el 2017 paso a 1246038, incrementándose en 20,564 habitantes, según los resultados de los Censos Nacionales 2017 que realizó el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) a nivel nacional, la población total llegó a 31237385 habitantes, Junín está dentro de las primeras cinco regiones, con mayor población dejando de lado a la capital del país, con mayor cantidad de personas (13).

**Figura 7: Incremento de la población de Junín.**

## Del 2007 al 2017 la población en Junín creció en 20 mil habitantes

Actualmente en la región hay 1 246 038 habitantes; además el 51,1% de la población son mujeres



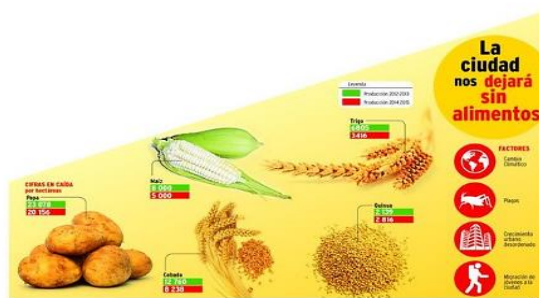
Fuente: (13).

Otro reporte del diario Correo muestra que el crecimiento urbano de la región Junín se está desbordando y ello es causa de la reducción de la siembra y cultivo de alimentos, las ciudades se están extendiendo desordenadamente y los campos se quedan con pocas hectáreas para el desarrollo del agro; el espacio destinado para siembras en provincias como Chupaca, Concepción, Huancayo han sido vendidas a empresas de construcción. En los últimos 5 años, la producción ha decrecido sustancialmente. En el caso del maíz, la producción se redujo de 8 mil hectáreas en el 2012 a 5 mil en el 2015; la papa en el 2014 ha sufrido una caída de casi 3 mil hectáreas a comparación del 2012. La producción de trigo fue la más afectada, de 6 805 hectáreas ha decaído a 3 416 (14).

Figura 8: Crecimiento urbano desordenado afecta a la producción agrícola.

## Crecimiento urbano reduce la producción agrícola en Junín

Por otro lado, migración del campo a la ciudad por parte de los jóvenes es otro factor para la reducción de cosechas



Fuente: (14).

Como parte del proyecto “Fortalecimiento de capacidades para la zonificación ecológica y económica de la región Junín”, que se inició con la Ordenanza Regional N° 084-2008-GRJ/CR, el 2015 realizaron el análisis de conflicto de uso de tierras que expresa el mal uso de esta, clasificado en: uso conforme, sobre uso cuyas consecuencias son observadas en procesos de deterioro que va avanzado hasta llegar a un estado de desertificación de la tierra, anulando su capacidad productiva y sub uso que no es frecuente y expresa el desperdicio de la capacidad productiva con actividades menos exigentes a la aptitud potencial que tienen ciertas tierras (15). De acuerdo a la clasificación, los resultados se muestran en la tabla 01.

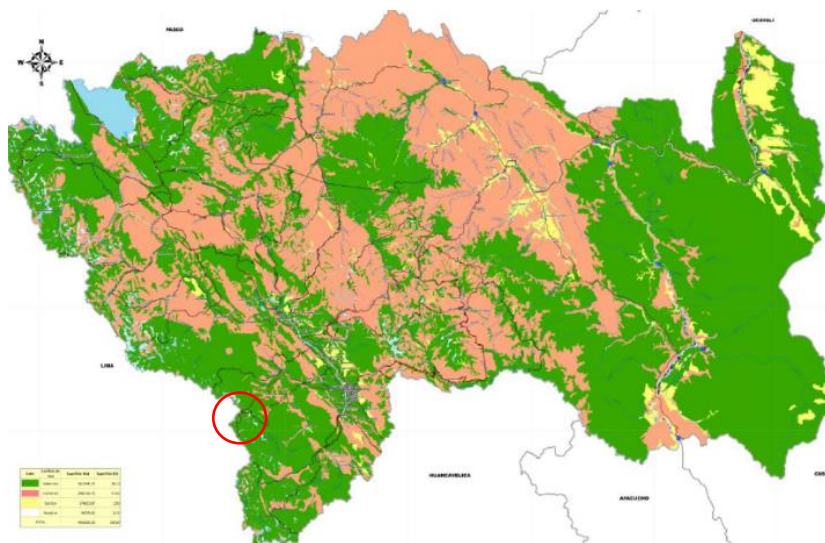
Tabla 1: Clasificación de conflicto de uso de tierras, Junín

CONFLICTO	ÁREA(Ha)	ÁREA(%)
SOBRE-USO	1612936.15	36.12
SUB-USO	174203.07	3.90
CONFORME	2582130.74	57.82
No aplica	96759.42	2.17
TOTAL	4466029.37 6	100.00

Fuente: (15).

Dentro de la clasificación se identificaron distritos que pertenecen a la cuenca del Cunus

**Figura 9: Conflicto de uso de tierras de distritos pertenecientes a la subcuenca del Cunas-Junín.**



Fuente: (15).

#### Sobre-uso

- En el uso como pasto nativo de pastoreo se encuentra el distrito de Llocllapampa.
- En el uso de cultivos extensivos en secano se encuentran los distritos: Llocllapampa, Sincos, San José de Quero, San Juan de Jarpa, Ahuac, San Juan de Iscos, Chupuro, Colca, Chiche y Chongos Alto.
- En el uso como pastizal /matorral nativo de uso pecuario se encuentran los distritos: Aco, Sincos, las colinas de Concepción, Yanacancha, San José de Quero y Chongos Alto.

#### Sub-uso

- Estas tierras en pequeñas áreas se encuentran los distritos: Yanacancha y Chongos Alto, zonas conservadas por algunas granjas o empresas comunales.

En la subcuenca del Cunas, existe un vacío de información cartografía temática, primaria actualizada de cobertura y uso actual de tierras que proporcione a las autoridades de las municipalidades que la conforman los elementos de juicio necesarios para la toma de decisiones que permitan promover medidas y acciones a fin de desarrollar una apropiada planificación de actividades tendientes a hacer manejo sostenible de los recursos naturales remanentes y recuperar los que estén



degradados. La cobertura del suelo es de mucha importancia, ya que representa la principal fuente de alimento y agua para la población y animales domésticos que habitan en la zona y dada la crisis actual de cambio de cobertura es necesario identificar las transiciones más importantes bajo un contexto histórico para anticiparse a cambios futuros potenciales.

Concerniente a esta problemática, se decidió realizar la presente investigación “Análisis de la variación de la cobertura y uso actual de tierras de la Subcuenca del Cunas durante el periodo 1987 –2017”

### **1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

#### **1. Problema general**

¿Cuál ha sido la variación de la cobertura y el uso actual de tierras en la subcuenca del Cunas durante el periodo 1987-2017?

#### **2. Problemas específicos**

- ¿Cuál es la distribución espacial del uso actual de tierras sobre la cobertura en la subcuenca del Cunas durante el periodo 1987-2017?
- ¿Cuáles son los índices de variación de los diferentes tipos de coberturas y el uso actual de tierras en la subcuenca del Cunas durante el periodo 1987-2017?

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar y analizar la variación de la cobertura y el uso actual de tierras de la subcuenca del Cunas durante el periodo 1987-2017.

### **1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la distribución espacial del uso actual de tierras sobre la cobertura en la subcuenca del Cunas durante el periodo 1987–2017.

- Determinar los índices de variación de los diferentes tipos de coberturas y el uso actual de tierras en la subcuenca del Cunas durante el periodo 1987–2017.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

#### **1.3.1. JUSTIFICACIÓN**

- **Académicamente**

La investigación permitirá brindar nuevos conocimientos e información acerca de la cobertura y uso actual de tierras de la subcuenca del Cunas, que será el pilar y base para el posterior desarrollo de diferentes investigaciones por parte de municipalidades, diversas organizaciones, investigadores y de estudiantes que se encuentran en la búsqueda de soluciones ante las diversas problemáticas relacionadas.

- **Tecnológicamente**

La investigación usará tecnologías espaciales de teledetección y, a través de la fotointerpretación de imágenes satelitales LANDSAT en el periodo de 1987 al 2017, se generará información del cambio de cobertura y uso actual de tierras de la subcuenca en estudio, para ello también se hará uso de herramientas de Sistemas de información geográfica, softwares que permitirán el procesamiento de las imágenes satelitales, la determinación de las clases de cobertura y la integración de los resultados.

- **Científicamente**

La información generada en la investigación servirá como una herramienta básica y fundamental debido a que complementará los resultados del estudio de la Zonificación Ecológica y Económica del lugar según la guía metodológica para la elaboración de los instrumentos técnicos sustentatorios para el ordenamiento territorial, aprobada por resolución ministerial N° 135-2013- MINAM, para una adecuada planificación y ordenamiento territorial, como menciona la Resolución Ministerial N°026-2010-MINAM y según el

artículo 20 de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente que exponen que es un proceso obligatorio, político y técnico administrativo de toma de decisiones concertadas con los actores sociales, económicos, políticos y técnicos, para la ocupación ordenada y uso sostenible del territorio, la regulación y promoción de la localización y desarrollo sostenible de los asentamientos humanos, de las actividades económicas, sociales y el desarrollo físico espacial, sobre la base de la identificación de potencialidades y limitaciones.

### **1.3.2. IMPORTANCIA**

Esta investigación es importante porque dentro del área de estudio comprende parte de la zona de amortiguamiento de la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas, que según la Ley de Áreas Naturales Protegidas N° 26834 dichas zonas por su naturaleza y ubicación requieren un tratamiento especial para garantizar la conservación del área protegida, el análisis permitirá la toma de decisiones frente a ello. Considerando también que en las provincias que comprende la subcuenca, la población cada vez interviene más en las áreas naturales, se observa una dinámica en el sector agrícola enfocada mayormente a la alimentación de ganado vacuno, para obtener posteriormente productos lácteos, siendo considerada la provincia de Chupaca una de las principales productoras, a su vez se producen tubérculos y granos que se derivan a la ciudad capital y otras ciudades; las actividades antrópicas vienen ocasionado cambios en la cobertura de la subcuenca. Por todo lo mencionado, considero de vital importancia el desarrollo de la investigación.

Adicional a lo mencionado anteriormente, los datos obtenidos servirán para la gestión sustentable de los recursos naturales, la conservación de la biodiversidad, así como para mitigar los impactos en ecosistemas y el cambio climático como menciona la Organización de las Naciones Unidas (5). Además de considerar criterios económicos, socioculturales, institucionales y geopolíticos; con la finalidad de lograr una distribución territorial más equitativa y las relaciones entre el territorio y sus ocupantes, vinculando las actividades humanas, productivas y el de las generaciones presentes y futuras.

## 1.4. HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

### 1.4.1. HIPÓTESIS

Según especialistas como Bernal (16) y Hernández (17) que sostienen que investigaciones de tipo descriptivas no requieren formular hipótesis, debido a que no se busca evaluar relación entre variables o explicar causas. Tomando como referencia ese argumento, la presente investigación no presenta hipótesis.

### 1.4.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

#### a. Variable N°1: Cobertura de la tierra

- **Conceptualización:** Es la cobertura biofísica que se observa sobre la superficie de la tierra, se compone de áreas naturales y elementos antrópicos (18).
- **Definición:** Son materiales físicos que caracterizan la superficie de la tierra, estos incluyen árboles, pastos u otra vegetación, rocas, así como estructuras modificadas por el hombre.
- **Dimensiones:**  
Índice de variabilidad  
Tasa de cambio según el MINAM:
- **Indicador:** % de tasa de cambio

#### b. Variable N°2: Uso Actual de tierras

- **Conceptualización:** Son los arreglos, actividades e insumos que el hombre realiza en un cierto tipo de cobertura de la tierra (19).
- **Definición:** Se relaciona con las actividades socio-económicas que realizan las personas sobre el territorio, en consecuencia, se manifiestan cambios en la cobertura.
- **Dimensiones:**  
Distribución espacial del uso actual de tierras sobre la cobertura.

## Sistema de Clasificación de Corine Land Cover

- **Indicador:** Superficie en hectáreas por tipo de cobertura.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.**

El artículo científico titulado “Change Detection of Land Use and Land Cover over a Period of 20 Years in Papua New Guinea”, cuyo objetivo fue determinar el cambio del uso del suelo y cobertura del suelo durante un período de 20 años, presenta como resultado general de las 3 zonas evaluadas una clara reducción de las tierras forestales y un aumento concomitante de la agricultura y la zona urbana y urbanizada durante todo el período de estudio. El estudio aporta una metodología post detección de cambio de comparación, es un método cuantitativo usado para detectar cambios, esencial para realizar la rectificación (georreferenciación) y la clasificación de los datos satelitales (20).

El artículo científico titulado “Using Time Series of Satellite Images to Detect Vegetation Cover Change in Dhaka City”, cuyo objetivo fue detectar los cambios en la cobertura vegetal con un intervalo de 10 años, presenta como resultado que la cobertura de vegetación de 66.87 kilómetros cuadrados del área metropolitana de Dhaka se pierde durante el todo el período de estudio, la tasa de pérdida de cobertura de vegetación es muy severa. El estudio aporta una metodología para calcular el índice de vegetación de diferencia normalizada usada para la evaluación de la vegetación y la dinámica de cambio de cobertura (21).

El artículo científico titulado “Land Use and Land Cover Changes in a Tropical River Basin: A Case from Bharathapuzha River Basin, Southern India”, cuyo objetivo fue determinar la variación de la cobertura terrestre y uso actual del suelo de la cuenca, presenta como resultados la reducción en la vegetación natural, el crecimiento inicial y posterior declinación en área de plantaciones bajas, un fuerte crecimiento en los centros urbanos de

la cuenca que en los primeros años están relacionados con la declinación de la vegetación natural. El estudio aporta un método de clasificación supervisada que permite clasificar el ráster por medio de cada píxel de una celda, por medio de unos análisis estadísticos multivariados según unos parámetros que nosotros elijamos (22).

El artículo científico titulado “Análisis multitemporal del cambio de uso del suelo, en el paisaje terrestre protegido Miraflor Moropotente Nicaragua, 1993–2011”, cuyo objetivo fue evaluar el cambio de uso del suelo a través de imágenes satelitales a fin de determinar el estado de fragmentación del paisaje. Presenta como resultado que los cambios de uso de suelo están determinados por la degradación antrópica, la conversión de la vegetación nativa a espacios agrícolas y expansión de la ganadería, se muestra diferentes grados de perturbación, que conllevan a una disminución de la superficie de hábitats naturales, reducción del tamaño de los fragmentos y aislamientos de los mismos. El estudio aporta una metodología para determinar el índice de diversidad de formas, métrica de áreas y métrica de borde que permite el análisis confiable para la posterior toma de decisiones ante la variación determinada (23).

El artículo científico titulado “Análise do uso da terra na microbacia do arroio do meio Santa Maria–RS, por sistema de informações geográficas e imagem de satélite”, cuyo objetivo fue verificar la viabilidad del uso de un Sistema de Información Geográfica (SIG) en una imagen de satélite para el análisis del uso actual de la tierra y localización de áreas donde puedan estar ocurriendo conflictos entre capacidad y uso del suelo. Esta investigación presenta como resultado que el Sistema de Información Geográfica, a través de sus diferentes módulos, permite la elaboración de los diversos análisis necesarios para conocimiento de la ocupación actual de las tierras en las cuencas hidrográficas. El estudio aporta una técnica de elaboración de un Modelo Digital del Terreno (MDT) que permite determinar la distribución, la ubicación y el área ocupada por las clases de pendiente en la microcuenca (24).

El artículo científico titulado “Avaliação da cobertura do solo como indicador de gestão de recursos hídricos: um caso de estudo na sub-bacia do Córrego dos Bois, Minas Gerais”, cuyo objetivo fue obtener las clases de uso y ocupación del suelo mediante la combinación de tecnologías de detección remota y sistemas de información geográfica. Presenta como resultado que el área total de la subcuenca es de 1.540,18 ha, el 40,70% son ocupados por pastoreo, el 35,84%, por cafetal y el 18,84% por vegetación nativa, se determinó que el conflicto del uso y de la ocupación del suelo en las áreas destinadas a la preservación corresponde al 25,58% del territorio por lo cual hay presencia de actividad antrópica en las

áreas legalmente protegidas por la legislación ambiental. El estudio aporta una metodología de clasificación orientada a objetos, para identificar las diversas coberturas, esto mediante la agrupación de píxeles de valores similares en regiones de acuerdo con un parámetro de escala pre-establecido por el usuario, segmentando la imagen en objetos homogéneos, que atiendan a un determinado fin (25).

El artículo científico titulado “Changes in soil cover in Nechí, Antioquía: An approach to the environmental impact of mining, 1986-2010”, cuyo objetivo fue evaluar la evolución de los cambios de cobertura del suelo producidos por la minería aurífera durante 24 años. Presenta como resultado un total de 124,8 km<sup>2</sup> de bosque perdido, al contrario, los cuerpos de agua ganaron un área de 66,3 km<sup>2</sup>; se relaciona principalmente con el tipo de explotación del oro en la región. El estudio aporta una metodología usada para el análisis de la cobertura y uso actual de tierras, con una específica combinación de bandas y determinando el Índice de vegetación de diferencia normalizada y posteriormente determinando la variación en el intervalo de tiempo planteado (26).

El artículo científico titulado “Evaluación de cambios en la cobertura y uso de la tierra con imágenes de satélite en Piura-Perú”, cuyo objetivo fue evaluar el cambio de la cobertura y el uso de la tierras de la ecorregión bosque seco en el periodo de 1999 al 2001, utilizando como método los inventarios forestales basadas en fotografías aéreas e imágenes del satélite LANDSAT 5 que siguieron un procesamiento digital, conjuntamente con el mapa de cobertura y uso actual de tierras presentado por el INRENA en el año 1998. Esta investigación presenta como resultado el análisis de la dinámica espacio temporal de los bosques secos, la cuantificación de los retrocesos y mejoras de los mismos, el 38% del área del bosque seco permaneció sin variación, mientras que 13% mejoró su condición y el otro 23% tiende a la reducción de su cobertura. El estudio aporta una metodología de sensoramiento remoto para la posterior elaboración de bases geográficas, esencial para la toma de decisiones después de su análisis (27).

El artículo científico titulado “Cambios de la cobertura de los suelos para la elaboración de escenarios territoriales en la región Apurímac”, cuyos objetivos fueron determinar los cambios de la cobertura y uso de los suelos, analizar los procesos detrás de estos cambios, sus tendencias y explorar cómo se comportarán estos procesos y que escenarios territoriales generarán en el 2016. Presenta como resultado un cambio significativo en la parte baja y media de la subcuenca, relacionada a la actividad agropecuaria, en la zona alta la disminución drástica del área de nevados es evidente, estos procesos de cambio estarían ligados a 4 factores o impulsores de cambio: la degradación de la cobertura



vegetal, la reducción de las fuentes de agua, la actividad minera y los eventos climáticos extremos. El estudio aporta una metodología usada para determinar la transición de uso de suelos y realizar proyecciones territoriales denominada Matriz de transición de uso de suelos, modelo Markov (28).

El artículo científico titulado “Monitoreo de los cambios en los usos y cobertura del suelo utilizando teledetección y SIG en las subcuencas de los ríos Achamayo y Shullcas”, cuyo objetivo fue describir y analizar el uso y cobertura del suelo. Esta investigación presenta como resultado la identificación de 13 clases de uso y cobertura de la tierra y se detectó que el paisaje es bastante dinámico, un área de 306,7 km<sup>2</sup>, que representa más de la mitad del área estudiada presentó cambios severos durante el período de 25 años, .El estudio aporta una metodología llamada FLAASH (Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes) para corregir los efectos atmosféricos, y posterior a la aplicación del modelo se pueda transformar los valores de cada pixel de radiancia a reflectividad (29).

En la tesis titulada “Análisis de los cambios de cobertura y uso del suelo en el distrito de Ichocán, provincia de San Marcos-Cajamarca, periodo 1989-2015.”, realizada en la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo en el año 2017. El estudio aporta una metodología apropiada para la clasificación de tierras (30). Además, la metodología presenta las siguientes características:

- La base es a escala 1: 100.000 y es idónea para caracterización del paisaje a nivel regional.
- Sirve para la elaboración de mapas de cobertura y uso de la tierra, además emplea una leyenda jerárquica, vinculando distintos niveles de detalle espacial con distintos niveles de detalle temático.

Adicional a ello, en esta investigación, el método del Random Forest sobre segmentos fue el que presentó mejores resultados logrando obtener como PCC para el año 2000 de 95.72%, para el 2017 de 96.55% y como índice de Kappa 0,93 y 0.97.

En la tesis titulada “Análisis multitemporal del cambio de la cobertura vegetal y uso de la tierra en el Cantón Gualaquiza, 1987 – 2015.”, realizada en la Universidad Central Del Ecuador en el año 2015. El estudio aporta una metodología apropiada para cuantificar el cambio de coberturas y realizar un análisis multitemporal (31). Además, la metodología presenta las siguientes características:

- Es representada a través de una matriz, la columna inicial muestra las clases de la imagen de cobertura de la tierra del año inicial y la fila superior indica la cobertura de

la tierra del año a comparar, la diagonal principal muestra las coberturas sin modificaciones, es decir que no sufrieron cambios entre los años de análisis. Por el contrario, las clases que se encuentran fuera de la diagonal principal indican las áreas que han sufrido cambio durante el periodo de estudio.

- Se realiza un cruce de datos que permite disponer con precisión las permanencias y transformaciones de las coberturas a lo largo de los periodos de estudio, con el propósito de mostrar los datos de manera comprensiva.

En la tesis titulada “Cobertura y uso del suelo en la Subcuenca del río Las Piedras, Departamento del Cauca.”, realizada en la Universidad de Manizales en el año 2015. El estudio aporta una metodología apropiada para la clasificación de la cobertura de la tierra (32). Además, la metodología presenta las siguientes características:

- La base de datos de la cobertura de la tierra constituye un soporte a la toma de decisiones en políticas relacionadas con el medio ambiente y el ordenamiento territorial.
- Permite describir, caracterizar, clasificar y comparar las características de la cobertura de la tierra, interpretadas a partir de la utilización de imágenes de satélite para la construcción de mapas de cobertura a diferentes escalas.

En la tesis titulada “Dinámica del cambio de cobertura/uso del suelo en una región del Estado de Quintana Roo-México.”, realizada en la Universidad Nacional Autónoma de México en el año 2014. El estudio aporta técnicas apropiadas para mejorar la calidad visual de las imágenes satelitales para su posterior clasificación (33). Además, las técnicas presentan las siguientes características:

- Se realizan diferentes tratamientos digitales para el mejoramiento, realce o eliminación de ciertas características de las imágenes para mejorar su calidad.
- Tienen la finalidad de facilitar la interpretación y análisis de las diferentes coberturas.

En la tesis titulada “Metodología para detectar cambios en el uso de la tierra utilizando los principios de la clasificación orientada a objetos, estudio de caso piedemonte de Villavicencio, Meta.”, realizada en la Universidad Nacional de Colombia en el año 2011. El estudio aporta una metodología apropiada para el mejoramiento de las imágenes satelitales base (34). Además, la metodología presenta la siguiente característica:

- Se realiza un tratamiento de georreferenciación y corrección con precisión radiométrica y geométrica sistemática, los cuales son necesarios para el proceso posterior de las imágenes satelitales.

El trabajo de Bamimore (35), refiere sobre ¿Qué es el cambio de tipo de uso de suelo en el Perú y cómo afecta la conservación de los Bosques Amazónicos?, y la investigación de Ibáñez (36) realizado sobre Suelos, Incendios Forestales y Cambio Climático (¿reforestación o pastizales?). Estos estudios demostraron que el cambio de uso de suelo que involucra la cobertura vegetal provoca grandes pérdidas de ecosistemas, las necesidades del hombre, lo conlleva a realizar actividades en coberturas que no corresponden, en consecuencias degradándolas y sumando al cambio climático. El cambio de uso de uso de suelo protagonizado por el hombre, afecta las diversas coberturas, casi siempre muy difícil de remediar, añadiéndose así a los problemas ambientales más preocupantes.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

#### **2.2.1.1. Protocolo para el Análisis de las Dinámicas de Cambio de Cobertura de la tierra en la Comunidad Andina**

Presenta el proceso general de procesamiento de una o más imágenes satelitales (37). Se presentan a continuación:

##### **a. Protocolo de ortorectificación de imágenes satelitales Landsat**

En este proceso, se eliminan las distorsiones horizontales y verticales de las imágenes principalmente ocasionadas por el relieve. Para ello, se requiere lo siguiente: bandas de la imagen satelital descargadas, Imagen de referencia y un modelo Digital de Elevación (DEM) (37).

##### **b. Protocolo de control de calidad entre diferentes capas ortorrectificadas**

En este proceso, se busca estimar el nivel de ajuste entre pares de escenas o capas ortorrectificadas. Para ello, se requiere lo siguiente: Capa de referencia y Capa a validar (37).

**c. Protocolo marco de interpretación supervisada basado en píxeles y empleando See5/C5 como clasificador**

En este proceso, se busca generar un mapa de cobertura y uso de la tierra con una escena Landsat o equivalente. Para ello, se requiere lo siguiente: Imagen ortorrectificada, Leyenda y guía de interpretación (37).

**d. Protocolo marco de interpretación supervisada empleando segmentación y Random Forest como clasificador**

En este proceso se busca generar un mapa de cobertura y uso de la tierra con una escena Landsat o equivalente.

Para ello, se requiere lo siguiente: Imagen ortorrectificada, Leyenda y guía de interpretación (37).

- **Sub-protocolo de áreas de referencia**

En este proceso se busca familiarizar al intérprete con la leyenda y con el área de estudios, en el caso de una reinterpretación, familiarizarse con la interpretación previa (37).

- **Sub-protocolo Protocolo de segmentación**

En este proceso, se busca poder discriminar sectores contiguos espectralmente homogéneos de una manera rápida y eficaz, además de verificar que la segmentación realizada sea consistente con los bordes observados en la imagen original (37).

- **Sub-protocolo de generación de la información complementaria**

En este proceso, se busca la incorporación de información de capas e índices derivados que enriquezcan la información para el proceso de clasificación (37).

- **Sub-protocolo de clasificación**

En este proceso, se busca generar un mapa de la escena a partir de segmentos previamente definidos y de un conjunto de áreas de referencia con toda la información disponible (37).

**e. Protocolo de limpieza y generalización**

En este proceso, se busca garantizar que el mapa producido cumpla los criterios de unidad mínima de mapeo establecidos para las distintas clases del mapa. Para ello, se requiere lo siguiente: un mapa en base de datos geográfica, leyenda del mapa estableciendo las unidades mínimas de mapeo por clase y una tabla de prioridades de agregación (37).

**f. Protocolo de empalme**

En este proceso, se busca la elaboración de un mosaico a partir de las interpretaciones realizadas de imágenes satelitales, garantizando la continuidad de las clases interpretadas entre escenas contiguas. Para ello, se requiere lo siguiente: Imágenes satelitales analizadas e Interpretaciones de las imágenes (37).

**g. Protocolo de validación**

En este proceso, se busca evaluar la exactitud temática del mapa a través de las medidas de exactitud, precisión y error. Para ello, se requiere lo siguiente: una capa de puntos de muestreo para validación (37).

**h. Protocolo de levantamiento de información de campo**

En este proceso se busca generar un conjunto de datos en base a puntos de muestreo distribuidos sobre el área de trabajo, tanto preestablecidos como determinada in situ, los cuales servirán para evaluar la exactitud temática del mapa, el control de calidad de la ortorrectificación y la calibración de la clasificación. Para ello, se requiere lo siguiente: mapas con las Imágenes de alta resolución, fotografías aéreas y mapas temáticos, puntos de muestreo, resultado de la clasificación semiautomática realizada por los intérpretes, capa de la Red Vial (Nacional, departamental y vecinal), capa de Centros Poblados, fichas de campo, libretas de campo, útiles de escritorio (Lápices, marcadores permanentes), bolsas reciclables (37).

**i. Protocolo de generación e información de respaldo obtenida a partir de imágenes satelitales**

En este proceso, se busca generar un conjunto de datos en base a puntos de muestreo distribuidos sobre el área de trabajo, que servirán para evaluar la exactitud temática del producto de la clasificación. Para ello, se requiere lo siguiente: imágenes satelitales de mediana a alta resolución que comprendan el área de trabajo, preferentemente deben corresponder al mismo año de las imágenes procesadas y con un porcentaje de nubes menor a 10%, puntos de muestreo distribuidos sobre el área de trabajo, en formato Shapefile (.shp), asimismo en formato Keyhole Markup Language (.kml), para su visualización en Google Earth (37).

**j. Protocolo de documentación de la información**

En este proceso se busca almacenar la información empleada y generada bajo un esquema estandarizado para todos los operadores. Para ello, se requiere lo siguiente: información generada durante el proceso.

**2.2.1.2. Leyenda de coberturas adaptado a Perú.**

El Ministerio del Ambiente propuso una leyenda de clasificación de coberturas presenta cuatro niveles.

**1. Áreas Artificializadas**

**a. Áreas urbanizadas**

Las áreas urbanizadas incluyen los espacios cubiertos por infraestructura urbana y todas aquellas áreas verdes y redes de comunicación asociadas con ella, que configuran un tejido urbano (38).

- Tejido urbano continuo
- Tejido urbano discontinuo

**b. Áreas industriales e infraestructura**

Comprende 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 (38).

- Áreas Industriales o comerciales
- Red vial, ferroviaria y terrenos asociados
- Áreas portuarias
- Aeropuertos
- Obras hidráulicas

**c. Áreas de extracción de minería e hidrocarburos y escombreras**

Comprende las áreas donde se extraen o acumulan materiales asociados con actividades mineras e hidrocarbuiíferas, de construcción, producción industrial y vertimiento de residuos de diferente origen. (Incluye colas y desmontes) (38).

- Áreas de extracción de minería e hidrocarburos
- Áreas de disposición de residuos

**d. Áreas Verdes artificiales no agrícolas**

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 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 (38).

- Áreas verdes urbanas
- Instalaciones recreativas

## **2. Áreas Agrícolas**

### **a. 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 sólo de 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 de cielo abierto (38).

### **b. Cultivos permanentes**

Comprende los territorios dedicados a los 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 (38).

### **c. 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 periodo de 2 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 su plantación, con la introducción de especies no nativas principalmente y en el manejo posterior que se hace (38).



#### **d. Áreas agrícolas Heterogéneas**

Son unidades que se reúnen dos o más clases cobertura agrícolas y naturales. Están, dispuestas en un patrón intrincado de mosaicos geométricas 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 tendencia de la tierra. 70% intervenido en la UMN. Si el porcentaje es menor, la cobertura continua define a la matriz (38).

### **3. Bosques y áreas mayormente naturales**

#### **a. Bosque**

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 *Polylepis* o *Prosopis* (38).

- Bosque denso bajo
- Bosque abierto bajo
- Bosque denso alto
- Bosque abierto alto
- Bosque fragmentado

#### **b. 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 servicio ambientales (plantaciones protectoras) (38).

**c. Áreas con Vegetación herbácea y/o arbustivo**

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) (38).

- Herbazal
- Herbazal denso
- Herbazal abierto
- Arbustal
- Arbustal denso
- Arbustal abierto
- Vegetación secundaria o transición
- Vegetación arbustiva/ herbácea
- Vegetación arbustiva / herbácea densa
- Vegetación arbustiva / herbácea abierta
- Arbustal / área intervenida
- Herbazal / área intervenida
- Arbustal -Herbazal / área intervenida

**d. Áreas sin o con poca vegetación**

Comprende aquellos territorios en los cuales el vegetal no existe o escasea, compuestas 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 (38).

- Áreas Húmedas
- Áreas húmedas continentales
- Áreas pantanosas
- Tuberías y bofedales
- Vegetación acuática sobre cuerpos de agua.

## **2.2.2. METODOLOGÍAS EXISTENTES**

### **2.2.2.1. Metodologías de Clasificación de Imágenes**

#### **2.2.2.1.1. Clasificación basada en el Pixel**

Los clasificadores basados por pixel, son los más tradicionales debido a su facilidad de procesamiento, se destacan el Supervisado y No supervisado (39).

Utilizan algoritmos que se basan en los valores espectrales de reflectancia y emitancia (40), compendiados en grupos de píxeles que representan una clase de la clasificación.

##### **a. Clasificación Supervisada**

La clasificación supervisada se fundamenta en el previo conocimiento de las clases y de estadísticos que se relacionan a cada clase espectral de la imagen (41).

Consta de dos fases: entrenamiento y asignación. En la fase 1, el investigador realiza un reconocimiento general de las áreas a estudiar, determinando patrones de formas y colores relacionadas a una clase, entrenando el conjunto de píxeles a cada clase encontrada, desarrolla una descripción numérica de las características espectrales de las bandas que discriminan los grupos de píxeles que pertenecen a una misma clase mediante la generación de sus firmas espectrales. En la fase 2, se asigna una lista de clases o nombres a cada patrón observado, generando mediante algoritmos una clasificación general de la imagen (42).

##### **b. Clasificación no Supervisada**

La clasificación no supervisada, agrupa píxeles de manera automática a una clase que no ha sido entrenada previamente, tiene en cuenta parámetros estadísticos, que buscan minimizar las desviaciones de las clases y maximizar la distancia al centro de cada grupo de píxeles encontrados. El método es utilizado para aquellas áreas donde no se conoce detalles de

la zona de estudio, generando un número arbitrario de clases consideradas por el investigador (43).

#### **2.2.2.1.2. Clasificación basada en el Subpíxel**

El Análisis de Subpíxeles pretende aprovechar toda la información contenida en las bandas para cada uno de los píxeles, logrando para cada píxel una clasificación con resolución más fina.

Las técnicas de clasificación “duras” asignan a un píxel grueso una única clase de cobertura. Para las resoluciones más gruesas, los píxeles inevitablemente estarán mezclados, por lo que técnicas de clasificación “suavizadas” pueden ser utilizadas, asignando a un píxel diferentes clases de cobertura (44). El alto número de píxeles mezclados o no clasificados adecuadamente hace necesario obtener información a nivel de subpíxel, de tal forma que se asegure una estimación precisa del área inundada total (45).

#### **2.2.2.1.3. Clasificadores contextuales**

Es una técnica de clasificación de imágenes, que considerada conjuntamente las características espectrales y espaciales de la imagen, éste clasificador tiene en cuenta la información de la vecindad, mejorando, suavizando y homogenizando los resultados de cualquier tipo de clasificación, siendo útil para la clasificación de imágenes de alta resolución (46).

Esta metodología ha sido usada por diferentes algoritmos y clasificadores para mejorar la precisión de la clasificación, como la clasificación orientada a objetos, que es uno de los parámetros importantes para el proceso de la segmentación (46).

#### **2.2.2.1.4. Clasificadores basados por campo**

Los clasificadores basados por campo, con sus siglas en ingles "Per-Field-based classifiers", consiste en subdividir una imagen en parcelas, utilizando la información vectorial, cada una de ellas será la mínima unidad de la clasificación ; de esta forma, evita las variaciones de la información espectral de cada clase (46).

Esta clasificación es muy similar a la orientada por objetos metodológicamente, ya que se basa en los límites de la información vectorial de la parcelación y la otra en la información propia de cada objeto para la segmentación, tema que es tratado más a fondo a continuación.

### **2.2.2.2. Metodologías de Clasificación de la cobertura de la tierra.**

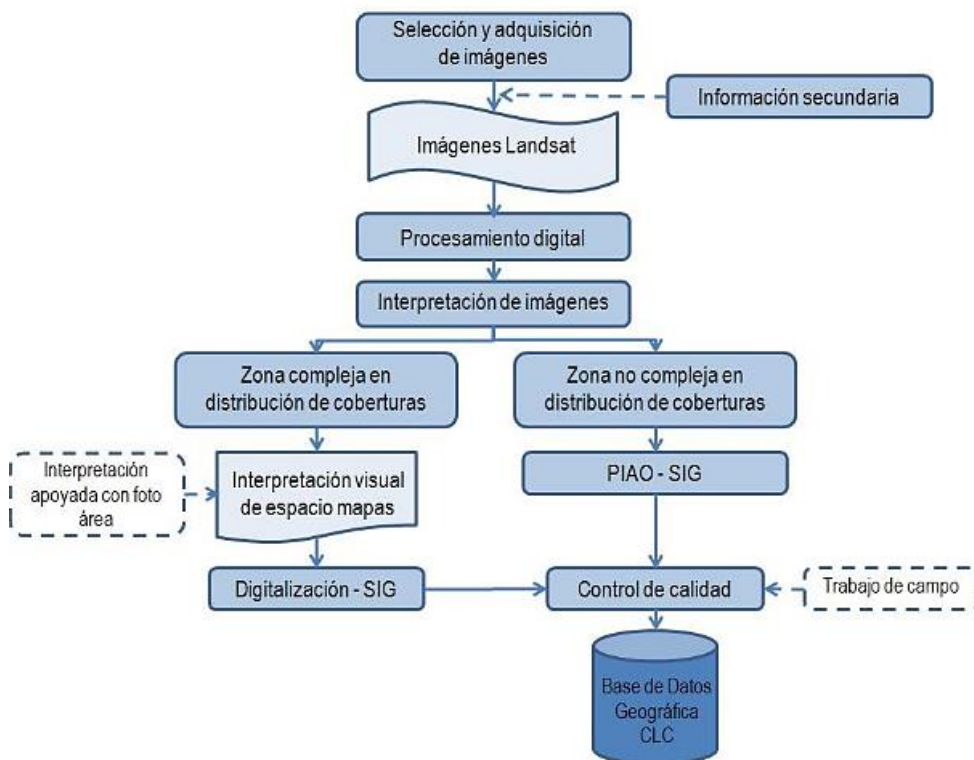
#### **2.2.2.2.1. A nivel Internacional**

- **Sistemas de clasificación Corine Land Cover**

Dentro del programa CORINE (Coordination of information on the environment), promovido por la Comisión de la Comunidad Europea, fue desarrollado el proyecto de cobertura de la tierra "CORINE Land Cover" 1990 (CLC90), el cual definió una metodología específica para realizar el inventario de la cobertura de la tierra, contempla las siguientes etapas: adquisición y preparación de la información; análisis e interpretación de las coberturas; verificación de campo, control de calidad y generación de la capa temática escala 1:100.000. Está operativamente disponible para la mayoría de las áreas de Europa (47).

El Modelo general de la metodología se muestra en la figura 10.

Figura 10: Modelo de la metodología Corine Land Cover.



Fuente: (47).

La nomenclatura de la cobertura del suelo CORINE está organizada en tres niveles, y se muestra a continuación.

Tabla 2: Clasificación de Cobertura según CLC.

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
<b>1. Superficies Artificiales</b>	1.1. Tejido urbano	1.1.1. Tejido urbano continuo
		1.1.2. Tejido urbano discontinuo
	1.2. Industrial, comercial y unidades de transporte	1.2.1. Unidades industriales o comerciales
		1.2.2. Redes de carreteras y ferrocarriles y terrenos asociados.
		1.2.3 Zonas portuarias
		1.2.4. Aeropuertos
	1.3. Mina, volcado y sitios de construcción	1.3.1. Sitios de extracción de minerales.
		1.3.2. Sitios de volcado
		1.3.3. Sitios de construcción

	1.4. Artificial no agrícola, Áreas con vegetación	1.4.1. Zonas urbanas verdes 1.4.2. Instalaciones deportivas y de ocio.	
<b>2. Áreas Agrícolas</b>	2.1. Tierra arable	2.1.1. Tierra arable no irrigada 2.1.2. Tierra de riego permanente 2.1.3. Campos de arroz	
	2.2. Cultivos permanentes	2.2.1. Viñedos 2.2.2. Árboles frutales y plantaciones de bayas 2.2.3. Olivares	
	2.3. Pastos	2.3.1. Pastos	
	2.4. Zonas agrícolas Heterogéneas	2.4.1. Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes 2.4.2. Cultivo complejo 2.4.3. Tierra ocupada principalmente por la agricultura, con áreas significativas de vegetación natural 2.4.4. Áreas agroforestales	
	<b>3. Bosques y áreas seminaturales</b>	3.1. Bosques	3.1.1. Bosque de hoja ancha
			3.1.2. Bosque de coníferas
			3.1.3. Bosque mixto
		3.2. Arbusto y / o asociación de vegetación herbácea	3.2.1. Pastizales naturales
3.2.2. Moros y páramos			
3.2.3. Vegetación esclerófila			
3.2.4. Arbusto Forestal Transitorio			
3.3. Espacios abiertos con poca o sin vegetación		3.3.1. Playas, dunas y llanuras de arena	
		3.3.2. Roca desnuda	
	3.3.3. Áreas con poca vegetación.		
	3.3.4. Áreas quemadas		
	3.3.5. Glaciares y nieve perpetua		
<b>4. Humedales</b>	4.1. Humedales continentales	4.1.1. Marismas del interior	
		4.1.2. Peebogs	
	4.2. Humedales costeros	4.2.1. Pantanos	
		4.2.2. Salinas	
		4.2.3. Suelos intermareales	

Fuente: (47).

- **Sistema de clasificación de la Unión Geográfica Internacional (UGI).**

La Unión Geográfica Internacional (UGI) se delinea de acuerdo al sistema de nueve categorías; este sistema, por su carácter internacional, permite que los resultados de los estudios realizados sean compatibles con otros proyectos ya terminados o en ejecución (48).

El Sistema de la UGI es muy flexible y permite incorporar caracterizaciones específicas referidas a las particularidades de cada área.

En la siguiente tabla se muestran las nueve grandes categorías del Sistema UGI, estos van en orden descendente, y de acuerdo con la intensidad de uso de la tierra.

**Tabla 3: Clasificación de Cobertura según UGI.**

<b>N°</b>	<b>CATEGORÍAS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
1	Centros poblados	Terrenos urbanos y/o instalaciones Gubernamentales y privadas.
2	Horticultura	Terrenos con cultivos de hortalizas
3	Árboles y otros cultivos permanentes	Terrenos con cultivos de frutales
4	Tierras de cultivos	Terrenos con vegetación cultivada
5	Pastos mejorados permanentes	Terrenos con pastos introducidos
6	Praderas naturales	Terrenos con praderas naturales
7	Tierras boscosas	Terrenos con bosques; bosques húmedos y matorrales
8	Pantanos y ciénagas	Terrenos mal drenados
9	Tierras improductivas	Terrenos sin uso y/o improductivos

**Fuente: (48).**

Se realizará un trabajo de campo, donde se visitarán las áreas de influencia para complementar la información obtenida de las imágenes de satélite, y confirmar los límites de las áreas demarcadas en gabinete, analizándose en forma directa. Luego de analizar la información las categorías UGI se dividirán en subcategorías con todos los componentes (48).



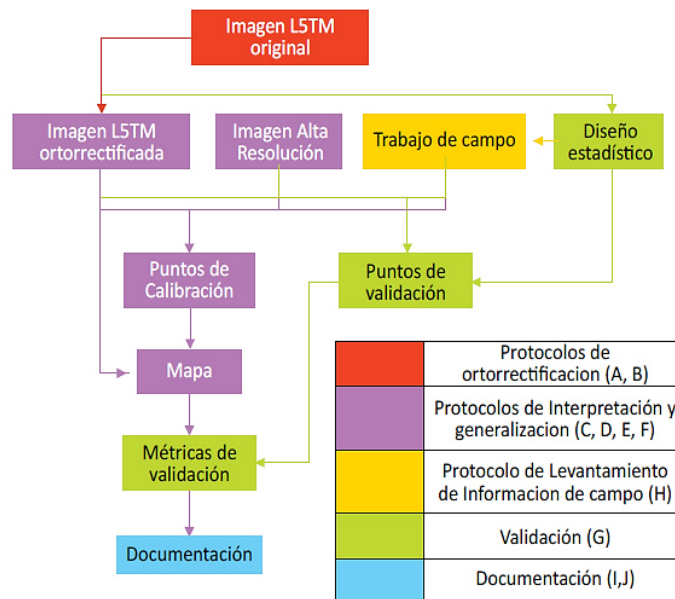
Finalmente, en gabinete, se procederá a elaborar el Mapa de Uso Actual, vaciando la información obtenida en campo, sobre las imágenes Spot y ortofotos; agrupando y clasificando áreas de acuerdo a categorías y subcategorías determinándose luego la extensión cubierta por cada una de estas.

#### 2.2.2.2.2. A nivel Nacional

- **Sistemas de clasificación Corine Land Cover adaptado a Perú**

El Protocolo para el Análisis de las Dinámicas de Cambio de Cobertura de la tierra en la Comunidad Andina presenta un diagrama (Figura 11), con el proceso general de procesamiento de una o más imágenes satelitales (37).

**Figura 11: Esquema del protocolo-MINAM.**



Fuente: (37).

El Ministerio del Ambiente presenta la siguiente propuesta de leyenda de coberturas adaptada a Perú, la cual presenta cuatro niveles (38).

**Tabla 4: Clasificación Adoptada a Perú por el MINAM**

<b>Nivel I</b>	<b>Nivel II</b>	<b>Nivel III</b>	<b>Nivel IV</b>	
<b>1. Áreas Artificializadas</b>	1.1 Áreas urbanizadas	1.1.1 Tejido urbano continuo 1.1.2 Tejido urbano continuo		
	1.2 Áreas industriales e infraestructura	1.2.1 Áreas Industriales o comerciales 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 1.3.2 Áreas de disposición de residuos		
	1.4 Áreas Verdes artificiales no agrícolas	1.4.1 Áreas verdes urbanas 1.4.2 Instalaciones recreativas		
	<b>2. Áreas Agrícolas</b>	2.1 Cultivos transitorios 2.2 Cultivos permanentes 2.3 Pastos 2.4 Áreas agrícolas heterogéneas		
<b>3. Bosques y áreas mayormente naturales</b>	3.1 Bosque	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	3.3.1.1 Herbazal denso 3.3.1.2 Herbazal abierto	
		3.3.2 Arbustal	3.3.2.1 Arbustal denso 3.3.2.2 Arbustal abierto	
		3.3.3 Vegetación secundaria o transición		
		3.3.4 Vegetación arbustiva/ herbácea	3.3.4.1 Vegetación arbustiva / herbácea densa 3.3.4.2 Vegetación arbustiva / herbácea abierta	
		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 naturales 4.4.1 Áreas pantanosas 3.4.2 Afloramientos rocosos 3.4.3 Tierras desnudas (incluyen áreas erosionadas Naturales y también degradadas) 3.4.4 Áreas quemadas 3.4.5 Glaciares 3.4.6 Solares
<b>4.Áreas Húmedas</b>	4.1 Áreas húmedas continentales	4.4.1 Áreas pantanosas 4.1.2 Tuberías y bofedales 4.1.3 Vegetación acuática sobre cuerpos de agua

Fuente: (38).

### 2.2.2.3. Metodologías de análisis de cambios de uso de tierras

#### 2.2.2.3.1. Según la técnica para determinar cambio

- **Álgebra de Mapas**

Esta técnica consiste en emplear operaciones aritméticas básicas como la suma, la resta, la multiplicación y la división para poder manipular y analizar datos espaciales. El álgebra de mapas crea nuevas funciones y relaciones de atributos por la superposición de funciones de dos capas de entrada, las características de cada capa de entrada se combinan para crear nuevas funciones de salida. Una desventaja de esta técnica en la detección del cambio es la dificultad para seleccionar los umbrales al considerar que las variaciones numéricas no sean afectadas por cambios estacionales o por cambios propios inherentes a la escena de la imagen. Incluye técnicas como diferencia entre imágenes, regresión entre imágenes, proporción de imágenes, diferencias de índices de vegetación, análisis de vectores de cambio y sustracción de fondo. Estos algoritmos detectan los cambios mayores de ciertos umbrales identificados y proporcionan la información del cambio cuantitativamente en términos de reflectancia (49).

- **Transformación Matemática**

Son métodos de análisis espaciales que cambian o transforman entidades originales mediante combinaciones, utilizando principios y reglas geométricas, aritméticas o lógicas, y también operadores de conversión de datos vectoriales con la finalidad de mejorar la discriminación de algunos aspectos temáticos dentro de la imagen y de la disposición de los datos de manera que sean evidentes los fenómenos de interés. Una ventaja de estos métodos es que minimizan la redundancia entre bandas. Sin embargo, estos no pueden proporcionar matrices de cambio detalladas, requieren la elección de umbrales para identificar las áreas de cambio y tienen dificultad en la interpretación e identificación de la información de cambio sobre las imágenes ya transformadas. Este grupo incluye transformaciones multivariadas tales como análisis de componentes principales, índice de vegetación, entre otros (49).

- **Post-Clasificación**

Es un método generalizado que consiste en agrupar los rasgos geográficos en clases o categorías de acuerdo a características comunes reduciendo el número o variedad, y por tanto, una simplificación del mapa. El proceso se inicia con el agrupamiento de los píxeles mediante clasificación automatizada o digitalización en monitor de una imagen en clases internamente homogéneas, pero diferenciables entre ellas por los valores de una o varias variables. Posteriormente, los mapas temáticos creados para las fechas consideradas son utilizados para generar una matriz cruzada de información del cambio de uso entre las imágenes multitemporales. Su desventaja radica en la manipulación de datos históricos y del tiempo empleado para generar clasificaciones exactas. En esta categoría, se incluye el análisis temporal-espectral, algoritmos de maximización, clasificación y redes neuronales artificiales (49).

- **Modelación**

Son modelos conceptuales que describen y manipulan las características espaciales de los fenómenos geográficos. Los valores de reflectividad de la imagen son convertidos a parámetros o fragmentos basados físicamente a través de modelos lineales, no lineales o ambos. Los parámetros transformados son fáciles de interpretar y de extraer información de las firmas espectrales. Su desventaja radica en el tiempo empleado y la dificultad de desarrollar modelos apropiados para convertir los valores de reflectividad de la imagen a parámetros biofísicos. Incluye el modelado de reflectividad empleada en los modelos de Li-Strahler, modelos mixtos espectrales y modelos de estimación de parámetros biofísicos (49).

- **Según la temporalidad de la información**

#### **Análisis Bitemporal**

Es un análisis de tipo cualitativo o cuantitativo en el que se emplean solamente imágenes de dos fechas. En esta clasificación se incluyen las técnicas de diferencia de imágenes, proporción de imagen, diferencia de regresión, análisis de vectores de cambios (análisis entre dos imágenes), calidad de datos (cruce de tablas y/o cruce de clasificación) (50).

#### **Análisis Multitemporal**

Esta clasificación presenta también un análisis cualitativo o cuantitativo de las imágenes, pero, a diferencia de la clasificación anterior, éstos varían en el número de fechas de análisis empleadas (más de dos), y se emplean técnicas estadísticas de series de tiempo para su análisis. Dentro de esta técnica, se incluye el análisis de series de tiempo, correlación de series de tiempo, perfiles de tiempo, desviación de la imagen y análisis de vectores de cambio II (diferencia entre dos series) (50).

### **Predicción de cambios a futuro**

Son técnicas que determinan probabilidades de cambio, donde la predicción espacial explica los cambios detectados posibles. Dentro de estas técnicas se incluyen las cadenas de probabilidad de análisis de Markov, autómatas celulares y análisis multicriterio (50).

#### **2.2.2.4. Validación de la clasificación de imágenes**

Para la validación del método de clasificación, se realizó el análisis de la exactitud, comparando las clasificaciones realizadas a través de la clasificación orientada a objetos y el ortofotomosaico.

##### **2.2.2.4.1. Matriz de confusión**

La matriz de confusión o contingencia permite comparar dos clasificaciones: una definida por el usuario como base y la otra, la que se desea evaluar. Se construye una comparación matricial de clases realizadas de la clasificación, ubicada generalmente en diferentes sectores o en la totalidad del mapa, confrontando las clases de cada clasificación (51).

##### **2.2.2.4.2. Coeficiente Kappa**

Este coeficiente, propuesto por Jacob Cohen en 1960 (52). Es un método estadístico que mide la concordancia de dos metodologías. Es utilizado para ver la similitud de dos clasificaciones de imágenes, realizado por medio de la ecuación (53).

$$CK = \frac{\sum_{i,j=1}^r x_{ij} - \sum_{i,j=1}^r (\sum x_i \cdot \sum x_j)}{N^2 - \sum_{i,j=1}^r (\sum x_i \cdot \sum x_j)}$$

En donde:  $r$  es número de filas en la matriz,  $x_{ij}$ , número de píxeles de la fila  $i$ , columna  $j$ , es decir la diagonal mayor;  $x_i$ , fila  $i$ ;  $x_j$ , columna  $j$  y  $N$  el total de píxeles de la matriz.

## **2.2.2.5. Técnicas e instrumentos de investigación**

### **2.2.2.5.1. Técnicas de investigación**

- **Técnica de la teledetección**

En la presente investigación, se hizo uso de la teledetección que es aquella técnica que permite obtener imágenes de la superficie terrestre a partir de sensores espaciales,; para que esta observación remota sea posible es preciso que entre los objetos y el sensor exista algún tipo de interacción (54). Por su concepción y capacidad sinóptica e integradora, es muy adecuada para el seguimiento de procesos que varían de forma continua en el territorio, cualquier fenómeno en el que se produzca una variación de la respuesta espectral de la superficie terrestre, tanto en el espacio como en el tiempo, es susceptible de ser estudiado por teledetección (55).

### **2.2.2.5.2. Instrumentos de investigación**

- **Mapas Cartográficos:**

En la presente investigación los datos tendrán como principal fuente las imágenes del satélite Landsat 5 y 8OLI, los mapas cartográficos representan la información que se requiere mostrar y permite mejor su análisis.

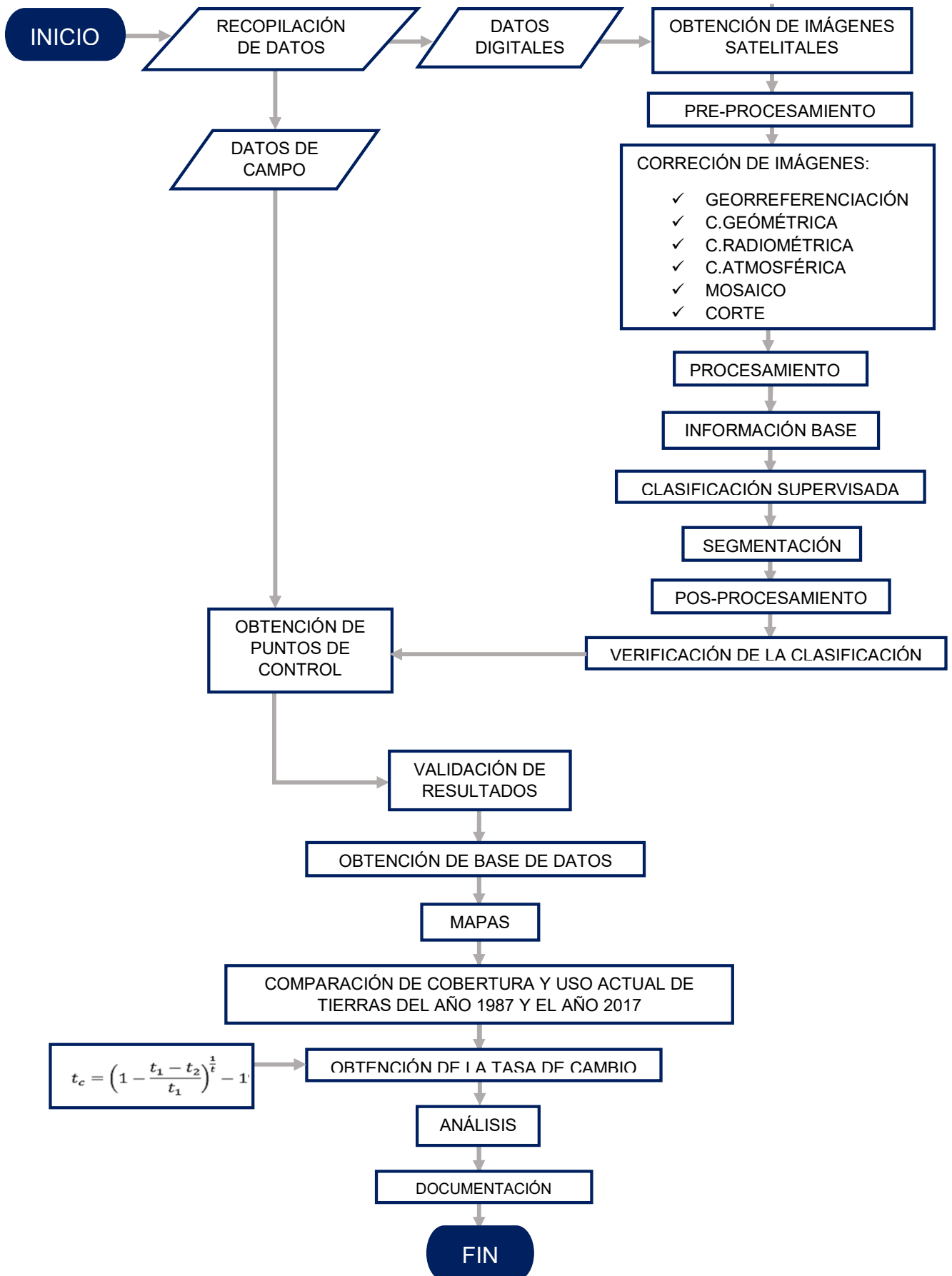
- **Fichas campo:**

Recolectan datos de campo, que sirven para verificar los resultados de gabinete

- **Cuestionario**

Permite obtener información adicional del área de estudio.

### 2.2.3. DISEÑO DE MODELO TEÓRICO CONCEPTUAL





## **2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS**

### **2.3.1. TIERRA**

Es un área de la superficie de la tierra que se puede delinear, abarcando todos los atributos de la biosfera inmediatamente por encima y por debajo de su superficie (56).

#### **2.3.1.1. Uso actual de la tierra**

El uso de tierra se caracteriza por los arreglos, actividades e insumos que el hombre realiza en un cierto tipo de cobertura para producir, cambiarla o mantenerla (19).

#### **2.3.1.2. Cobertura de la tierra**

Es la cobertura biofísica que se observa sobre la superficie de la tierra (18).

#### **2.3.1.3. Tipos de cobertura de la tierra**

Son las unidades clasificadas según la leyenda base Corine Land Cover adaptada al Perú.

#### **2.3.1.4. Cambio de cobertura y uso de la tierra**

Son variaciones naturales y en mayor proporción por la intervención antropogénica, impactan directamente sobre la diversidad biológica y son la principal causas del deterioro ambiental (57).

#### **2.3.1.5. Factores relacionados con el cambio de uso de la tierra**

Lambin, et al, citado por Cieza, afirma que a nivel mundial existen cinco factores que inciden fuertemente en los cambios que se experimentan en la cobertura ,estos son: (58).

- **Económicos**

Son aquellos que influyen directamente en precios, impuestos y subsidios a los insumos y productos obtenidos del uso de la tierra (59).

- **Demográficos.**

Es el aumento o disminución de la población que influyen en la estructura y la dinámica del hogar, migración, urbanización, entre otros (59).

- **Institucionales.**

Son las instituciones donde se toma decisiones sobre la administración y gestión del territorio (59).

- **Culturales.**

Son en su mayoría intangibles, como: motivaciones, memorias colectivas, historias personales, actitudes, valores, creencias y percepciones individuales y colectivas (59).

Específicamente, los siguientes factores son los más resaltantes que inciden en el cambio de cobertura.

- **La expansión agropecuaria**

Es el crecimiento de las zonas agrícolas y ganaderas (59).

- **La deforestación**

Es la transformación del bosque a otro uso de la tierra o reducción a largo plazo de la cubierta de copa por debajo del umbral mínimo del 30% (60).

- **La minería**

Es una actividad a corto plazo, pero con efectos a largo plazo, junto con la explotación de petróleo amenazan bosques primarios del mundo (61).

## 2.3.2. TELEDETECCIÓN

Es la técnica de obtención de información acerca de un objeto a distancia, sin tener un contacto material entre el objeto observado y el observador (54).

### 2.3.2.1. Elementos de teledetección

- **Fuente de energía**

Es originado de la radiación electromagnética que el sensor va a captar. Puede tratarse de una fuente pasiva como la luz solar o activa cuando es emitida por el sensor que luego capta el reflejo (como el radar) (54).

- **Cubierta terrestre**

Son los rasgos naturales o realizados por el hombre (vegetación, suelo, rocas, construcción, etc.) que refleja la señal hacia el sensor (54).

- **Sistema sensor**

Compuesto por el sensor propiamente dicho (cámaras, radar, etc.) y la plataforma que lo alberga (satélite, avión, globo). Tiene la misión de captar la energía proveniente de la cubierta terrestre y almacenarla o enviarla directamente al sistema de recepción (54).

- **Sistema de recepción-comercialización**

Es el que recibe la información del sistema sensor, la guarda en formato apropiado y la distribuye a los usuarios (54).

- **Intérprete**

Sujeto que convierte los datos en información temática de interés ya sea mediante procedimientos y técnicas visuales o digitales (54).

- **Usuario final**

Es el beneficiario del documento fruto de la interpretación (54).

### **2.3.2.2. Tipos de sensores**

#### **2.3.2.2.1. Sensores pasivos**

Detectan la radiación electromagnética emitida o reflejada de fuentes naturales (62).

#### **2.3.2.2.2. Sensores activos**

Poseen fuentes internas que generan artificialmente la radiación (62).

### **2.3.3. IMÁGENES DE SATÉLITE**

Es una representación visual de los datos reflejados por la superficie de la tierra que captura un sensor montado en un satélite artificial (63).

#### **2.3.3.1. Satélite Landsat TM**

Es un conjunto de satélites desarrollados por National Aeronautics and Space Administration of USA, para la observación en alta resolución de la superficie terrestre, órbita en forma circular heliosincrónica, a 705 km de altura, con una inclinación de  $98.2^{\circ}$  respecto del Ecuador y un período de 99 minutos. (64).

### 2.3.3.2. Satélite Landsat 5

Fue un satélite de órbita terrestre baja, lanzado el 1 de marzo de 1984. La escena terrestre registrada por este sensor es de 185 km, la figura 12 muestra sus características (64).

Figura 12: Características de Landsat 5

Modo espectral	Resolución espacial (m)	Resolución espectral (micras)	Resolución radiométrica	Resolución temporal
Multiespectral	30	Banda 1 azul: 0.45- 0.52	8 bits	16 días
		Banda 2 verde: 0.52 – 0.60		
		Banda 3 roja: 0.63 – 0.69		
		Banda 4 infrarrojo cercano 1 : 0.76 – 0.90		
		Banda 5 infrarrojo cercano 2: 1.55 – 1.75		
		Banda 7 infrarrojo medio: 2.08 – 2.35		
Termal	120	Banda 6 Infrarrojo térmico: 10.4 – 12.5		

Fuente: (64).

### 2.3.3.3. Satélite Landsat 8

Lanzado el 11 de febrero del 2013, consta de dos instrumentos científicos: Operational Land Imager (OLI) y el sensor de infrarrojos térmicos (TIRS), la figura muestra sus características (64).

Figura 13: Características de Landsat 8.

Landsat8	Banda	longitud de onda (micrómetros)	Resolución espacial (m)
Operational Land Imager (OU) and Thermal Infrared Sensor (TIRS)	Banda 1 - Aerosol costero	0.43 - 0.45	30
	Banda 2 - Azul	0.45-0.51	30
	Banda 3 - Verde	0.53-0.59	30
	Banda 4- Rojo	0.64 - 0.67	30
	Banda5 - Infrarrojo cercano (NIR)	0.85 - 0.88	30
	Banda 6- SWIR 1	1.57-1.65	30
	Banda 7 - SWIR 2	2.11-2.29	30
	Banda 8 - Pancromático	0.50 - 0.68	15
	Banda 9-Cirrus	1.36-1.38	30
	•Banda 10 - Infrarrojo térmico (TIRS) 1	10.60-11.19	100
	•Banda 11 - Infrarrojo térmico (TIRS) 2	11.50-12.51	100

Fuente: (64).

#### **2.3.3.4. Pre-Procesamiento de imágenes satelitales**

El pre-procesamiento es un conjunto de técnicas que se aplican a las imágenes satelitales con el objetivo de mejorar la calidad de los resultados (65)

##### **2.3.3.4.1. Corrección de imágenes satelitales**

Son procesos que buscan la eliminación de anomalías detectadas en la imagen y se corrigen con operaciones de corrección geométrica o radiométrica (66).

- **Corrección geométrica**

Este proceso de georreferenciación consiste en cambiar de posición a los píxeles respecto a un sistema de coordenadas previamente definido. Comprende una transformación geométrica que relaciona las coordenadas de una imagen, con las coordenadas de un sistema de referencia. La relación entre los dos sistemas de coordenadas (mapa e imagen) puede ser calculada a través de la definición de puntos de control en el terreno (54).

- **Corrección radiométrica**

Es un conjunto de operaciones destinadas a modificar los ND para aproximarse a los valores obtenidos en condiciones ideales (54). Comprenden la restauración de líneas o píxeles perdidos y la corrección del bandeo de la imagen (67).

- **Corrección atmosférica**

Es un conjunto de operaciones destinadas a eliminar los efectos atmosféricos, como el vapor de agua (humedad), aerosoles (de polvo, volcanes, etc.) y otros factores (68).

### **2.3.3.5. Procesamiento de imágenes satelitales**

Conjunto de procedimientos para manipular las imágenes digitales a través de la ejecución de diversas técnicas y operaciones de clasificación, facilitando su análisis e interpretación (65).

#### **2.3.3.5.1. Clasificación**

Es un proceso de ordenar los píxeles en números de clases o categorías, basado en sus valores digitales. Las técnicas de clasificación se dividen en:

- **Supervisada**

Parte de un cierto conocimiento de la zona de estudio, adquirido por experiencia previa o por trabajos de campo, eso permite al intérprete delimitar sobre la imagen unas áreas piloto, que se consideran suficientemente representativas de las categorías que componen la leyenda. Estas áreas se denominan campos de entrenamiento para el reconocimiento de las distintas categorías (69).

- **No supervisada**

Consiste en definir las clases espectrales presentes en la imagen. No implica ningún conocimiento previo de la zona de estudio, por lo que la intervención humana se centra en la interpretación de los resultados (62).

#### **2.3.3.5.2. Fragmentación o segmentación**

Es el paso más significativo en el proceso de la clasificación, de él depende el resultado final de la identificación del objeto con la realidad (70). Consiste en seccionar la imagen, en grupos de píxeles adyacentes, con características pictomorfológicas equivalentes al proceso realizado por el ojo humano (51).

### **2.3.3.6. Pos-Procesamiento de imágenes satelitales**

#### **2.3.3.6.1. Validación de la clasificación de imágenes**

- **Matriz de confusión**

Permite la comparación de dos clasificaciones: una definida por el usuario como base y la que se pretende evaluar. (51).

- **Coefficiente Kappa**

Fue propuesto por Jacob Cohen en 1960 (52). Es un método estadístico que mide la concordancia de dos metodologías. Es utilizado para ver la similitud de dos clasificaciones de imágenes, realizado por medio de la ecuación (53).

### **2.3.4. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA(SIG)**

#### **2.3.4.1. SIG**

Es un conjunto de métodos, herramientas y datos que están diseñados para actuar coordinada y lógicamente para capturar, almacenar, analizar, transformar y presentar toda la información geográfica y de sus atributos para satisfacer múltiples propósitos. Permite gestionar y analizar la información espacial que surgió como resultado de la necesidad de disponer rápidamente de información para resolver problemas y contestar a preguntas de modo inmediato (71).

#### **2.3.4.2. Procesos geoinformáticos para procesar**

##### **2.3.4.2.1. Envi**

Es el software especializado en el procesamiento y análisis de imágenes geoespaciales. Soporta imágenes obtenidas de numerosos tipos de satélites y sensores aerotransportados, incluyendo pancromáticos, multiespectrales, hiperespectrales, radar, lidar, térmico y más; proporciona herramientas de pre-



proceso automático que permiten obtener información fácil y rápido, a través de sencillos flujos de trabajo (72).

#### **2.3.4.2.2. ArGIS**

Es un sistema completo que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica. Es la plataforma líder mundial para crear y utilizar Sistemas de Información Geográfica (SIG) (72).

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

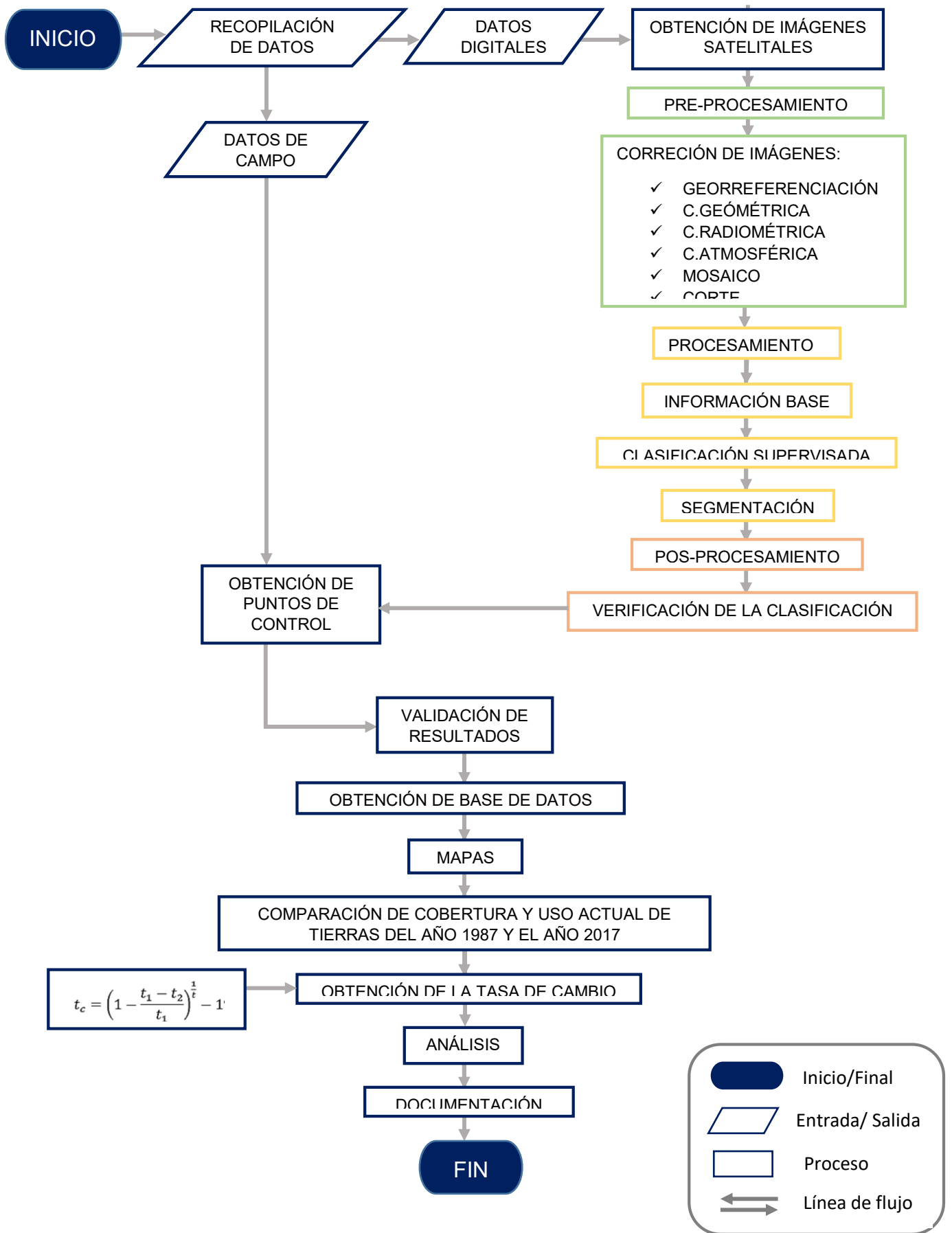
#### **3.1. MÉTODO Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **3.1.1. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN**

###### **Método general o teórico de la investigación**

Se utilizó como método general de la investigación el método deductivo, analítico y sistémico. El método deductivo para la clasificación de las unidades cartográficas de las coberturas, en la investigación se disgregó hasta el nivel IV; el método analítico para el análisis del cambio que presentan las diferentes unidades cartográficas de cobertura y uso actual de tierras identificados en la investigación en el periodo establecido y el método sistémico porque ha sido elaborado siguiendo las pautas según lo establecido por la metodología Corine Land Cover adaptado al Perú por el MINAM.

A continuación, se presenta un flujograma del proceso metodológico que se formuló y se siguió para realizar la investigación:



Siguiendo los procesos del flujograma se realizó lo siguiente:

- Se recopiló datos de campo y digitales. Se obtuvieron las imágenes satelitales del Catálogo de Imágenes del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS). Las imágenes satelitales descargadas fueron LANDSAT 5 y LANDSAT 8 teniendo de referencia los años de estudio, se eligieron las imágenes con menos del 20% de nubosidad, debido a que el área de estudio está ubicado en dos cuadrantes se tuvo que descargar 2 imágenes satelitales por cada año, se buscó que sean las más compatibles en estación.
- Antes de procesar las imágenes satelitales obtenidas se realizaron las correcciones necesarias como: georreferenciación, corrección geométrica, radiométrica y atmosférica, también se realizó los procedimientos para obtener el mosaico y posteriormente cortar el área de interés.
- Para el procesamiento se necesitó de las imágenes satelitales ya corregidas y de una información base, se utilizó la clasificación supervisada, se realizó la segmentación que permitió discriminar sectores contiguos espectralmente homogéneos, de una manera rápida y eficaz.
- Después se pasó a verificar la clasificación de una manera detallada y obtener de manera estadística los puntos de control, para determinar la cantidad de puntos se empleó la fórmula del tamaño de muestra finita, dónde se establece que estadísticamente el número de puntos de verificación depende de cuatro variables:

$$n = \frac{NZ^2 pq}{e^2(N-1) + Z^2 pq}$$

Donde:

N: Población

Z: Es una constante que depende del nivel de confianza que asignemos.

p: Indica el porcentaje de aciertos estimados (establecido por el área de la clase)

q: Porcentaje de errores estimados

e: Nivel permitido de error

Así mismo el MINAM recomienda que, la cantidad de puntos debe ser calculada para cada clase que conforma el mapa, para lo cual se debe tener en cuenta el área de cada clase y los porcentajes que representan del total del área, tomando el valor de “p” en la fórmula antes indicada.

A continuación, se muestra una tabla con la cantidad de puntos de control hallada con la fórmula y propuesta por el investigador.

**Tabla 5: Cantidad de puntos de control por cobertura**

TIPO DE COBERTURA	CANTIDAD		
	UNIDADES CARTOGRÁFICAS	PUNTOS DE CONTROL POR FÓRMULA	PUNTOS DE CONTROL ESTABLECIDOS
Tejido urbano continuo	29	27	3
Tejido urbano discontinuo	56	49	4
Área de extracción de minería	21	20	3
Mosaico de cultivos	97	78	5
Plantación forestal	22	21	3
Herbazal denso	59	51	4
Herbazal abierto con afloramiento rocoso	81	67	5
Herbazal abierto con tierra desnuda	29	27	3
Arbustal denso	12	12	3
Afloramiento rocoso	152	109	5
Afloramiento rocoso con tierra desnuda	13	13	3
Tierra desnuda	208	135	5
Área quemada	7	7	2
Bofedal	140	103	5
Laguna	117	90	5
TOTAL	1043	808	58

**Tabla 6: Cantidad de puntos de control propuestos por el investigador**

INTERVALO SEGÚN LA CANTIDAD DE PUNTOS DE CONTROL POR FÓRMULA	CANTIDAD DE PUNTOS DE CONTROL PROPUESTOS POR EL INVESTIGADOR
MENOR A 10	2
DE 11 A 30	3
DE 31 A 60	4
MÁS DE 60	5

Se programó una salida a campo a los puntos específicos con ayuda de una ficha de campo, para posteriormente validar la clasificación de la cobertura que se realizó.

- Se obtuvo una base de datos fidedigna que sirvió tanto para la elaboración de mapas y para calcular la tasa de cambio, dicha tasa se calculó mediante la siguiente fórmula propuesta por la FAO e incluida por el MINAM en el protocolo que se siguió:

$$t_c = \left(1 - \frac{t_1 - t_2}{t_1}\right)^{\frac{1}{t}} - 1$$

- Se realizó por tipo de cobertura clasificada en el periodo de 30 años desde 1987 al 2017. Posteriormente se realizó la comparación y análisis de los resultados obtenidos según los objetivos planteados. Finalmente fueron documentados en la presente tesis.

### **3.1.2. ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **a. Tipo de investigación**

El tipo de investigación es aplicada porque de acuerdo a los objetivos de la investigación que pretenden determinar la variación de la cobertura y el uso actual de tierras, son parte de la realidad concreta que se vive en el tiempo (Cobertura y uso actual de tierras ,1987-2017) y en el espacio (Subcuenca del Cunas), además se centra específicamente en cómo se pueden llevar a la práctica las teorías generales, en el análisis de un suceso real.

#### **b. Nivel de investigación**

El nivel de la investigación es descriptivo ya que se basa en explicar detalladamente el cambio en los diferentes tipos de cobertura identificados, en un periodo de tiempo establecido, a través de la descripción de sus variables y a su vez se analizará dicho fenómeno.

### **3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

El diseño que se usó en la investigación fue no experimental debido a que no se manipuló deliberadamente las variables. Es un estudio en el cual no se hace variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables, lo que se realizó fue observar la variación de la cobertura y el uso actual de tierras tal como se dio en su contexto natural, para posteriormente poder analizarlos.

#### **3.2.1. TIPO DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.**

El tipo de diseño es Longitudinal debido a que recolecté datos a través del tiempo en un periodo de 30 años, y así poder hacer inferencias respecto a la variación de la cobertura y uso actual de tierras en la Subcuenca del Cunas.

### **3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.3.1. POBLACIÓN**

La población comprende la cobertura y uso actual de tierras de la Cuenca del Mantaro, esta cuenca se ubica en el centro del Perú y cuenta con una superficie de 34 546,51 km<sup>2</sup> y la longitud de río hasta su confluencia con el Apurímac es de 735 km, abarca parcialmente territorios de la región Junín, Pasco, Huancavelica y Ayacucho, se origina del lago Junín que se encuentra a 4.090 msnm, cerca al Nudo Orogénico de Cerro de Pasco, en su recorrido por la meseta del Bombón forma el valle del Mantaro que abarca las provincias de: la Oroya, Jauja, Concepción y Huancayo (73).

La cuenca del Mantaro se conforma de 18 subcuencas que se muestran en la tabla 07.

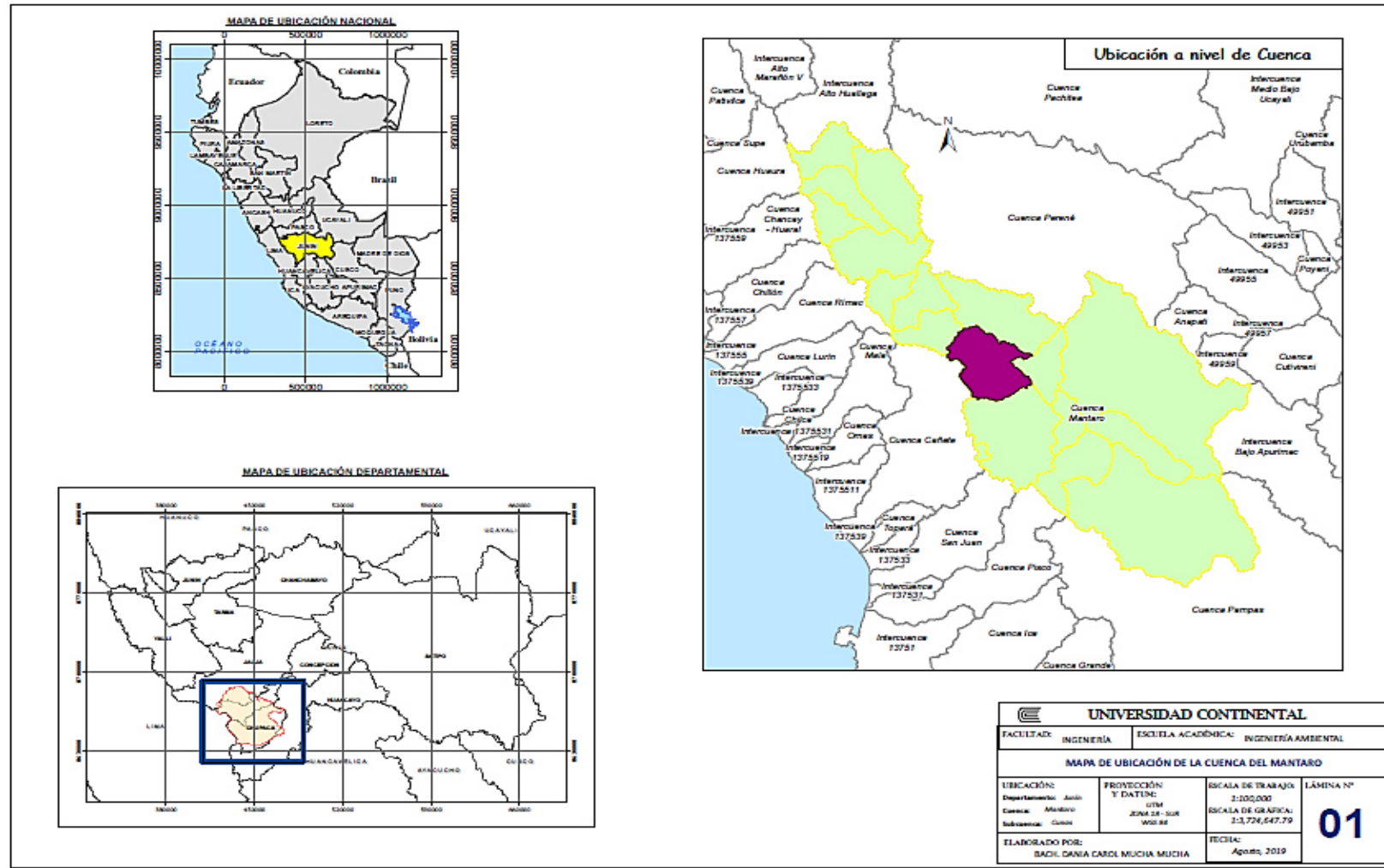
**Tabla 7: Subcuencas del Mantaro**

Subcuencas	Superficie	
	km2	%
Junín	1 719,86	4,98
Pachacayo	821,46	2,38
Unidad Hidrográfica 499691	2 113,26	6,12
Yauli	691,19	2,00
Unidad Hidrográfica 499693	943,35	2,73
Unidad Hidrográfica 499695	1719,26	4,98
Conocancha	717,75	2,08
Unidad Hidrográfica 499697	995,15	2,88
San Juan	941,34	2,72
Bajo Mantaro	8 139,95	23,56
Cunas	1718,36	4,97
Huarpa	6 804,95	19,70
Ichu	1 382,73	4,00
Lag. Huarmicocha	88,37	0,26
Medio Alto Mantaro	891,77	2,58
Medio Bajo Mantaro	1 289,14	3,73
Medio Mantaro	611,62	1,77
Vilca	2 957,00	8,56
TOTAL	34 546,51	100

A continuación, se presenta un mapa de la ubicación de la Cuenca del Mantaro.



Figura 14: Mapa de ubicación de la cuenca del Mantaro



### 3.3.2. MUESTRA

La muestra para la investigación fue no probabilística debido a que se delimitó la muestra de acuerdo al interés del investigador. Se eligió la cobertura y uso actual de tierras de la subcuenca del Cunas.

Esta subcuenca limita:

- Por el norte: con la Sub cuenca del río Cochabambas y la micro cuenca del río Visco ambos afluentes del río Mantaro.
- Por el sur: con la sub cuenca del río Vilca
- Por el este: con el río Mantaro
- Por el oeste: con la Cuenca del río Cañete

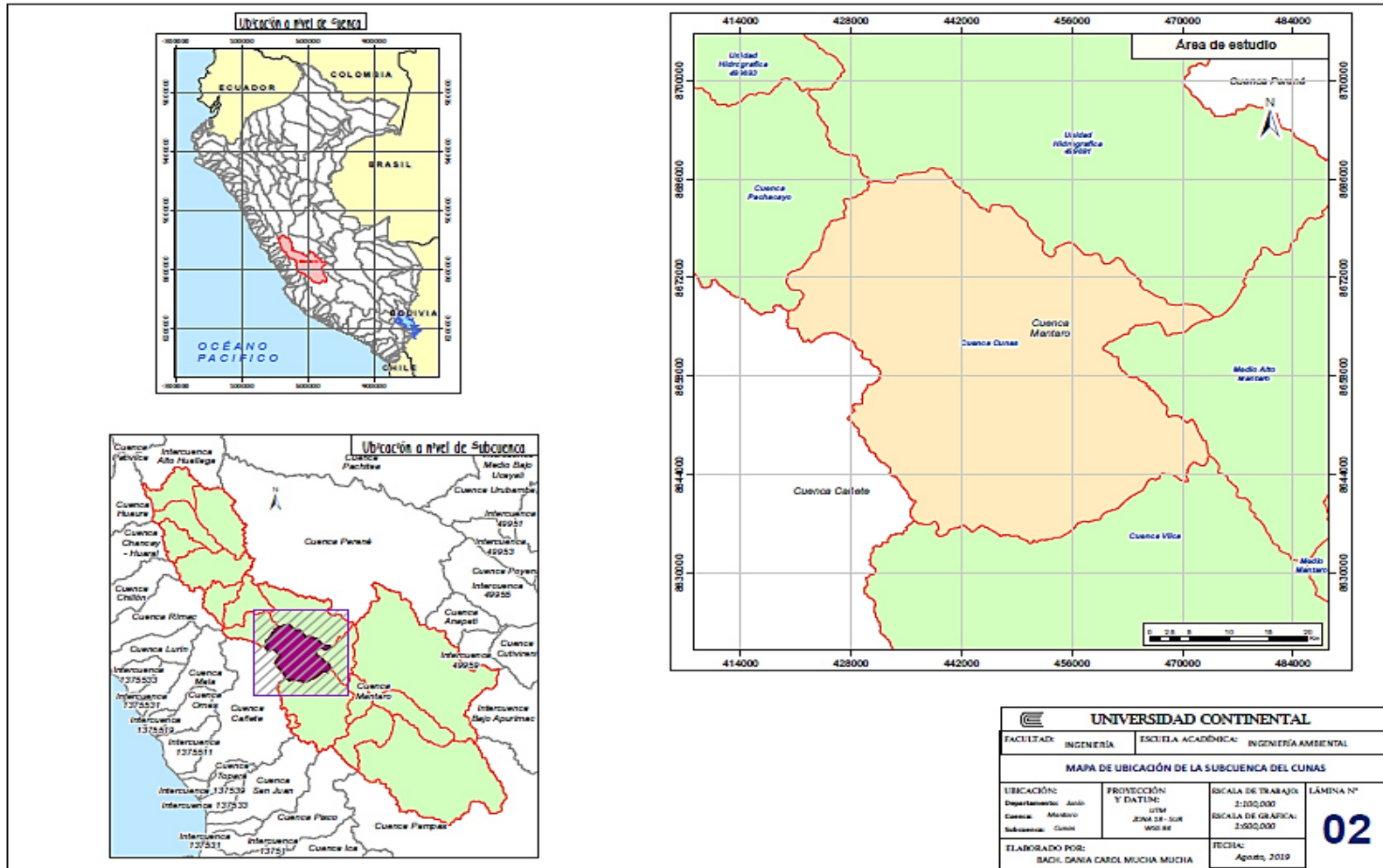
Abarca las provincias de Chupaca, Concepción, Huancayo y Jauja y una mínima superficie correspondiente a la provincia de Yauyos:

- Los distritos que componen la provincia de Chupaca y a su vez la subcuenca del Cunas son: Ahuac, Chongos Bajo, Chupaca, Huachac, Huamancaca Chico, San Juan de Iscos, San Juan de Jarpa, Tres de diciembre y Yanacancha.
- De la provincia de Concepción los distritos: Chambará, Manzanares y San José de Quero.
- De la provincia de Huancayo los distritos: Chupuro, Pilcomayo y Sicaya
- De la provincia de Jauja los distritos: Paccha, Sincos y Canchayllo.
- Provincia de Yauyos el distrito: Tomas

El río Cunas discurre inicialmente en una dirección sur a norte y luego de oeste a este (74).

A continuación, se presenta un mapa de la ubicación de la Subcuenca del Cunas.

Figura 15: Mapa de ubicación de la subcuenca del Cunus



### **3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.4.1. TÉCNICAS UTILIZADAS EN LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

En la investigación se utilizó la técnica de observación de imágenes satelitales, de ellas poder extraer datos de interés para el estudio, también se empleó la técnica de documentación, para ello se buscó fuentes bibliográficas, que permitieron sustentar el estudio. Se hizo uso de la técnica del procesamiento de datos mediante el sensoramiento remoto con ayuda de Sistemas Integrados de Gestión, finalmente se utilizó la técnica de recopilación de información de campo que permitió la validación de datos obtenidos en gabinete.

#### **3.4.2. INSTRUMENTOS UTILIZADOS EN LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

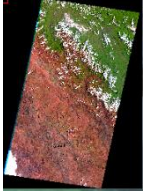
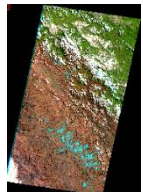


Para la investigación se hizo uso de fichas de campo que albergaron información como la ubicación exacta según GPS, tipo de cobertura y observaciones adicionales, también se hizo uso de un cuestionario dirigido a la población, esta consto de preguntas abiertas y cerradas, fue formulado y aplicado con la finalidad de obtener información referencial para el análisis de las coberturas.

Para la recolectar datos en gabinete se usó:

##### **Insumos**

- Insumos satelitales

**Tabla 8: Características de las imágenes de satélite**

1987	PATH-ROW: 6-68 Fecha de adquisición: 1987/10/08 Satélite: LANDSAT_5	
	PATH-ROW: 6-69 Fecha de adquisición: 1987/10/08 Satélite: LANDSAT_5	
1997	PATH-ROW: 6-68 Fecha de adquisición: 1997/08/16 Satélite: LANDSAT_5	
	PATH-ROW: 6-69 Fecha de adquisición: 1997/08/16 Satélite: LANDSAT_5	
2007	PATH-ROW: 6-68 Fecha de adquisición: 2007/08/12 Satélite: LANDSAT_5	
	PATH-ROW: 6-69 Fecha de adquisición: 2007/08/12 Satélite: LANDSAT_5	
2017	PATH-ROW: 6-68 Fecha de adquisición: 2017/08/07 Satélite: LANDSAT_8	
	PATH-ROW: 6-69 Fecha de adquisición: 2017/08/07 Satélite: LANDSAT_8	

Fuente: USGS

- Insumos cartográficos.
- Límite de la subcuenca del Cunas.
- Límites políticos distritales, provinciales y departamentales.

#### **Equipos / Softwares:**

- Memoria USB (32 GB)
- Softwares:
  - a. ENVI 5.3: Permite desarrollar las correcciones radiométricas y atmosféricas de las imágenes satelitales consideradas para la investigación además de ejecutar la clasificación supervisada considerando áreas de entrenamiento y comprobación contrastadas con la matriz de confusión.

- b. ArcGIS 10.5: Permite realizar la clasificación supervisada, desarrollar la cartografía correspondiente al estudio, realizar mapas.

#### **Materiales de escritorio**

- Papel bond A4, y A3 (para planos)
- Lapiceros
- Computadora Portátil
- Impresora
- Tinta para cartuchos de impresora

Para la recolectar datos en campo se usaron los siguientes materiales:

#### **Equipos**

- GPS Navegador 60 GARMIN
- Cámara fotográfica digital

#### **Materiales de escritorio**

- Lapiceros
- Libreta de apuntes

#### **Otros**

- Movilidad.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. RESULTADOS DEL TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

Para analizar la variación de las coberturas y uso actual de tierras de la subcuenca del Cunas en el período de 1987 al 2017 se consideró la cartografía generada con su respectiva información, mapas temáticos, tablas, gráficos, información obtenida del cuestionario realizado, observación de las salidas de campo e información secundaria.

Se clasificó en base a la metodología Corine Land Cover hasta el nivel de categorización IV, el Nivel I se encuentra conformada por 5 unidades: áreas artificiales, áreas agrícolas, bosques y áreas mayormente naturales, áreas húmedas y superficies de agua, el Nivel II con 8 unidades, el nivel III con 12 unidades, y el nivel IV con 15 unidades, las cuales se pueden apreciar en la tabla 09, contrastados con la salida a campo (anexo N°03).

**Tabla 9: Unidades de cobertura y uso de la tierra de la subcuenca del Cunas**

COD1	NIVEL 1	COD2	NIVEL 2	COD3	NIVEL 3	COD4	NIVEL 4		
1	Áreas artificiales	11	Áreas urbanizadas	111	Tejido urbano continuo	1111	Tejido urbano continuo		
				112	Tejido urbano discontinuo	1121	Tejido urbano discontinuo		
		12	Áreas de extracción de minería e hidrocarburos y escombreras	121	Área de extracción de minería	1211	Área de extracción de minería		
2	Áreas Agrícolas	21	Áreas agrícolas heterogéneas	211	Mosaico de cultivos	2111	Mosaico de cultivos		
3	Bosques y Áreas mayormente naturales	31	Bosques plantados	311	Plantación forestal	3111	Plantación forestal		
		32	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo	321	Herbazal	3211	Herbazal denso		
						3212	Herbazal abierto con afloramiento rocoso		
						3213	Herbazal abierto con tierra desnuda		
		33	Áreas sin o con poca vegetación	331	Afloramiento rocoso	3311	Afloramiento rocoso		
						3312	Afloramiento rocoso con tierra desnuda		
						332	Tierra desnuda	3321	Tierra desnuda
						333	Área quemada	3331	Área quemada
		4	Áreas Húmedas	41	Áreas Húmedas Continentales	411	Bofedal	4111	Bofedal
5	Superficies de Agua	51	Aguas continentales	511	Laguna	5111	Laguna		

Fuente: Adaptado de la Metodología Corine Land Cover.

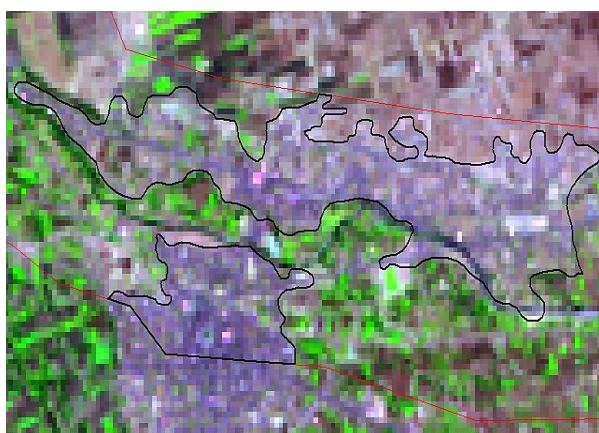


A continuación, se describe las coberturas identificadas en la subcuenca del Cunas al nivel de categorización IV.

#### **4.1.1. TEJIDO URBANO CONTÍNUO**

En el área de investigación se ha encontrado infraestructura construida que cubre artificialmente la superficie del terreno de forma continua, el material que predomina en las construcciones es el adobe, llamado comúnmente construcciones de tapia.

**Figura 16: Tejido urbano continuo identificado en la imagen satelital Landsat 8 (Año 2017).**



#### **4.1.2. TEJIDO URBANO DISCONTINUO**

En el área de investigación se ha encontrado tejido urbano discontinuo, esta cobertura está conformada por edificaciones que se encuentran dispersas y discontinuas, acompañados usualmente por zonas de vegetación como cultivos, herbazales, etc.

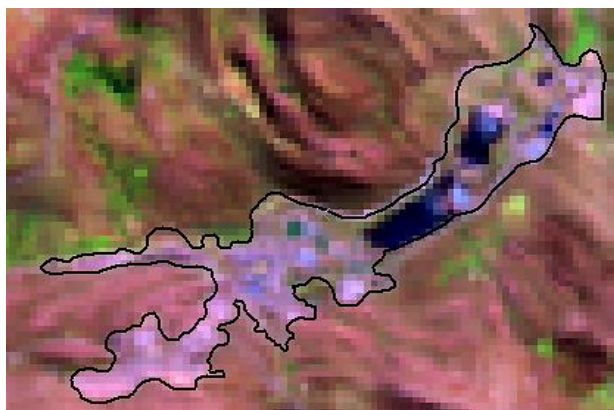
**Figura 17: Tejido urbano discontinuo identificado en la imagen satelital Landsat 8 (Año 2017).**



#### 4.1.3. ÁREAS DE EXTRACCIÓN DE MINERÍA

En el área de investigación se ha encontrado áreas de extracción minera, esta cobertura comprende aquellas zonas donde se explotan recursos naturales y se extrae material proveniente de actividades mineras.

Figura 18: Área de extracción minera identificado en la imagen satelital Landsat 8 (Año 2017).



#### 4.1.4. MOSAICO DE CULTIVOS

En el área de investigación se han encontrado mosaicos de cultivos que comprenden áreas donde se realiza actividad agrícola, se incluyó las tierras que son ocupadas tanto con cultivos transitorios como permanentes.

Figura 19: Mosaico de cultivos identificado en la imagen satelital Landsat 8 (Año 2017).



#### 4.1.5. PLANTACIÓN FORESTAL

En el área de investigación se han encontrado plantaciones forestales que comprenden aquellos bosques plantados por el ser humano con la especie de flora exótica de nombre científico *Eucalyptus camaldulensis* Dehn.

Figura 20: Plantaciones forestales identificados en la imagen satelital Landsat 8 (Año 2017).



#### 4.1.6. HERBAZAL DENSO

En el área de investigación se ha encontrado herbazal denso, esta cobertura se encuentra constituida principalmente por pajonales y pastos naturales, al encontrarse de manera continua establecen una cobertura densa, la especie más representativa en la subcuenca del Cunas es el Ichu.

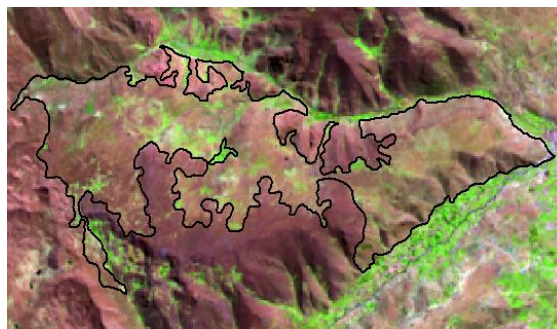
Figura 21: Herbazal denso identificado en la imagen satelital Landsat 8 (Año 2017).



#### 4.1.7. HERBAZAL ABIERTO CON AFLORAMIENTO ROCOSO

En el área de investigación se ha encontrado herbazales abiertos acompañados de afloramientos rocosos, esta cobertura está conformada por una superficie escasa de herbáceas debido a la presencia de afloramiento rocoso.

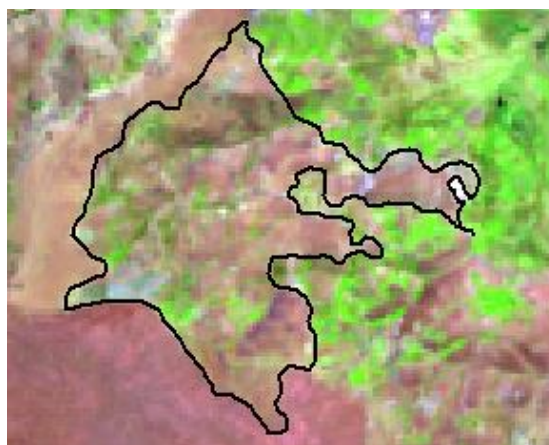
**Figura 22: Herbazal abierto con afloramiento rocoso identificado en la imagen satelital Landsat 8 (Año 2017).**



#### 4.1.8. HERBAZAL ABIERTO CON TIERRAS DESNUDAS

En el área de investigación se ha encontrado herbazales abiertos acompañados de tierras sin vegetación, esta cobertura está conformada por una superficie de herbáceas desarrolladas dentro de áreas desérticas y erosionadas por causas naturales o antrópicas.

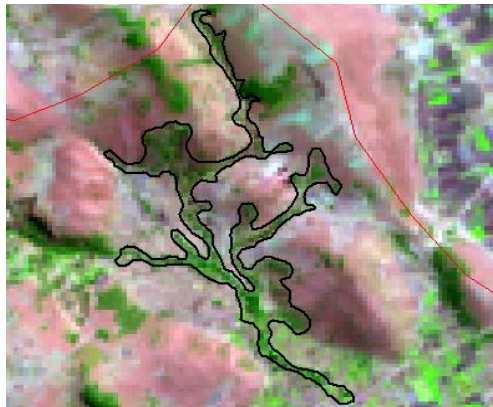
**Figura 23: Herbazal abierto con tierras desnudas identificado en la imagen satelital Landsat 8 (Año 2017).**



#### 4.1.9. ARBUSTAL DENSO

En el área de investigación se ha encontrado arbustales densos, esta cobertura se ve constituida por vegetación arbustiva, se consideró que para este tipo de cobertura las formaciones no hayan sido intervenidas o hayan tenido una intervención sin alterar su estructura de origen y sus características.

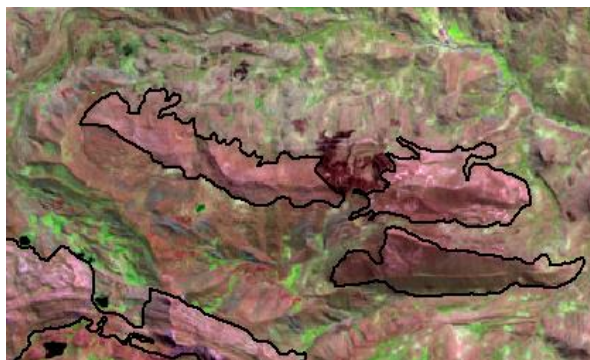
**Figura 24: Arbustal denso identificado en la imagen satelital Landsat 8 (Año 2017).**



#### 4.1.10. AFLORAMIENTOS ROCOSOS

En el área de investigación se ha encontrado afloramientos rocosos, esta cobertura comprende áreas donde la superficie del terreno está conformada por rocas, no se desarrolla vegetación. Se localizaron principalmente en zonas de gran pendiente, predominan aquellos sustratos de roca que son consistentes y resistentes, a su vez están asociadas a diferentes fallas geológicas.

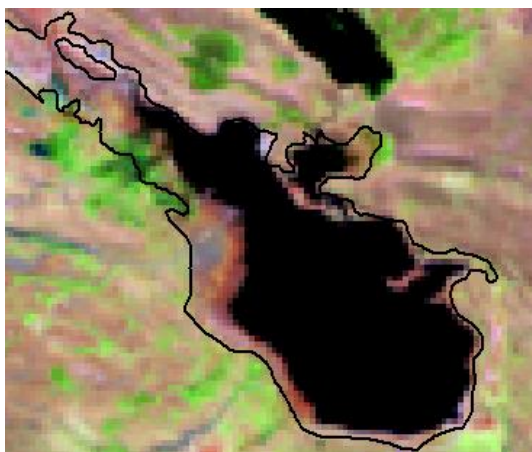
**Figura 25: Afloramientos rocosos identificados en la imagen satelital Landsat 8 (Año 2017).**



#### 4.1.11. AFLORAMIENTOS ROCOSOS Y TIERRA DESNUDA

En el área de investigación se ha encontrado afloramientos rocosos con tierras desnudas, esta cobertura comprende áreas que se muestran cuando las lagunas disminuyen su proporción, la superficie de terreno está conformada por rocas y tierras, no se desarrolla vegetación.

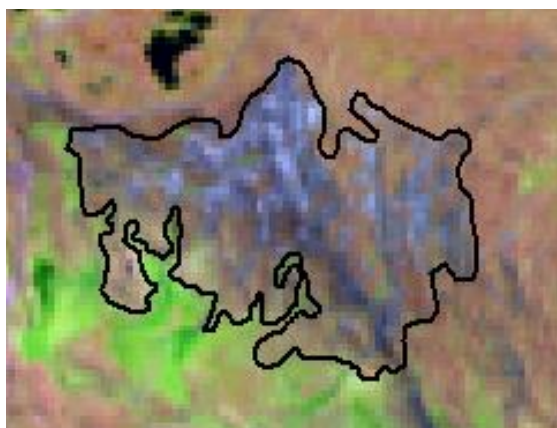
**Figura 26: Afloramiento rocoso y tierra desnuda identificado en la imagen satelital Landsat 8 (Año 2017).**



#### 4.1.12. TIERRAS DESNUDAS

En el área de investigación se ha encontrado tierras desnudas, esta cobertura comprende aquellas superficies de terreno carentes de vegetación, producto de acontecimientos naturales como la erosión.

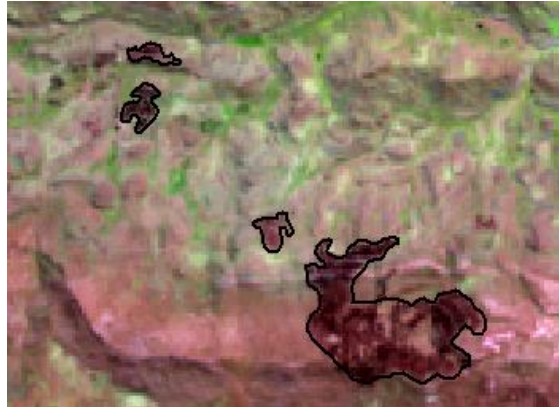
**Figura 27: Tierra desnuda identificada en la imagen satelital Landsat 8 (Año 2017).**



#### 4.1.13. ÁREAS QUEMADAS

En el área de investigación se ha encontrado áreas quemadas, que comprende las zonas afectadas por incendios, donde los restos carbonizados todavía están presentes.

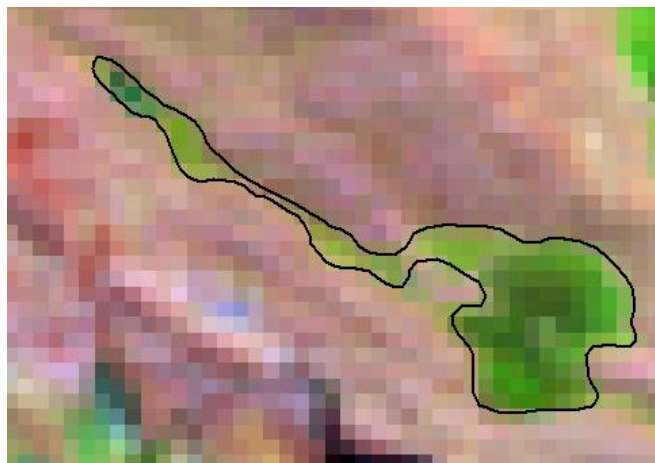
Figura 28: Áreas quemadas identificadas en la imagen satelital Landsat 8 (Año 2017).



#### 4.1.14. BOFEDALES

En el área de investigación se ha encontrado bofedales, esta cobertura comprende áreas húmedas con vegetación conformada principalmente por musgos.

Figura 29: Bofedal identificado en la imagen satelital Landsat 8 (Año 2017).



#### 4.1.15. LAGUNAS

En el área de investigación se ha encontrado lagunas, este tipo de cobertura comprende tanto superficies como depósitos naturales de agua, se las encontró cerca de las carreteras, en su mayoría se encuentran situados en las zonas altas, algunas de estas albergan especies de fauna.

**Figura 30: Laguna identificada en la imagen satelital Landsat 8 (Año 2017).**



- A. Se presenta la Tabla 10 con información de área del uso actual de tierras sobre las coberturas identificadas en los años 1987, 1997, 2007 y 2017, complementario a ello se adjunta las tablas con información a detalle (Anexo N°04), también se han elaborado mapas (Anexo N°05), con la finalidad de observar y comprender mejor la distribución espacial,



**Tabla 10: Distribución espacial del uso actual de tierras sobre la cobertura de la subcuenca del Cunus del año 1987 al 2017**

<b>DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL USO ACTUAL DE TIERRAS SOBRE LA COBERTURA EN LA SUBCUENCA DEL CUNAS DEL AÑO 1987 AL 2017.</b>									
<b>CODIGO</b>	<b>COBERTURA-NIVEL 4</b>	<b>AREA(Ha)</b>							
		<b>1987</b>		<b>1997</b>		<b>2007</b>		<b>2017</b>	
		<b>(Ha)</b>	<b>(%)</b>	<b>(Ha)</b>	<b>(%)</b>	<b>(Ha)</b>	<b>(%)</b>	<b>(Ha)</b>	<b>(%)</b>
1111	Tejido urbano continuo	102.96	0.06	116.76	0.07	164.01	0.10	418.65	0.25
1121	Tejido urbano discontinuo	1551.09	0.91	1879.65	1.10	2106.48	1.24	2452.05	1.44
1211	Área de extracción de minería	88.65	0.05	106.09	0.06	173.52	0.10	297.11	0.17
2111	Mosaico de cultivos	26283.45	15.42	25551.37	14.99	25321.96	14.86	24752.98	14.52
3111	Plantación forestal	33.47	0.02	95.08	0.06	139.56	0.08	247.23	0.15
3211	Herbazal denso	10414.39	6.11	10240.92	6.01	10199.08	5.98	9700.81	5.69
3212	Herbazal abierto con afloramiento rocoso	54462.43	31.96	56525.14	33.17	56690.11	33.26	56379.42	33.08
3213	Herbazal abierto con tierra desnuda	11529.70	6.77	11901.18	6.98	11900.63	6.98	11893.50	6.98
3221	Arbustal denso	228.24	0.13	213.96	0.13	213.96	0.13	179.85	0.11
3311	Afloramiento rocoso	58231.72	34.17	58225.58	34.17	58190.80	34.14	58138.38	34.11
3312	Afloramiento rocoso con tierra desnuda	80.76	0.05	85.50	0.05	113.81	0.07	230.65	0.14
3321	Tierra desnuda	623.09	0.37	1618.05	0.95	1644.83	0.97	2319.72	1.36
3331	Área quemada	3102.47	1.82	244.37	0.14	0.00	0.00	168.10	0.10
4111	Bofedal	2628.07	1.54	2561.60	1.50	2534.83	1.49	2331.96	1.37
5111	Laguna	1062.35	0.62	1057.61	0.62	1029.29	0.60	912.46	0.54
<b>TOTAL</b>		<b>170422.86</b>	<b>100</b>	<b>170422.86</b>	<b>100</b>	<b>170422.86</b>	<b>100</b>	<b>170422.86</b>	<b>100</b>

Según la tabla anterior la distribución espacial se presenta de la siguiente manera.

- El tejido urbano continuo en el año 1987 representa el 0.06% de la subcuenca del Cunas con una superficie de 102.96 Ha., en 1997 el 0.07% con 116.76 Ha., en el 2007 el 0.10% con 164.01 Ha., en el 2017 el 0.25% con 418.65 Ha. La mayor proporción de esta cobertura representado por el 44.38%, 39.13%, 27.86% y 39.76% respectivamente a los años en mención se ubicó al este de la subcuenca en el distrito de Chupaca, el porcentaje restante se encontró disperso en los distritos de San Juan de Jarpa, San José de Quero, Yanacancha, Huachac, Canchayllo, Manzanares, Pilcomayo, Chambará, Sicaya y Chicche.
- El tejido urbano discontinuo en el año 1987 representa el 0.91% de la subcuenca del Cunas con una superficie de 1551.09 Ha., en 1997 el 1.10% con 1879.65 Ha., en el 2007 el 1.24% con 2106.48 Ha., en el 2017 el 1.24% con 2452.05 Ha. La mayor proporción de esta cobertura representado por el 25.14%, 23.59%, 22.72% y 22.29% respectivamente a los años en mención se ubicó al centro de la subcuenca en el distrito de San José de Quero a excepción del último año que se ubicó al sureste de la subcuenca en el distrito de Yanacancha, el porcentaje restante se encontró disperso en los distritos de Chupaca, San Juan de Jarpa, Yanacancha, Huachac, Canchayllo, Manzanares, Pilcomayo, Chambará, Sicaya, Ahuac, Sincos, Huamancaca chico y Chicche.
- El área de extracción de minería en el año 1987 representa el 0.05% de la subcuenca del Cunas con una superficie de 88.65 Ha., en 1997 el 0.06% con 106.09 Ha., en el 2007 el 0.10% con 173.52 Ha., en el 2017 el 0.17% con 297.11 Ha. La mayor proporción de esta cobertura representado por el 81.64%, 72.23%, 50.53% y 39.12% respectivamente a los años en mención se ubicó al oeste de la subcuenca en el distrito de San José de Quero, el porcentaje restante se encontró disperso en los distritos de Chambará, Colca y Yanacancha.
- El mosaico de cultivos en el año 1987 representa el 15.42% de la subcuenca del Cunas con una superficie de 26283.45 Ha., en 1997 el 14.99% con 25551.37 Ha., en el 2007 el 14.86% con 25321.96 Ha., en el 2017 el 14.52% con 24752.98 Ha. La mayor proporción de esta cobertura representado por el 34.18%, 35.31%, 35.48% y 36.54% respectivamente a los años en mención se ubicó del centro al noroeste de la subcuenca en el distrito de San José de Quero, el porcentaje restante se encontró disperso en los distritos de Yanacancha, Sincos, San Juan de Jarpa, Chambará,

Huachac, Ahuac, Manzanares, Paccha, Sicaya, Chupaca, Huamancaca Chico, Chicche, Pilcomayo, Canchayllo, Orcotuna y Aco.

- La plantación forestal en el año 1987 representa el 0.02% de la subcuenca del Cunas con una superficie de 33.47 Ha., en 1997 el 0.06% con 95.08 Ha., en el 2007 el 0.08% con 139.56 Ha., en el 2017 el 0.15% con 247.23 Ha. La mayor proporción de esta cobertura representado por el 45.66%, 37.08%, 41.23% y 45.65% respectivamente a los años en mención se ubicó al noreste de la subcuenca en el distrito de Manzanares, el porcentaje restante se encontró disperso en los distritos de Ahuac, Huachac, Chambará, Yanacancha, San Juan de Jarpa, Orcotuna y San José de Quero.
- El herbazal denso en el año 1987 representa el 6.11% de la subcuenca del Cunas con una superficie de 10414.39 Ha., en 1997 el 6.01% con 10240.92 Ha., en el 2007 el 5.98% con 10199.08 Ha., en el 2017 el 5.69% con 9700.81 Ha. La mayor proporción de esta cobertura representado por el 63.30%, 64.37%, 64.63% y 67.53% respectivamente a los años en mención se ubicó del sureste al oeste de la subcuenca en el distrito de Yanacancha, el porcentaje restante se encontró disperso en los distritos de San José de Quero, Canchayllo, Colca, San Juan de Jarpa, Manzanares, Chambará, Huachac, Chongos Bajo, Ahuac, Chicche y Orcotuna.
- El herbazal abierto con afloramiento rocoso en el año 1987 representa el 31.96% de la subcuenca del Cunas con una superficie de 54462.43 Ha., en 1997 el 33.17% con 56525.14 Ha., en el 2007 el 33.26% con 56690.11 Ha., en el 2017 el 33.08% con 56379.42 Ha. La mayor proporción de esta cobertura representado por el 31.54%, 31.09%, 31.00% y 31.04% respectivamente a los años en mención se ubicó del este al oeste de la subcuenca en el distrito de Yanacancha, el porcentaje restante se encontró disperso en los distritos de San José de Quero, Sincos, Canchayllo, Chambará, San Juan de Jarpa, Chongos Bajo, Paccha, Colca, Ahuac, Aco, Chongos Alto y Llocllapampa.
- El herbazal abierto con tierra desnuda en el año 1987 representa el 6.77% de la subcuenca del Cunas con una superficie de 11529.70 Ha., en 1997 el 6.98% con 11901.18 Ha., en el 2007 el 6.98% con 11900.63 Ha., en el 2017 el 6.98% con 11893.50 Ha. La mayor proporción de esta cobertura representado por el 81.76%, 82.05%, 82.05% y 82.03% respectivamente a los años en mención se ubicó del sureste al oeste de la subcuenca en el distrito de Yanacancha, el porcentaje restante

se encontró disperso en los distritos de San José de Quero, San Juan de Jarpa, Ahuac, Chongos Bajo, Canchayllo y Sincos.

- El arbustal denso en el año 1987 representa el 0.13% de la subcuenca del Cunas con una superficie de 228.24 Ha., en 1997 el 0.13% con 213.96 Ha., en el 2007 el 0.13% con 213.96 Ha., en el 2017 el 0.11% con 179.85 Ha. La mayor proporción de esta cobertura representado por el 60.85%, 58.24%, 58.24% y 50.32% respectivamente a los años en mención se ubicó al noreste de la subcuenca en el distrito de Chambará, el porcentaje restante se encontró disperso en los distritos de Manzanares, Ahuac y San José de Quero.
- El afloramiento rocoso en el año 1987 representa el 34.17% de la subcuenca del Cunas con una superficie de 58231.72 Ha., en 1997 el 34.17% con 58225.58 Ha., en el 2007 el 34.14% con 58190.80 Ha., en el 2017 el 34.11% con 58138.38 Ha. La mayor proporción de esta cobertura representado por el 41.21%, 41.20%, 41.18% y 41.13% respectivamente a los años en mención se ubicó del este al oeste de la subcuenca en el distrito de Yanacancha, el porcentaje restante se encontró disperso en los distritos de San José de Quero, San Juan de Jarpa, Chambará, Sincos, Ahuac, Canchayllo, Colca, Chongos Bajo, Paccha, Manzanares, Huachac, Chicche, Aco, Chupuro, Llocllapampa, San Juan de Iscos, Chongos Alto y Orcotuna.
- El tejido afloramiento rocoso con tierra desnuda en el año 1987 representa el 0.05% de la subcuenca del Cunas con una superficie de 80.76 Ha., en 1997 el 0.05% con 85.50 Ha., en el 2007 el 0.07% con 113.81 Ha., en el 2017 el 0.14% con 230.65 Ha. La mayor proporción de esta cobertura representado por el 41.27%, 70.57%, 77.48% y 99.02% respectivamente a los años en mención se ubicó al suroeste de la subcuenca en el distrito de Yanacancha, el porcentaje restante se encontró disperso en los distritos de Canchayllo y San José de Quero.
- La tierra desnuda en el año 1987 representa el 0.37% de la subcuenca del Cunas con una superficie de 623.09 Ha., en 1997 el 0.95% con 1618.05 Ha., en el 2007 el 0.97% con 1644.83 Ha., en el 2017 el 1.36% con 2319.72 Ha. La mayor proporción de esta cobertura representado por el 67.87%, 76.90%, 77.28% y 79.40% respectivamente a los años en mención, se ubicó al sur de la subcuenca en el distrito de Yanacancha, el porcentaje restante se encontró disperso en los distritos de San José de Quero, Chicche, Chongos Bajo, Colca y Chongos Alto.

- El área quemada en el año 1987 representa el 1.82% de la subcuenca del Cunas con una superficie de 3102.47 Ha., en 1997 el 0.14% con 244.37 Ha., en el 2017 el 0.10% con 168.10 Ha. La mayor proporción de esta cobertura representado por el 37.59% para el año 1987 se ubicó al norte de la subcuenca en el distrito de Sincos, el 81.79% para el año 1997 se ubicó al noroeste de la subcuenca en el distrito de Canchayllo y el 83.92% para el año 2017 se ubicó al noroeste de la subcuenca en el distrito de San José de Quero, el porcentaje restante se encontró disperso en los distritos de Yanacancha, San José de Quero, Chambará, Canchayllo, Aco, Yanacancha y Aco.
  - El bofedal en el año 1987 representa el 1.54% de la subcuenca del Cunas con una superficie de 2628.07 Ha., en 1997 el 1.50% con 2561.60 Ha., en el 2007 el 1.49% con 2534.83 Ha., en el 2017 el 1.37% con 2331.96 Ha. La mayor proporción de esta cobertura representado por el 61.74%, 61.47%, 61.06% y 61.83% respectivamente a los años en mención, se ubicó del sur al oeste de la subcuenca en el distrito de Yanacancha, el porcentaje restante se encontró disperso en los distritos de San José de Quero, San Juan de Jarpa, Sincos, Canchayllo, Chicche y Chongo Alto.
  - La laguna en el año 1987 representa el 0.62% de la subcuenca del Cunas con una superficie de 1062.35 Ha., en 1997 el 0.62% con 1057.61 Ha., en el 2007 el 0.60% con 1029.29 Ha., en el 2017 el 0.54% con 912.46 Ha. La mayor proporción de esta cobertura representado por el 71.71%, 69.48%, 68.69% y 62.12% respectivamente a los años en mención se ubicó del sur al oeste de la subcuenca en el distrito de Yanacancha, el porcentaje restante se encontró disperso en los distritos de San José de Quero, Canchayllo, Ahuac, Sincos y San Juan de Jarpa.
- B. Se generó la matriz de confusión correspondiente a la clasificación del análisis de cobertura y uso de la tierra para la subcuenca del Cunas, donde se contrastó el mapa final con los puntos de validación al azar y campo. En las Tabla 11,12,13 y 14 se muestra los resultados, la diagonal de la matriz muestra los puntos donde concuerdan ambas fuentes y los puntos ubicados fuera de la diagonal suponen errores de omisión y comisión.

Tabla 11: Matriz de confusión para el año 1987

CATEGORIAS ASIGNADAS EN LA IMAGEN																				
RESULTADOS DE LA CLASIFICACIÓN	UNIDADES	1111	1121	1211	2111	3111	3211	3212	3213	3221	3311	3312	3321	3331	4111	5111	TOTAL	F.PRODUCTOR	E. COMISIÓN	
	1111	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	100.00	0.00
	1121	0	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	100.00	0.00
	1211	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	6	80.00	20.00
	2111	0	0	0	31	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	32	96.77	3.23
	3111	0	0	0	0	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	100.00	0.00
	3211	0	0	0	0	0	9	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	10	88.89	11.11
	3212	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	100.00	0.00
	3213	0	0	0	0	1	0	0	87	0	0	0	0	1	0	1	0	90	96.55	3.45
	3221	0	1	0	0	0	0	0	0	79	0	0	0	0	0	0	0	80	98.73	1.27
	3311	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	30	100.00	0.00
	3312	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	7	100.00	0.00
	3321	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	12	0	0	0	0	14	83.33	16.67
	3331	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	26	100.00	0.00
	4111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5	100.00	0.00
	5111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	29	100.00	0.00
	TOTAL	7	39	5	32	59	9	10	88	80	31	7	13	27	5	30	0	442		
	F.PRODUCTOR	100.00	97.44	100.00	96.88	98.31	100.00	100.00	98.86	98.75	96.77	100.00	92.31	96.30	100.00	96.67			PRECISIÓN GLOBAL DEL MAPA	0.980
	E. COMISIÓN	0.00	2.56	0.00	3.13	1.69	0.00	0.00	1.14	1.25	3.23	0.00	7.69	3.70	0.00	3.33				

Tabla 12: Matriz de confusión para el año 1987

DDDG																				
RESULTADOS DE LA CLASIFICACIÓN	UNIDADES	1111	1121	1211	2111	3111	3211	3212	3213	3221	3311	3312	3321	3331	4111	5111	TOTAL	F.PRODUCTOR	E. COMISIÓN	
	1111	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	100.00	0.00
	1121	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	27	96.15	3.85	
	1211	0	0	31	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	96.77	3.23	
	2111	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	100.00	0.00	
	3111	0	0	0	0	43	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	44	97.67	2.33	
	3211	0	1	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	96.43	3.57	
	3212	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	100.00	0.00	
	3213	0	0	1	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	15	92.86	7.14	
	3221	0	0	0	0	0	0	0	0	85	0	1	0	0	0	0	86	98.82	1.18	
	3311	0	0	0	0	1	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	13	91.67	8.33	
	3312	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	45	0	0	0	1	47	95.56	4.44	
	3321	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	9	0	0	0	10	88.89	11.11	
	3331	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	0	0	47	100.00	0.00	
	4111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	8	100.00	0.00	
	5111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	36	37	97.22	2.78	
	TOTAL	9	27	33	25	44	30	5	15	85	12	46	9	48	9	37	434			
	F.PRODUCTOR	100.00	96.30	93.94	100.00	97.73	93.33	100.00	93.33	100.00	100.00	97.83	100.00	97.92	88.89	97.30			PRECISIÓN GLOBAL DEL MAPA	0.975
	E. COMISIÓN	0.00	3.70	6.06	0.00	2.27	6.67	0.00	6.67	0.00	0.00	2.17	0.00	2.08	11.11	2.70				

Tabla 13: Matriz de confusión para el año 2007

CATEGORIAS ASIGNADAS EN LA IMAGEN																				
RESULTADOS DE LA CLASIFICACIÓN	UNIDADES	1111	1121	1211	2111	3111	3211	3212	3213	3221	3311	3312	3321	3331	4111	5111	TOTAL	F.PRODUCTOR	E. COMISIÓN	
	1111	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	93.33	6.67
	1121	0	56	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	98.21	1.79	
	1211	0	0	23	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	24	95.65	4.35	
	2111	0	0	0	45	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	46	97.78	2.22	
	3111	0	0	0	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	100.00	0.00	
	3211	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	100.00	0.00	
	3212	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	15	100.00	0.00	
	3213	1	0	0	0	0	0	0	74	0	0	0	0	0	1	0	76	97.30	2.70	
	3221	0	0	0	0	0	0	0	0	65	0	0	0	0	0	0	65	100.00	0.00	
	3311	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	1	0	0	0	25	95.83	4.17	
	3312	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	11	90.00	10.00	
	3321	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	17	100.00	0.00	
	3331	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	32	100.00	0.00	
	4111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	7	0	8	85.71	14.29	
	5111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	41	100.00	0.00	
	TOTAL	16	56	24	45	43	12	15	75	65	26	10	18	33	8	41	487			
	F.PRODUCTOR	93.75	100.00	95.83	100.00	97.67	100.00	100.00	98.67	100.00	92.31	100.00	94.44	100.00	87.50	100.00			PRECISIÓN GLOBAL DEL MAPA	0.982
	E. COMISIÓN	6.25	0.00	4.17	0.00	2.33	0.00	0.00	1.33	0.00	7.69	0.00	5.56	0.00	12.50	0.00				



Tabla 14: Matriz de confusión para el año 2017

CATEGORIAS ASIGNADAS EN LA IMAGEN																					
RESULTADOS DE LA CLASIFICACIÓN	UNIDADES	1111	1121	1211	2111	3111	3211	3212	3213	3221	3311	3312	3321	3331	4111	5111	TOTAL	F.PRODUCTOR	E. COMISIÓN		
	1111	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	100.00	0.00	
	1121	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	100.00	0.00	
	1211	0	0	48	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	49	97.92	2.08	
	2111	0	0	0	29	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	30	96.55	3.45	
	3111	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	22	95.24	4.76	
	3211	0	1	0	0	0	37	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	39	94.59	5.41	
	3212	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	100.00	0.00	
	3213	0	0	0	0	0	0	0	79	0	0	0	0	0	0	0	0	79	100.00	0.00	
	3221	0	0	0	0	0	0	0	1	45	0	0	0	0	0	0	0	46	97.78	2.22	
	3311	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0	0	0	1	0	0	39	97.37	2.63	
	3312	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	24	100.00	0.00	
	3321	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	18	100.00	0.00	
	3331	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	11	0	0	0	13	81.82	18.18	
	4111	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	34	0	0	35	97.06	2.94	
	5111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	13	100.00	0.00	
	TOTAL	14	26	49	29	21	38	26	81	46	39	25	18	11	35	14	0	472			
	F.PRODUCTOR	100.00	96.15	97.96	100.00	100.00	97.37	100.00	97.53	97.83	97.44	96.00	100.00	100.00	97.14	92.86	0			PRECISIÓN GLOBAL DEL MAPA	0.979
	E. COMISIÓN	0.00	3.85	2.04	0.00	0.00	2.63	0.00	2.47	2.17	2.56	4.00	0.00	0.00	2.86	7.14	0				

De las matrices mostradas se usaron los datos para obtener el índice de kappa que se muestra a continuación:

### Cálculo del Índice kappa

1987

$$Po = \frac{7+38+5+31+58+9+10+87+79+30+7+12+26+5+29}{442} = 0.980$$

$$Pe = \frac{(7x7)+(38x39)+(5x5)+(31x32)+(58x59)+(9x9)+(10x10)+(87x88) + (79x80)+(30x31)+(7x7)+(12x13)+(26x27)+(5x5)+(29x30)}{(442*442)} = 0.117$$

$$K = 0.980 - 0.117 / 1 - 0.117 = 0.977$$

Se obtuvo como resultado del cálculo de índice kappa 0.977 que según la fuerza de concordancia corresponde a casi perfecto

1997

$$Po = \frac{9+26+31+25+43+28+5+14+85+12+45+9+47+8+36}{434} = 0.975$$

$$Pe = \frac{(9x9)+(26x27)+(31x33)+(25x25)+(43x44)+(28x30)+(5x5)+(14x15) + (85x85)+(12x12)+(45x46)+(9x9)+(47x48)+(8x9)+(36x37)}{(434*434)} = 0.099$$

$$K = 0.975 - 0.099 / 1 - 0.099 = 0.972$$

Se obtuvo como resultado del cálculo de índice kappa 0.972 que según la fuerza de concordancia corresponde a casi perfecto

2007

$$Po = \frac{15+56+23+45+42+12+15+74+65+24+10+17+0+7+41}{454} = 0.982$$

$$Pe = \frac{(15x16)+(56x56)+(23x24)+(45x45)+(42x43)+(12x12)+(15x15)+(74x75) + (65x65)+(24x26)+(10x10)+(17x18)+(0x0)+(7x8)+(41x41)}{(454*454)} = 0.100$$

$$K = 0.982 - 0.100 / 1 - 0.100 = 0.980$$

Se obtuvo como resultado del cálculo de índice kappa 0.980 que según la fuerza de concordancia corresponde a casi perfecto

2017

$$Po = \frac{14+25+48+29+21+37+26+79+45+38+24+18+11+34+13}{472} = 0.979$$

$$Pe = \frac{(14 \times 14) + (25 \times 26) + (48 \times 49) + (29 \times 29) + (21 \times 21) + (37 \times 38) + (26 \times 26) + (79 \times 81) + (45 \times 46) + (38 \times 39) + (24 \times 25) + (18 \times 18) + (11 \times 11) + (34 \times 35) + (13 \times 14)}{(454 \times 454)} = 0.085$$

$$K = 0.979 - 0.085 / 1 - 0.085 = 0.977$$

Se obtuvo como resultado del cálculo de índice kappa 0.977 que según la fuerza de concordancia corresponde a casi perfecto

### **Porcentaje correctamente clasificado**

El porcentaje correctamente clasificado para el año 1987 es 97.96%, del 1997 es 97.47%, del 2007 es 98.24% y del 2017 es 97.88%, en un nivel de concordancia que se clasifica casi perfecto.

- C. Se determinó los índices de variación de los diferentes tipos de cobertura y uso actual de tierras identificados al nivel de categorización IV para la subcuenca del Cunas desde el año 1987 hasta el 2017, con intervalos de 10 años. En la Tabla 15 se muestra el comportamiento de la tasa de cambio por cada cobertura por periodo establecido, adicional a ello se representan en figuras (Anexo N°06).

**Tabla 15: Índices de variación de la Cobertura y Uso Actual de tierras de la subcuenca del Cunus, año 1987-2017**

CÓDIGO	COBERTURA-NIVEL 4	TASA DE CAMBIO		
		1987-1997	1997-2007	2007-2017
1111	Tejido urbano continuo	1.266%	3.456%	9.824%
1121	Tejido urbano discontinuo	1.940%	1.146%	1.531%
1211	Área de extracción de minería	1.812%	5.043%	5.525%
2111	Mosaico de cultivos	-0.282%	-0.090%	-0.227%
3111	Plantación forestal	11.004%	3.912%	5.885%
3211	Herbazal denso	-0.168%	-0.041%	-0.500%
3212	Herbazal abierto con afloramiento rocoso	0.372%	0.029%	-0.055%
3213	Herbazal abierto con tierra desnuda	0.318%	0.000%	-0.006%
3221	Arbustal denso	-0.644%	0.000%	-1.721%
3311	Afloramiento rocoso	-0.001%	-0.006%	-0.009%
3312	Afloramiento rocoso con tierra desnuda	0.572%	2.902%	7.319%
3321	Tierra desnuda	10.013%	0.164%	3.498%
3331	Área quemada	-22.441%	-100.000%	100.000%
4111	Bofedal	-0.256%	-0.105%	-0.831%
5111	Laguna	-0.045%	-0.271%	-1.198%
VARIACIÓN DE LA SUBCUENCA DEL CUNAS		3.409%	7.811%	9.209%

De acuerdo al comportamiento se deduce: si el valor es positivo significa que hubo un aumento y si tiene un valor negativo significa que hubo una disminución en la superficie de las coberturas. Del cual se obtuvo lo siguiente.

- El tejido urbano continuo tuvo un índice de variación positivo manifestándose de manera ascendente a través del periodo de investigación, en el intervalo de 1987-1997 fue de 1.266%, 1997-2007 fue de 3.456% y 2007-2017 fue de 9.824%.
- El tejido urbano discontinuo tuvo un índice de variación positivo manifestándose el descenso y ascenso a través del periodo de investigación, en el intervalo de 1987-1997 fue de 1.940%, 1997-2007 fue de 1.146% y 2007-2017 fue de 1.531%.
- El área de extracción de minería tuvo un índice de variación positivo manifestándose de manera ascendente a través del periodo de investigación, en el intervalo de 1987-1997 fue de 1.812%, 1997-2007 fue de 5.043% y 2007-2017 fue de 5.525%.

- El mosaico de cultivos tuvo un índice de variación negativo manifestándose el ascenso y descenso a través del periodo de investigación, en el intervalo de 1987-1997 fue de -0.282%, 1997-2007 fue de -0.090% y 2007-2017 fue de -0.227%.
- La plantación forestal tuvo un índice de variación positivo manifestándose el descenso y ascenso a través del periodo de investigación, en el intervalo de 1987-1997 fue de 11.004%, 1997-2007 fue de 3.912% y 2007-2017 fue de 5.885%.
- El herbazal denso tuvo un índice de variación negativo manifestándose el ascenso y descenso a través del periodo de investigación, en el intervalo de 1987-1997 fue de -0.168%, 1997-2007 fue de -0.041% y 2007-2017 fue de -0.500%.
- El herbazal abierto con afloramiento rocoso tuvo un índice de variación positivo en los primeros intervalos y negativo en el último, manifestándose de manera descendente a través del periodo de investigación, en el intervalo de 1987-1997 fue de 0.372%, 1997-2007 fue de 0.029% y 2007-2017 fue de -0.055%.
- El herbazal abierto con tierra desnuda tuvo un índice de variación positivo en los primeros intervalos y negativo en el último, manifestándose de manera descendente a través del periodo de investigación, en el intervalo de 1987-1997 fue de 0.318%, 1997-2007 fue de 0.000% y 2007-2017 fue de -0.006%.
- El arbustal denso tuvo un índice de variación negativo en el primer y último intervalo, manifestándose el ascenso y descenso a través del periodo de investigación, en el intervalo de 1987-1997 fue de -0.644%, 1997-2007 fue de 0.000% y 2007-2017 fue de -1.721%.
- El afloramiento rocoso tuvo un índice de variación negativo manifestándose de manera descendente a través del periodo de investigación, en el intervalo de 1987-1997 fue de -0.001%, 1997-2007 fue de -0.006%, 2007-2017 fue de -0.009%.
- El afloramiento rocoso con tierra desnuda tuvo un índice de variación positivo manifestándose de manera ascendente a través del periodo de investigación, en el intervalo de 1987-1997 fue de 0.572%, 1997-2007 fue de 2.902% y 2007-2017 fue de 7.319%.
- La tierra desnuda tuvo un índice de variación positivo manifestándose el descenso y ascenso a través del periodo de investigación, en el intervalo de 1987-1997 fue de 10.013%, 1997-2007 fue de 0.164% y 2007-2017 fue de 3.498%.

- El área quemada tuvo un índice de variación negativo en los primeros intervalos y positivo en el último, manifestándose el descenso y ascenso a través del periodo de investigación, en el intervalo de 1987-1997 fue de -22.441%, 1997-2007 fue de -100.000%, 2007-2017 fue de 100.000%.
  - El bofedal tuvo un índice de variación negativo manifestándose el ascenso y descenso a través del periodo de investigación, en el intervalo de 1987-1997 fue de -0.256%, 1997-2007 fue de -0.105% y 2007-2017 fue de -0.831%.
  - La laguna tuvo un índice de variación negativo manifestándose de manera descendente a través del periodo de investigación, en el intervalo de 1987-1997 fue de -0.045%, 1997-2007 fue de -0.271% y 2007-2017 fue de -1.198%.
  - La subcuenca del Cunas varió en el intervalo de 1987-1997 3.409% de su cobertura, 1997-2007 varió 7.811% y 2007-2017 varió 9.209%.
- D. En la tabla 16 se muestra los cambios de las coberturas identificados al nivel de categorización IV en intervalos de 10 años, adicional a ello se muestra a detalle el comportamiento de cada uno (anexo N°7) y mapas que ayudarán mejor la comprensión (anexo N°8).

**Tabla 16: Cambio de la cobertura y uso actual de tierras de la subcuenca del Cunas del año 1987 al año 2017.**

CÓDIGO	COBERTURA INICIAL NIVEL 4	CÓDIGO	COBERTURA FINAL NIVEL 4	1987	1987-1997			1997-2007			2007-2017		
				Área Inicial (ha)	Variación (ha)	Variación (%)	Área Final (ha)	Variación (ha)	Variación (%)	Área Final (ha)	Variación (ha)	Variación (%)	Área Final (ha)
1121	Tejido urbano discontinuo	1111	Tejido urbano continuo	1551.09	10.88	0.70	1879.65	40.15	2.14	2106.48	239.25	11.36	2452.05
2111	Mosaico de cultivos	1111	Tejido urbano continuo	26283.45	2.92	0.01	25551.37	7.09	0.03	25321.96	9.09	0.04	24752.98
		1121	Tejido urbano discontinuo	26283.45	201.58	0.77	25551.37	262.34	1.03	25321.96	557.67	2.20	24752.98
		3111	Plantación forestal	26283.45	6.42	0.02	25551.37	5.30	0.02	25321.96	25.62	0.10	24752.98
		3321	Tierra desnuda	26283.45	928.49	3.53	25551.37	0.00	0.00	25321.96	453.72	1.79	24752.98
		3331	Área quemada	26283.45	44.49	0.17	25551.37	0.00	0.00	25321.96	11.66	0.05	24752.98
3211	Herbazal denso	1121	Tejido urbano discontinuo	10414.39	15.57	0.15	10240.92	4.64	0.05	10199.08	27.15	0.27	9700.81
		2111	Mosaico de cultivos	10414.39	166.60	1.60	10240.92	0.83	0.01	10199.08	364.08	3.57	9700.81
		3111	Plantación forestal	10414.39	55.19	0.53	10240.92	36.37	0.36	10199.08	78.19	0.77	9700.81
		3321	Tierra desnuda	10414.39	0.00	0.00	10240.92	0.00	0.00	10199.08	28.85	0.28	9700.81
3212	Herbazal abierto con afloramiento rocoso	1211	Área de extracción de minería	54462.43	11.29	0.02	56525.14	32.10	0.06	56690.11	70.34	0.12	56379.42
		2111	Mosaico de cultivos	54462.43	28.03	0.05	56525.14	0.00	0.00	56690.11	114.15	0.20	56379.42
		3111	Plantación forestal	54462.43	0.00	0.00	56525.14	2.81	0.00	56690.11	3.86	0.01	56379.42
		3331	Área quemada	54462.43	199.88	0.37	56525.14	0.00	0.00	56690.11	156.43	0.28	56379.42
3213	Herbazal abierto con tierra desnuda	1111	Tejido urbano continuo	11529.70	0.00	0.00	11901.18	0.00	0.00	11900.63	6.30	0.05	11893.50
		1121	Tejido urbano discontinuo	11529.70	122.29	1.06	11901.18	0.00	0.00	11900.63	0.00	0.00	11893.50
		1211	Área de extracción de minería	11529.70	0.00	0.00	11901.18	0.55	0.00	11900.63	0.83	0.01	11893.50

3221	Arbustal denso	3212	Herbazal abierto con afloramiento rocoso	228.24	14.29	6.26	213.96	0.00	0.00	213.96	34.11	15.94	179.85
3311	Afloramiento rocoso	1211	Área de extracción de minería	58231.72	6.14	0.01	58225.58	34.78	0.06	58190.80	52.42	0.09	58138.38
3312	Afloramiento rocoso con tierra desnuda	5111	Laguna	80.76	27.38	33.91	85.50	0.00	0.00	113.81	82.06	72.10	230.65
3331	Área quemada	2111	Mosaico de cultivos	3102.47	257.19	8.29	244.37	44.49	18.21	0.00	0.00	0.00	168.10
		3211	Herbazal denso	3102.47	63.89	2.06	244.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	168.10
		3212	Herbazal abierto con afloramiento rocoso	3102.47	2287.62	73.74	244.37	199.88	81.79	0.00	0.00	0.00	168.10
		3213	Herbazal abierto con tierra desnuda	3102.47	493.77	15.92	244.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	168.10
4111	Bofedal	2111	Mosaico de cultivos	2628.07	0.00	0.00	2561.60	0.00	0.00	2534.83	10.54	0.42	2331.96
		3321	Tierra desnuda	2628.07	66.47	2.53	2561.60	26.77	1.05	2534.83	192.32	7.59	2331.96
5111	Laguna	3312	Afloramiento rocoso con tierra desnuda	1062.35	32.12	3.02	1057.61	28.31	2.68	1029.29	198.90	19.32	912.46



En la tabla anterior se muestran las coberturas que cambiaron a otras coberturas generando a la vez 27 tipos de cambio, entre los más significativos tenemos los siguientes:

- El tejido urbano discontinuo fue reemplazado por tejido urbano continuo en un 0.70% con 10.88 Ha. (1987–1997), en 2.14% con 40.15 Ha. (1997–2007) y en 11.36% con 239.25 Ha. (2007–2017).
- El mosaico de cultivos experimentó cuatro cambios, de los cuales los más significativos fueron a tierra desnuda en un 3.53 % con 928.49 Ha. (1987–1997) y en 1.79% con 453.72 Ha. (2007–2017), a tejido urbano discontinuo en un 0.77% con 201.58 Ha. (1987–1997), en 1.03% con 262.34 Ha. (1997–2007) y en 2.20% con 557.67 Ha. (2007–2017).
- El herbazal denso experimentó cuatro cambios, de los cuales los más significativo fueron a mosaico de cultivos en un 1.60% con 166.60 Ha. (1987–1997), en 0.01% con 0.83 Ha. (1997–2007) y en 3.57% con 364.08 Ha. (2007–2017), a plantación forestal en un 0.53% con 55.19 Ha. (1987–1997), en 0.36% con 36.37 Ha. (1997–2007) y en 0.77% con 78.19 Ha. (2007–2017).
- El herbazal abierto con afloramiento rocoso experimentó cuatro cambios, de los cuales el de mayor relevancia es a áreas de extracción de minería en un 0.02% con 11.29 Ha. (1987–1997), en 0.06% con 32.10 Ha. (1997–2007) y en 0.12% con 70.34 Ha. (2007–2017).
- El área quemada, experimentó cuatro cambios, de los cuales el más significativo fue a herbazal abierto con tierra desnuda en un 73.74% con 2287.62 Ha. (1987–1997) y en 81.79% con 199.88 Ha. (1997–2007).
- El bofedal experimentó dos cambios, el más significativo fue a tierra desnuda en un 2.53% con 66.47 Ha. (1987–1997), en 1.05% con 2677 Ha. (1997–2007) y en 7.59% con 92.32 Ha. (2007–2017).
- La laguna experimentó cambio a afloramiento rocoso con tierra desnuda en un 3.02% con 32.12 Ha. (1987–1997), en 2.68% con 28.31 Ha. (1997–2007) y en 19.32% con 198.90 Ha. (2007–2017).

En la tabla 17 se muestra el cambio de cobertura del año 1987 al 2017.

**Tabla 17: Cambio de la cobertura y uso actual de tierras de la subcuenca del Cunas del año 1987 al año 2017.**

COD_87	NIVEL4_87	COD_17	NIVEL4_17	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
1121	Tejido urbano discontinuo	1111	Tejido urbano continuo	268.87	0.16
2111	Mosaico de cultivos	1111	Tejido urbano continuo	37.86	0.02
		1121	Tejido urbano discontinuo	1002.83	0.59
		3111	Plantación forestal	36.50	0.02
		3321	Tierra desnuda	1382.22	0.81
3211	Herbazal denso	1121	Tejido urbano discontinuo	47.36	0.03
		2111	Mosaico de cultivos	530.68	0.31
		3111	Plantación forestal	170.58	0.10
		3321	Tierra desnuda	28.85	0.02
3212	Herbazal abierto con afloramiento rocoso	1211	Área de extracción de minería	113.74	0.07
		2111	Mosaico de cultivos	140.42	0.08
		3111	Plantación forestal	6.67	0.004
		3331	Área quemada	141.06	0.08
3213	Herbazal abierto con tierras desnudas	1111	Tejido urbano continuo	8.95	0.01
		1121	Tejido urbano discontinuo	119.64	0.07
		1211	Área de extracción de minería	1.38	0.001
3221	Arbustal denso	3212	Herbazal abierto con afloramiento rocoso	48.39	0.03
3311	Afloramiento rocoso	1211	Área de extracción de minería	93.34	0.05
3312	Afloramiento rocoso con tierra desnuda	5111	Lagunas	80.76	0.05
3331	Área quemada	2111	Mosaico de cultivos	247.29	0.15
		3211	Herbazal denso	63.89	0.04
		3213	Herbazal abierto con tierra desnuda	493.77	0.29
4111	Bofedal	2111	Mosaico de cultivos	10.54	0.01
		3321	Tierra desnuda	285.57	0.17
5111	Lagunas	3312	Afloramiento rocoso con tierra desnuda	230.65	0.14
SI CAMBIO				5591.81	3.28
NO CAMBIO				164831.05	96.72
TOTAL SUBCUENCA				170422.86	100.00

La tabla muestra que 5591.81 Ha. de toda la subcuenca representado por el 3.28% tubo cambio de cobertura en el periodo de 1987 - 2017. De los cuales los principales fueron de mosaico de cultivos a tierra desnuda con un total de 1382.22 Ha, a tejido urbano discontinuo con un total de 1002.83 Ha.

## 4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para el análisis correspondiente a la investigación se tuvo como insumo principal varias escenas capturadas por el satélite Landsat, Tanto el 5 como el 8, a la cual se aplicó el proceso de segmentación y se usó el Random Forest como algoritmo clasificador. El uso de este protocolo dio como resultados las siguientes métricas de calidad: Porcentaje correctamente clasificado (PCC) para el año 1987 es 97.96%, del 1997 es 97.47%, del 2007 es 98.24% y del 2017 es 97.88%, y un índice de Kappa de 0,98. Este resultado es similar al estudio realizado por Vergara "Análisis del cambio de cobertura y uso de la tierra del distrito de pucará-provincia de Jaen-departamento Cajamarca, utilizando imágenes de satélite periodo 2000-2017", quien llegó a la conclusión de que el método del Random Forest sobre segmentos fue el que presentó mejores resultados logrando obtener como PCC para el año 2000 de 95.72% ,para el 2017 de 96.55% y como índice de Kappa 0,93 y 0.97 respectivamente. Chuvieco afirmó que existen rangos que demuestran la confiabilidad del Coeficiente Kappa, en este caso los valores mayores 0.80 son excelente (69), esto corrobora los datos obtenidos de la matriz de confusión en ambas investigaciones, muestra la fuerza de concordancia del valor Kappa.

La clasificación de coberturas y uso actual de tierras de la subcuenca del Cunas en el periodo de 1987 al 2017 que se logró hacer en base a la metodología Corine Land Cover fue hasta el nivel de categorización IV, con 15 unidades, tiene concordancia con diversas investigaciones entre ellas la de Rojas, "Análisis de los cambios de cobertura y uso del suelo en el distrito de Ichocán, provincia de san marcos - Cajamarca, periodo 1989-2015", de Gamarra "Análisis de la cobertura y uso de la tierra utilizando imágenes de resolución espacial media para el distrito de San Ramón -Chanchamayo - Junín - Perú", cuyas tablas de cobertura se muestran a continuación.

**Tabla 18: Comparación de unidades de cobertura y uso de la tierra**

COD4	NIVEL 4	NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III		<i>Tipos de Cobertura</i>	
1111	Tejido urbano continuo	1. Áreas artificializadas	1.1. Áreas urbanizadas	1.1.1. Tejido urbano continuo	111	Centros poblados	
1121	Tejido urbano discontinuo		2.3. Pastos		23	Red vial	
1211	Área de extracción de minería		2.4. Áreas agrícolas heterogéneas		24	Mosaico agropecuario	
2111	Mosaico de cultivos	2. Áreas agrícolas				Bosque húmedo	
3111	Plantación forestal					Arbustos y matorrales	
3211	Herbazal denso					Puna	
3212	Herbazal abierto con afloramiento rocoso					Áreas pedregosas naturales	
3213	Herbazal abierto con tierra desnuda	3. Bosques y áreas mayormente naturales	3.3. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo	3.3.2. Arbustal	332	Tierras desnudas o con poca vegetación	
3221	Arbustal denso			3.3.4. Vegetación arbustiva / herbácea	334	Zonas quemadas	
3311	Afloramiento rocoso					Tierras altoandinas sin vegetación	
3312	Afloramiento rocoso con tierra desnuda					Bofedales	
3321	Tierra desnuda					Ríos y quebradas	
3331	Área quemada					Lagunas	
4111	Bofedal	5. Superficies de Agua	5.1. Aguas continentales	5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	512	<b>TOTAL</b>	
5111	Laguna						
Coberturas y uso actual de tierras de la subcuenca del Cunas en el periodo de 1987 al 2017		Clasificación del estudio “Análisis de los cambios de cobertura y uso del suelo en el distrito de Ichocán, provincia de san marcos - Cajamarca, periodo 1989-2015”				Clasificación del estudio “Análisis de la cobertura y uso de la tierra utilizando imágenes de resolución espacial media para el distrito de San Ramón -Chanchamayo - Junín - Perú”	

Las investigaciones mencionadas llegan hasta el nivel de Categorización III, mientras que mi investigación logró llegar hasta el nivel IV. Las tres investigaciones consideran a las zonas urbanas, las zonas agrícolas, arbustales y lagunas, diferenciándose por el término que cada investigador le asigna. Solo la investigación de Gamarra guarda relación en las coberturas: afloramiento rocoso, tierras desnudas, zonas quemadas y Bofedales, mientras que Rojas no las identificó. Ninguna de las investigaciones a discutir identificó la cobertura área de extracción de minería. La diferencia es posible a la ubicación geográfica de los estudios, con la investigación que se desarrolla en Junín hay mayor concordancia que con la que se desarrolla en Cajamarca.

En cuanto los resultados obtenidos del cambio de cobertura y uso actual de tierras, los hallazgos guardan relación con el estudio de Rojas, "Análisis de los cambios de cobertura y uso del suelo en el distrito de Ichocán, provincia de san marcos - Cajamarca, periodo 1989-2015", cuyas tablas de cobertura se muestran a continuación.

Tabla 19: Comparación de cambio de cobertura y uso actual de tierras

COD_87	NIVEL4_87	COD_17	NIVEL4_17	AREA (Ha)	AREA (%)
1121	Tejido urbano discontinuo	1111	Tejido urbano continuo	268.87	0.16
2111	Mosaico de cultivos	1111	Tejido urbano continuo	37.86	0.02
		1121	Tejido urbano discontinuo	1002.83	0.59
		3111	Plantación forestal	36.50	0.02
		3321	Tierra desnuda	1382.22	0.81
3211	Herbazal denso	1121	Tejido urbano discontinuo	47.36	0.03
		2111	Mosaico de cultivos	530.68	0.31
		3111	Plantación forestal	170.58	0.10
		3321	Tierra desnuda	28.85	0.02
3212	Herbazal abierto con afloramiento rocoso	1211	Área de extracción de minería	113.74	0.07
		2111	Mosaico de cultivos	140.42	0.08
		3111	Plantación forestal	6.67	0.004
		3331	Área quemada	141.06	0.08
3213	Herbazal abierto con tierras desnudas	1111	Tejido urbano continuo	8.95	0.01
		1121	Tejido urbano discontinuo	119.64	0.07
		1211	Área de extracción de minería	1.38	0.001
3221	Arbustal denso	3212	Herbazal abierto con afloramiento rocoso	48.39	0.03
3311	Afloramiento rocoso	1211	Área de extracción de minería	93.34	0.05
3312	Afloramiento rocoso con tierra desnuda	5111	Lagunas	80.76	0.05
3331	Área quemada	2111	Mosaico de cultivos	247.29	0.15
		3211	Herbazal denso	63.89	0.04
		3213	Herbazal abierto con tierra desnuda	493.77	0.29
4111	Bofedal	2111	Mosaico de cultivos	10.54	0.01
		3321	Tierra desnuda	285.57	0.17
5111	Lagunas	3312	Afloramiento rocoso con tierra desnuda	230.65	0.14
NO CAMBIO				164831.05	96.72
TOTAL SUBCUENCA				170422.86	100.00

CÓDIGO	CUS - 1989	CUS - 2015	AREA (ha)	%
2.3-2.4	Pastos	Áreas agrícolas heterogéneas	30.56	0.45
2.3-1.1.1	Pastos	Tejido urbano continuo	0.09	0.001
2.4-2.3	Áreas agrícolas heterogéneas	Pastos	50.01	0.73
2.4-3.2	Áreas agrícolas heterogéneas	Bosques plantados	101.50	1.49
2.4-1.1.1	Áreas agrícolas heterogéneas	Tejido urbano continuo	1.19	0.02
3.3.2-2.3	Arbustal	Pastos	68.31	1.00
3.3.2-2.4	Arbustal	Áreas agrícolas heterogéneas	674.95	9.92
3.3.2-3.2	Arbustal	Bosques plantados	90.31	1.33
3.3.2-1.1.1	Arbustal	Tejido urbano continuo	0.84	0.01
3.3.2-3.3.4	Arbustal	Vegetación arbustiva/ herbácea	320.85	4.71
3.3.4-2.3	Vegetación arbustiva/herbácea	Pastos	8.42	0.12
3.3.4-2.4	Vegetación arbustiva / herbácea	Áreas agrícolas heterogéneas	402.10	5.91
3.3.4-3.2	Vegetación arbustiva / herbácea	Bosques plantados	16.71	0.25
3.3.4-1.1.1	Vegetación arbustiva / herbácea	Tejido urbano continuo	2.08	0.03
5.1.2-2.3	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	Pastos	0.26	0.004
5.1.2-2.4	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	Áreas agrícolas heterogéneas	0.10	0.001
5.1.2-3.3.2	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	Arbustal	0.07	0.001
NO CAMBIO			5,038.23	74.02
TOTAL			6,806.61	100.00

Cambio de cobertura y uso actual de tierras. de la subcuenca del Cunus en el periodo de 1987 al 2017	Cambios de cobertura y uso del suelo en el distrito de Ichocán, provincia de san marcos - Cajamarca, periodo 1989-2015”
--	---

La investigación de Rojas muestra su mayor cambio de arbustal a área agrícola heterogénea con 674.95 Ha. representado el 9.92% del área de estudio, mientras que en mi investigación fue el mosaico de cultivos a tierra desnuda con 1382.22 Ha. Siendo el 0.81% del área de estudio, un cambio significativo y de relevancia es a tejido urbano continuo, en mi investigación se identificó 315.68 Ha. representando el 0.19%, mientras que en la investigación a comparar fue 4.2 Ha en total representando el 0.061% del total, siendo uno de los menores cambio que se identificó en esta investigación. A pesar de que el área de estudio a comparar es menor a mi investigación hubo cambios significativos que tienen mayor área como el área agrícola heterogénea a bosques plantados con 101.50 Ha. representando el 1.49% del total, mientras que en mi investigación ese cambio fue de mosaico a de cultivos a plantación forestal con 36.50 Ha. representando el 10.02%.

El porcentaje de los cambios es mínimo en mi investigación debido a que mi área total es de 170422.86 Ha. a comparación de la otra investigación que es 6806.61 Ha.

La investigación realizada en comparación al artículo científico de Medina, titulado “Monitoreo de los cambios en los usos y cobertura del suelo utilizando teledetección y SIG en las subcuencas de los ríos Achamayo y Shullcas”, difieren en las coberturas identificadas, la investigación en comparación hace énfasis en los pastizales y plantaciones, la parte urbana está englobada a diferencia de mi investigación donde se identificó más coberturas y se dio énfasis a todas coberturas por igual, 5591.81 Ha de cobertura tuvieron cambios durante el periodo de 30 años siendo menor a la investigación de Medina que obtuvo que 30670 Ha que representa más de la mitad del área estudiada presentó cambios severos durante el período de 25 años. Se deduce que las subcuencas Achamayo y Shullcas tuvieron más cambio a causa de la intervención del hombre, debido al acceso y cercanía a la ciudad a diferencia de la subcuenca del Cunas donde se encontró coberturas naturales que no han sido intervenidas y abracan gran parte de la subcuenca tales como: afloramiento rocoso, herbazales abiertos con presencia de tierras desnudas y afloramiento rocoso.

A partir de los resultados obtenidos del cambio de cobertura y uso actual de tierras que presenta una variación en las áreas urbanas y de intervención directa, mientras que las áreas naturales y de poca intervención no presentan cambios significativos de cobertura. Se pudo identificar cambios positivos y negativos en el ámbito ambiental, social y económico. Los cambios más significativos se discuten a continuación:

- El tejido urbano continuo se incrementó reemplazando un área del tejido urbano discontinuo, esto es consecuencia del incremento de la población que se dio notablemente en los distritos que pertenecen a la provincia de Huancayo y a su vez a la subcuenca, a pesar que hubo una disminución de la población por migración y muerte en las provincias que complementan la subcuenca (Figura 31), no influye en esta cobertura debido a que es artificial y no se reestablece a una cobertura natural.

**Figura 31: Población censada y tasa de crecimiento de las provincias que conforman la subcuenca del Cunasp (\* Fue creada por Ley N. 26428, el 5 de enero de 1995)**

PROVINCIA	POBLACIÓN CENSADA		TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL
	1993	2007	
CHUPACA*	-	51878	-
JAUJA	104828	92053	-0.9
HUANCAYO	437391	466346	0.5
CONCEPCIÓN	64785	60121	-0.5

**Fuente: INEI- Censos de Población y Vivienda 1993 y 2007**

Este hallazgo guarda relación con lo que sostiene Rojas en su investigación quien señala que la cobertura tejido urbano continuo en el distrito de Ichocán-Cajamarca desde el año 1989 al 2015 ha experimentado un aumento de 4.2 hectáreas, se comprobó que la población va disminuyendo, este rasgo ha permitido conocer que el aumento de la cobertura en mención no es un factor determinante para que la población aumente, existen otros factores encontrados en la zona de estudio, como la presencia de viviendas de techo propio, viviendas de algunos pobladores a las afueras del pueblo, y construcciones realizadas en la nueva gestión municipal como la nueva posta médica, la cancha deportiva, y el mercado (30). También guarda relación con el artículo científico “Change Detection of Land Use and Land Cover over a Period of 20 Years in Papua New Guinea” en la que se obtuvo un aumento concomitante en la zona urbana durante todo el período de 20 años.

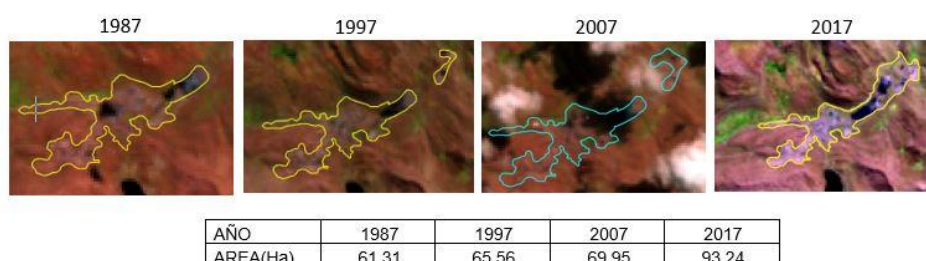
- El mosaico de cultivos disminuyó formando parte de la tierra desnuda, se hace referencia a que la zona de cultivos ha sido tan explotada que el agricultor cambia de lugar para obtener mejor producción y deja la zona inicialmente usada sin cobertura alguna, adicional a ello es un suelo degradado, este hallazgo comparte la idea de investigadores de la UNAM quienes en su investigación “Patrones espaciales de cambio de cobertura y uso del suelo en el área cafetalera de la sierra norte de Puebla”



mencionan que es costumbre observar que se cultiva de forma intensiva en lugares desfavorables y que después de cierto tiempo están siendo abandonadas (75). Así mismo se relaciona a lo que mencionan Garibay y Bocco en su informe “Cambios de uso de suelo en la meseta Purépecha-México”, el abandono de tierras no planificado lleva implícito una serie de consecuencias ambientales entre las que destacan la erosión, durante los primeros años, de las parcelas agrícolas desprovistas de vegetación (76).

- El herbazal denso disminuyó formando parte del mosaico de cultivos y de la plantación forestal. El primer cambio mencionado se deduce de las respuestas del cuestionario que se ve relacionado el incremento de la población y sus necesidades, que son motivo para que los agricultores abarquen más terreno para cultivos, desconociendo técnicas intensivas y con buen rendimiento e irrumpiendo áreas naturales; el segundo cambio fue producto de las gestiones del gobierno local de los distritos involucrados, se realizó con eucaliptos (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn). Este cambio es positivo pues según experiencias recolectas en campo, no existían bosques naturales.
- El herbazal abierto con afloramiento rocoso disminuyó pasando a ser área de extracción de minería, este cambio se identificó notablemente en la minera Azul Cocha que incremento su área de explotación (Figura 32), lamentablemente presenta un conflicto socio ambiental con los pobladores del distrito de San José de Quero debido a la poca información que les han brindado sobre los proyectos que van a realizar y por antecedentes de contaminación al río Cunas con arsénico por los relaves de la antigua mina que opero hasta 1987, por lo que se observó en la salida de campo no cuenta con un tratamiento adecuado de sus relaves, además de encontrarse en la cabecera de cuenca poniendo en riesgo al principal recurso hídrico de la subcuenca.

**Figura 32: Evolución de la minera Azul Cocha.**



- Este hallazgo discrepa a lo que menciona Muñoz en su investigación (77), la cobertura señalada ha disminuido en 7.19 ha para el año 2018 porque dieron uso al suelo para destinarlo a la agricultura limpiaron o construyeron terrazas para hacer más fácil su manejo. En este estudio no se halló el cambio que si presenta la subcuenca del Cunas.
- El área quemada cambio significativamente a herbazal abierto con tierra desnuda en un 73.74% con 2287.62 Ha. (1987–1997) y en 81.79% con 199.88 Ha. (1997–2007). En base a las respuestas del cuestionario y a lo observado en campo los pobladores queman áreas por varias razones una de ellas es para acelerar el rebrote del Ichu (*Stipa ichu*) que es la especie de flora abundante, con la finalidad de alimentar a sus ganados (Figura 33), las áreas quemadas se restablecen naturalmente al paso del tiempo tratando de reconstruir su cobertura inicial que se ve alterada en composiciones físico-químicas, en muchas ocasiones no pueden controlar las llamas y queman zonas extensas de terreno, afectando a las especies de flora: “zorro andino” (*Pseudolapex culpaeus*) y el “zorrino andino” (*Conepatus rex*), la Chinchilla real (*Chinchilla brevicaudata*) mamífero considerado en la lista de especies de fauna silvestre en vías de extinción. y fauna que alberga la subcuenca.

**Fotografía 1: Ganado vacuno alimentándose del rebrote del Ichu.**



- El bofedal experimento dos cambios, el más significativo fue a tierra desnuda en un 2.53% con 66.47 Ha. (1987–1997), en 1.05% con 2677 Ha. (1997–2007) y en 7.59% con 92.32 Ha. (2007–2017), debido a la disminución de la cobertura inicial, de acuerdo a lo observado en campo esta cobertura se encuentra en proceso de deterioro como consecuencia del cambiar su sistema natural por la acción antrópica

(Figura 33), la presencia de ganados ovinos, vacunos altera este ecosistema, que alberga las especies: “cuy silvestre” (*Cavia tschudii*), “yanavico” (*Plegadis rigwayi*), “gaviota andina” (*Larus serranus*) catalogada como especie en situación vulnerable por ser altamente susceptible a la alteración de su hábitat. Este hallazgo concuerda con la mención de Guzmán en su investigación “Análisis técnico sobre los usos, tenencia y estado de las tierras para definir las modalidades de conservación”, en los bofedales se observaron la existencia de vacunos, ovinos y mayormente camélidos sudamericanos, así mismo presenta pastoreo continuo y rotativo y se lleva a cabo por los lugareños o comuneros con niveles de incipiente tecnificación, generando ingresos económicos de la venta de la fibra y carne (78).

**Fotografía 2: Intervención antrópica en el bofedal de la subcuenca del Cunas.**



**Fotografía 3: Intervención ganadera en el bofedal de la subcuenca del Cunas.**



**Fotografía 4: Bofedal convertido en tierra desnuda de la subcuenca del Cunas.**



- Las lagunas disminuyeron dejando esa área a afloramiento rocoso con tierra desnuda, un cambio negativo pero real que se da en diferentes lagunas de la subcuenca, debido al calentamiento global que hoy enfrentamos.

**Fotografía 5: Disminución de una laguna de la subcuenca del Cunas.**



## CONCLUSIONES

1. Se logró determinar y analizar la variación de la cobertura y el uso actual de tierras de la Subcuenca del Cunas durante el periodo 1987 – 2017. En el intervalo de 1987-1997 varió 3.409 % de su cobertura, 1997-2007 varió 7.811% y 2007-2017 varió 9.209%, de 1987 al 2017 varió el 3.28% que representa a 5591.81 Ha. de toda la subcuenca, de los cuales los principales cambios fueron: el tejido urbano discontinuo fue reemplazado por tejido urbano continuo en un 0.70% con 10.88 Ha. (1987–1997), en 2.14% con 40.15 Ha. (1997–2007) y en 11.36% con 239.25 Ha. (2007–2017). El mosaico de cultivos experimentó cuatro cambios, de los cuales los más significativos fueron a tierra desnuda en un 3.53 % con 928.49 Ha. (1987–1997) y en 1.79% con 453.72 Ha. (2007–2017), a tejido urbano discontinuo en un 0.77% con 201.58 Ha. (1987–1997), en 1.03% con 262.34 Ha. (1997–2007) y en 2.20% con 557.67 Ha. (2007–2017). El herbazal denso experimentó cuatro cambios, de los cuales los más significativo fueron a mosaico de cultivos en un 1.60% con 166.60 Ha. (1987–1997), en 0.01% con 0.83 Ha. (1997–2007) y en 3.57% con 364.08 Ha. (2007–2017), a plantación forestal en un 0.53% con 55.19 Ha. (1987–1997), en 0.36% con 36.37 Ha. (1997–2007) y en 0.77% con 78.19 Ha. (2007–2017). El herbazal abierto con afloramiento rocoso experimentó cuatro cambios, de los cuales el de mayor relevancia es a áreas de extracción de minería en un 0.02% con 11.29 Ha. (1987–1997), en 0.06% con 32.10 Ha. (1997–2007) y en 0.12% con 70.34 Ha. (2007–2017). El área quemada, experimentó cuatro cambios, de los cuales el más significativo fue a herbazal abierto con tierra desnuda en un 73.74% con 2287.62 Ha. (1987–1997) y en 81.79% con 199.88 Ha. (1997–2007). El bofedal experimentó dos cambios, el más significativo fue a tierra desnuda en un 2.53% con 66.47 Ha. (1987–1997), en 1.05% con 2677 Ha. (1997–2007) y en 7.59% con 92.32 Ha. (2007–2017). La laguna experimentó cambio a afloramiento rocoso con tierra desnuda en un 3.02% con 32.12 Ha. (1987–1997), en 2.68% con 28.31 Ha. (1997–2007) y en 19.32% con 198.90 Ha. (2007–2017).
2. Se logró determinar la distribución espacial del uso actual de tierras sobre la cobertura en la Subcuenca del Cunas de los años 1987, 1997, 2007 y 2017. Esto permitió tener un enfoque visual amplio de cada año en estudio que complementado a las salidas de campo y los mapas realizados ayudo al mejor análisis de la variación de las coberturas y uso actual de tierras del área estudiada. Las coberturas pertenecientes a la unidad de bosques y áreas mayormente naturales ocupan la mayor parte de la subcuenca del Cunas en todos los años de análisis, siendo la

cobertura con mayor proporción el afloramiento rocoso, seguido del herbazal abierto con afloramiento rocoso.

3. Se logró determinar los índices de variación de los diferentes tipos de coberturas y el uso actual de tierras en la Subcuenca del Cunas del año 1987 al 2017 en intervalos de 10 años, obteniendo las tasas de cambio por cobertura, los cuales me ayudaron a poder deducir los cambios negativos y positivos en la cobertura y uso actual de tierras del área de estudio. Los comportamientos más resaltantes fueron: el tejido urbano continuo tuvo un índice de variación positivo manifestándose de manera ascendente a través del periodo de investigación, en el intervalo de 1987-1997 fue de 1.266%, 1997-2007 fue de 3.456% y 2007-2017 fue de 9.824%. El área de extracción de minería tuvo un índice de variación positivo manifestándose de manera ascendente a través del periodo de investigación, en el intervalo de 1987-1997 fue de 1.812%, 1997-2007 fue de 5.043% y 2007-2017 fue de 5.525%. El mosaico de cultivos tuvo un índice de variación negativo manifestándose el ascenso y descenso a través del periodo de investigación, en el intervalo de 1987-1997 fue de -0.282%, 1997-2007 fue de -0.090% y 2007-2017 fue de -0.227%. La plantación forestal tuvo un índice de variación positivo manifestándose el descenso y ascenso a través del periodo de investigación, en el intervalo de 1987-1997 fue de 11.004%, 1997-2007 fue de 3.912% y 2007-2017 fue de 5.885%. El área quemada tuvo un índice de variación negativo en los primeros intervalos y positivo en el último, manifestándose el descenso y ascenso a través del periodo de investigación, en el intervalo de 1987-1997 fue de -22.441%, 1997-2007 fue de -100.000%, 2007-2017 fue de 100.000%. El bofedal tuvo un índice de variación negativo manifestándose el ascenso y descenso a través del periodo de investigación, en el intervalo de 1987-1997 fue de -0.256%, 1997-2007 fue de -0.105% y 2007-2017 fue de -0.831%.
4. De los cambios más resaltantes, las coberturas que se incrementaron fueron: la plantación forestal, los tejidos urbanos continuo y discontinuo, el área de extracción de minería, las que disminuyeron fueron: área quemada, laguna y bofedal. Los factores que se ven involucrados en el cambio usualmente son antropogénicos como las actividades agrícolas, ganaderas, económicas, sociales y culturales, provocando cambios que perjudican al medio ambiente como la quema de áreas naturales, pero no todos los cambios son desfavorables, hay algunos que suman al cuidado del medio ambiente como es el caso de las plantaciones forestales pero muchas de las coberturas al cambiar su uso, provocan un desorden y en consecuencia un mal manejo de estas.

5. La zona de amortiguamiento de la reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas que se encuentra dentro de la subcuenca del Cunas no se ve afectada, no se encontraron cambios en la zona. Respetando así la Ley de Áreas Naturales Protegidas N° 26834.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar el ZEE para las zonas que lo requieran y conformen la subcuenca del Cunas, enfatizar en estudios de bofedales, estado, conservación y recuperación.
2. Para estudios similares en lo posible utilizar imágenes satelitales que brinden mayor resolución espacial, para que se realicen estudios a mayor detalle y el margen de error sea mínimo.
3. Difundir el manejo de diversas aplicaciones que tienen las herramientas de sistemas de información geográfica y la fotointerpretación de imágenes satelitales, a través del fortalecimiento de las capacidades humanas en instituciones como universidades, institutos, organizaciones, etc.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. *Estimating historical changes in global land cover: Croplands from 1700 to 1992*. RAMANKUTTYA, Navin y FOLEY,Jonathan. 4, 1999, Global Biogeochemical Cycles , Vol. 13, págs. 997-1027.
2. Los Cambios En La Cobertura De La Tierra. MURRAY, Ivan - BLÁZQUEZ ,Marcia y RULLAN,Onofre. 571, Barcelona : s.n., 15 de Marzo de 2005, Revista Bibliográfica De Geografía y Ciencias Sociales , Vol. 10.
3. Modelación de los cambios de coberturas/uso del suelo en una región tropical de México. FRANÇOIS, Jean y FLAMENCO,Alejandro. 1, 2011, GeoTropico, Vol. 5, págs. 1-24.
4. Los suelos ayudan a combatir y adaptarse al cambio climático. Hayduk, Daniel. Italia : s.n., 2015, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
5. Agricultura, Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la. El estado de los bosques del mundo. 2016. págs. 10-11.
6. Bär, Nora. Informe sobre biodiversidad: el uso del suelo tiene más impacto que el cambio climático. Diario La Nación. 9 de Mayo de 2019.
7. VÁSQUEZ, Rocio - PALMA , Adriana y REGAL, Fernando. Nota Metodológica del sector :Uso del Suelo, Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura. Lima : s.n., 2015.
8. Reátegui, Sylvia y Arce, Javier. Cambio de uso actual de la tierra en la Amazonía Peruana. 2016.
9. Contaminación y cambio de uso de tierras amenazan a los humedales. La República. 2 de Febrero de 2016.
10. GARCÍA DELGADO, Francesca. En el 2018 se registró pico histórico de deforestación por minería ilegal. El Comercio. 2 de Febrero de 2019.
11. Cuti, Mónica. Deforestación deja desprotegidos de huaicos a 4 distritos. Diario Correo. 6 de Marzo de 2018.
12. Matías, Ana Cecilia. Junín: Quema de pastizales también ocasiona inusuales granizadas en el valle y selva. Correo. 2018.
13. VIVANCO, Thalia. Del 2007 al 2017 la población en Junín creció en 20 mil habitantes. Diario Correo. 2018.
14. MITMA, Daniel. Crecimiento urbano reduce la producción agrícola en Junín. Diario Correo. 2015.
15. Junín, Gobierno Regional de. Memoria descriptiva del submodelo de conflictos de uso de la tierra del departamento de Junín a escala 1:100000. Huancayo : s.n., 2015.
16. Augusto, Bernal Torres César. Metodología de la Investigación. Colombia : s.n., 2010. 978-958-699-129-2.
17. Hernández Sampieri Roberto, Carlos Fernández Collado,María del Pilar Baptista Lucio. Metodología de la Investigación. Mexico : s.n., 2010. 978-607-15-0291-9.
18. Di Gregorio, A. Jansen, L. istema de Clasificación de la Cobertura de la Tierra (LCCS). Italia: Environment and Natural Resources Service. Italia : s.n., 2005.
19. Guerra Cerezo, Eslid. "Análisis multitemporal de la cobertura y uso de la tierra a través del sistema LCCS en la cuenca baja del Río Grande-Santa Cruz". 2006.

20. *Change detection of land use and land cover over a period of 20 years in Papua New Guinea.* SAILESH SAMANTA, DILIP KUMAR PAL. Papua New Guinea : s.n., 14 de Marzo de 2016, Natural Science, págs. 138-151.
21. *Using Time series os satellite images to detect vegetation cover change in Dhaka city.* SAMI AL JABER, AMIT KUMAR GHOSH, MALIK SEZAN MAHMUD. Dhaka, Bangladesh : s.n., 20 de Noviembre de 2014, Journal og Geographic Information System, págs. 653-663.
22. *Land Use and Land Cover Changes in a Tropical River-Basin: A Case from Bharathapuzha River Basin, Souther India.* P.P.Nikhil Raj, P.A.Azeez. Anaikatty. India : s.n., 25 de Junio de 2010, Journal of Geographic Information System, págs. 185-193.
23. Análisis multitemporal del cambio de uso del suelo en el paisaje terrestre protegido Mirafior Moropotente Nicaragua, 1993-2011. V.Ruiz, R.Savé, A.Herrera. 117/123, Nicaragua : s.n., Set-Dic de 2013, Ecosistemas, Vol. 22:3.
24. *Análise do uso da terra na microbacia do arroio do meio-Santa Maria-RS, por sistema de Informacoes Geográficas e imagem de satélite.* Edson Luis Piroli, Elsbeth Léia Spode Becker, Edson Luis Bolfe, Rudiney Soares Pereira. 3, Botucatu : s.n., 22 de Agosto de 2001, Ciencia Rural, Vol. 32, págs. 407-413.
25. *Avaliação da cobertura do solo como indicador de gestao de recursos hídricos: um caso de estudo na sub-bacia do Córrego dos Bois, Minas Gerais.* Mirian de Sousa Silva, Inácio Thomaz Bueno, Fausto Weimar Acerbi Júnior, Luis Antonio Coimbra Borges. 3, Lavras-Brasil : s.n., 01 de Agosto de 2016, Eng Sanit Ambient, Vol. 22, págs. 445-452.
26. Cambios de la cobertura del suelo en el municipio de Nechí: Una aproximación al impacto ambiental de la minerá 1986-2010. M.GOMEZ, F.MOLINA, D.AGUDELO, J.CAÑON, F.VÉLEZ. 149-163, Colombia : s.n., Mayo de 2017, Revista Facultad de Ingeniería, Vol. Vol.26.
27. Evaluación de cambios en la cobertura y uso de tierra con imágenes de satélite en Piura-Perú. PERCY ZOROGASTÚA CRUZ, ROBERTO QUIROZ GUERRA, JAIME GARATUZA PAYÁN. Lima : Board, 2011, Ecología Aplicada, Vol. Vol. 10 N°1, págs. no.105. 13-22.
28. Cambios de la cobertura de los suelos para la elaboración de escenarios territoriales en la región Apurímac. NICOLÁS IBÁÑEZ, GRÉGORY DAMMAN. 48-67, Lima : s.n., 18 de Setiembre de 2013, Zonas Áridas.
29. Monitoreo de los cambios en los usos y cobertura del suelo utilizando teledetección y SIG en las subcuencas de los ríos Achamayo y Shullcas. Medina, Fernando Jakitsch. Huancayo : Lettera Gráfica S.A.C, Abril de 2012, Instituto Geofísico del Perú, pág. 115/121.
30. Rojas Cabrera, Fátima Liliana. ANÁLISIS DE LOS CAMBIOS DE COBERTURA Y USO DEL SUELO EN EL DISTRITO DE ICHOCÁN, PROVINCIA DE SAN MARCOS - CAJAMARCA, PERIODO 1989-2015. Cajamarca : UNIVERSIDAD, 2017. pág. 140.
31. LÓPEZ, MARÍA BELÉN MEDINA LÓPEZMARÍA BELÉN MEDINA. ANÁLISIS MULTITEMPORAL DEL CAMBIO DE LA COBERTURA VEGETAL Y USO DE LA TIERRA EN EL CANTÓN GUALAQUIZA, 1987 – 2015. Quito-Ecuador : UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, 2015.
32. MORALES, MARIA CAMILA OROZCO. Cobertura y uso del suelo en la Subcuenca del Río de las Piedras, Departamento del Cauca. Quito-Ecuador : s.n., 2015.
33. FALCÓN GARCÍA, OSWALDO. Dinámica del cambio de cobertura/uso del suelo en una región del Estado de Quintana Roo-México. México : s.n., 2014.

34. FELIPE, RODRÍGUEZ VÁSQUEZ.ANDRÉS. Metodología para detectar cambios en el uso de la tierra utilizando los principios de la clasificación orientada a objetos, estudio de caso piedemonte de Villavicencio,Meta. Bogotá : s.n., 2011.
35. Bamimore, Sade. ¿Qué es el cambio de tipo de uso de suelo en el Perú y cómo afecta la conservación de los Bosques Amazónicos? Comunica Amazonía. [En línea] 25 de Junio de 2018. [Citado el: 28 de Julio de 2019.] <http://comunicamazonia.com/que-es-el-cambio-de-tipo-de-uso-de-suelo-en-el-peru-y-como-afecta-la-conservacion-de-los-bosques>.
36. Ibañez, Juan. Suelos, Incendios Forestales y Cambio Climático (¿reforestación o pastizales?). España : Un Universo invisible bajo nuestros pies, 15 de Julio de 2019.
37. Ambiente, Ministerio del. Protocolo: Análisis de las Dinámicas de Cambio de Cobertura de la tierra en la Comunidad Andina. San Isidro-Lima : s.n., 2014. CDD 333.73 P45.
38. —. Informe Final del Proyecto: Análisis de las Dinámicas de Cambio de Cobertura de la Tierra en la Comunidad Andina. San Isidro-Lima : s.n., 2014. CDD 333.707 P45.
39. WENG, Q. *emote Sensing and GIS Integration: Theories, Methods, and Applications*. s.l. : McGraw-Hill,, 2009. 978-0071606530.
40. Guntli, David. *Classification of land cover and land use - an object-oriented approach in Western Tajikistan*. Zurich : s.n., 2006. pág. 157.
41. Identificación del cilindro nudoso en imágenes TC de trozas podadas de Pinus Radiata utilizando el Clasificador de Máxima Verosimilitud. ROJAS, E.G. & ORTIZ, I.O. Concepción.Chile : s.n., 2009.
42. *Optimizing unsupervised classifications of remotely sensed imagery with a data - assisted labeling approach*. LANG, R., SHAO, G., PIJANOWSKI, B.C. y FARNSWORTH, R.L. 12, Amsterdam : Elsevier Science B.V, 2008, Vol. 34.
43. Clasificación no supervisada con imágenes a color de cobertura terrestre. MACEDO-CRUZ, A., PAJARES-MSRTINSANZ, G. y SANTOS-PENAS, M. Madrid, España : s.n., 2010, Agrociencia.
44. Sub-pixel Mapping of Sahelian Wetlands using Multi-temporal SPOT VEGETATION Images. Proc. VEGETATION 2000. Verhoeve, J and Wulf, R. D. Italy : s.n., 2000.
45. NOAA-AVHRRbased flood monitoring. In Proceedings of the IGARSS 2001. Nyborg, L. and Sandholt, I. Australia : s.n., 2001.
46. *A survey of image classification methods and techniques for improving classification performance*. LU, D. & WENG, Q. USA : s.n., 2007.
47. European Environment Agency. [En línea] 01 de Enero de 1995. [Citado el: 30 de Julio de 2019.] <https://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover>. 92-826-2579-6.
48. The International Geographical Union. [En línea] [Citado el: 30 de Julio de 2019.] <https://igu-online.org/>.
49. *Change detection techniques*. Lu, D., Mausel P., Brondizio, E., Moran, E. 12, 20 de Junio de 2004, International Journal of Remote Sensing, Vol. 25, págs. 2365–2407.
50. Eastman, J. Ronald. *Guide to GIS and image processing*. USA : Clark Labs, 2003. 01610-1477
51. Santos, J.C. *.Extração de atributos de forma e seleção de atributos usando algoritmos genéticos para classificação de regiões*. Brasil : s.n., 2007.
52. *Fuzzy kappa for the agreement measure of fuzzy classifications*. DOU, W., y otros. 2007, Neurocomputing.

53. SAR image segmentation based on mixture context and wavelet hidden - class - label Markov random field. LI, M., WU., Y. y ZHANG, Q. 2009, Computers and Mathematics with Applications.
54. CHUVIECO, Emilio. Teledetección Ambiental. España : Ariel S.A, 2008. 978843448073-3.
55. RUIZ VERDÚ, Antonio. Aplicaciones de la teledetección en la Ingeniería Medioambiental. España : s.n., 2007.
56. ONU. Más de la mitad de la población vive en áreas urbanas y seguirá creciendo. Centro de noticias ONU. 2014.
57. Cambios de Cobertura y Uso del Suelo en la Cuenca del Rio Mololoa, Nayarit. Nájera, O, Bojórquez, J y Cifuentes, L y Marcelleño, S. México : s.n., 2010, Biociencias.
58. Cieza T, DA. Análisis de cambios de cobertura y uso de la tierra con imágenes satelitales del distrito de Matara periodos 1991 – 2003 – 2016. Cajamarca, Perú : s.n., 2017.
59. Efectos socioeconómicos y ambientales de la expansión agropecuaria. Estudio de caso: Santiago del Estero, Argentina. Pérez y Carrera, A. y Moscuzza, C.H. y Fernández-Cirelli, A. Argentina : s.n., 2008, Ecosistemas. 1697-2473.
60. FAO, MAGBMA y. Estudio de las causas de la deforestación y degradación forestal en Guinea Ecuatorial. 2018.
61. Lillo, J. Impactos de la Minería en el Medio Natural. Grupo de Geología. España : s.n., 2006.
62. Sánchez, P. La teledetección enfocada a la obtención de mapas digitales. Cuenca : s.n., 2012.
63. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. [En línea] 2014. [Citado el: 15 de Junio de 2019.] <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/imgpercepcion/imgsatelite/elementos.aspx>.
64. *Administration*, National Aeronautics and Space. Landsat 7 Science Data Users Handbook. 2013.
65. BIODAMAZ (Proyecto Diversidad Biológica de la Amazonía Peruana, PE). Manual para la elaboración de mosaicos de imágenes de satélite Landsat TM para selva baja peruana. Iquitos : s.n., 2004.
66. REDD GTZ (Programa de Reducción de Emisiones de Carbono causadas por la Deforestación y la Degradación de los Bosques, HO). Metodologías de análisis multitemporal de imágenes satelitales aplicable a nivel sub-nacional para los países miembros del CCAD. 2010.
67. Lozano, P y Sierra, P. Propuesta metodológica para delimitación de bosques de manglar a partir de datos satelitales utilizando SPRING versión 4.1, en la reserva de biósfera Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe Colombiano. Colombia : s.n., 2005.
68. Carnegie Institution for Science, USA. CLASlite, tecnología para el monitoreo de bosques. Stanford, USA : s.n., 2013.
69. Chuvieco, E. Fundamentos de Teledetección Espacial. s.l. : Ediciones RIALP, 1995.
70. Blaschke, T. & Hay, G.J. *Object oriented image analysis and scale-space: Theory and methods for modeling and evaluating multiscale landscape structure.* International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. 2001.
71. Martínez, J. Estudio espacio temporal del proceso de fragmentación en la zona nor-oriental del parque nacional natural Puracé, mediante el análisis de las comunidades vegetales. Cauca : s.n., 2005.
72. Environmental Systems Research Institute. [En línea] <http://www.sigsa.info/productos/envi>.

73. Junín, Gobierno Regional de. Memoria Descriptiva del estudio Hidrológico de las cuencas del departamento de Junín. Huancayo : s.n., 2015.
74. Espinoza, Bethy. Subcuenca del Cunas. Huancayo : s.n., 2010.
75. Virginia Evangelista Oliva, Jorge López Blanco, Javier Caballero Nieto, Miguel Ángel Martínez Alfaro. Patrones espaciales de cambio de cobertura y uso del suelo en el área cafetalera de la sierra norte de Puebla. Puebla-Mexico : s.n., 2009.
76. Gerardo, Garybay Orozco Claudio y Bocco Verdinelli. Cambios del suelo en la meseta Purépecha. Mexico : s.n., 2011.
77. Ronald, Muñoz Davila. "Análisis de cambios de cobertura y uso de la tierra con imágenes satelitales del distrito de José Manuel Quiroz período 2000 – 2018". Cajamarca : s.n., 2018.
78. Lizandro, Guzman Bustinza Isidro. "Análisis técnico sobre los usos, tenencia y estado de las tierras para definir modalidades de conservación. Tacna : s.n., 2012.
79. NÚÑEZ, Miguel. Vraem: Treinta hectáreas de bosque se pierden en una hora. El Comercio. 31 de Octubre de 2016.
80. Medina, María. ANÁLISIS MULTITEMPORAL DEL CAMBIO DE LA COBERTURA VEGETAL Y USO DE LA TIERRA EN EL CANTÓN GUALAQUIZA, 1987 – 2015. Quito-Ecuador : s.n., 2015.
81. PEREZ GUTIERREZ, Carlos y MUÑOZ NIETO, Angel. Teledetección: Nociones y Aplicaciones. España : Universidad de Salamanca, 2006. 978-84-611-1613-3.
82. Naturales, Instituto Nacional de Recursos. Mapa Ecológico del Perú-Guía Explicativa. Lima, Perú : s.n., 1995.
83. JOSI, Joseph. Zona de Vida Natural en el Perú, Memoria explicativa sobre el mapa ecológico del Perú. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Lima : s.n., 1960. pág. 271.
84. Regional, Gobierno. Memoria Descriptiva del Estudio Climático y Zonas de Vida del Departamento de Junín a escala 1:100000. Junín : s.n., 2015.
85. Pazce Zúñiga, Danitza Karoly. Propuesta de Gestión Ambiental de la subcuenca del río Cunas-Junín. Lima : s.n., 2010.
86. Paquera Sánchez, Alberto. Historia y Geografía. [En línea] Abril de 2011. [Citado el: 06 de Junio de 2019.] <http://albertotacna.blogspot.com/2011/04/ocho-pisos-ecologicos.html>.
87. Paulet Iturri , Manuel y Amat y León, Carlos. La conservación de suelos en la sierra del Perú- Sistematización de la experiencia de PRONAMACHCS en la lucha contra la desertificación. Lima : s.n., 1999.
88. ESPINOZA PACHECO, Bethy. Subcuenca del Río Cunas. Huancayo : s.n., 2010.
89. Carpeta Pedagógica. [En línea] 02 de Enero de 2019. [Citado el: 2019 de Junio de 07.] <https://carpetapedagogica.com/ochoregionesnaturalesdelperu>.
90. Ambiente, Ministerio del. Cuarto informe nacional sobre la aplicación del convenio de Diversidad Biológica-Años 2006-2009. Lima : s.n., 2010.
91. ROBLES, Jhon. Ecorregiones del Perú. [En línea] 2012. [Citado el: 07 de Junio de 2019.] <http://ecorregionesdelperu.blogspot.com/>.
92. Ecorregiones según Antonio Brack Egg. [En línea] 2015 de Noviembre de 29. [Citado el: 2019 de Junio de 08.] <http://ecorregionesantoniobrackegg.blogspot.com/>.

93. Ariza, Alexander. Academia. [En línea] 2013. [Citado el: 31 de Julio de 2019.] [https://www.academia.edu/26859574/Descripci%C3%B3n\\_y\\_Correcci%C3%B3n\\_de\\_Productos\\_Landsat\\_8\\_LDCM\\_Landsat\\_Data\\_Continuity\\_Mission](https://www.academia.edu/26859574/Descripci%C3%B3n_y_Correcci%C3%B3n_de_Productos_Landsat_8_LDCM_Landsat_Data_Continuity_Mission).
94. Análisis de métodos de fusión de imágenes Landsat 8 sobre coberturas y uso del suelo en el municipio de Bahía de Banderas, Nayarit. Navarro, C, Rivera, JP y Cepeda, J. 11, s.l. : Educateconciencia, 2007, Vol. 10.
95. Aplicación de técnicas de teledetección y GIS sobre imágenes Quickbird para identificar y mapear individuos de peral silvestre (*Pyrus bourgeana*) en bosque esclerófilo mediterráneo. Arenas, S, Haeger, JF y Jordano, D. Córdoba : s.n., 1998. 1998-8740.
96. Ruíz, D y Salcedo, J. Análisis comparativo de herramientas Software especializadas para el tratamiento digital de imágenes de Satélite. Caracterización de procesos básicos. Bucaramanga : s.n., 2005.
97. *Land–use and land-cover change: advances in 1.5 decades of sustained international research*. Terradas II, B. L. 4, 2001, Vol. 10.
98. “*Land–use and land-cover change: advances in 1.5 decades of sustained international research*”,. Terradas II, B. L. 4, 2001, Vol. 10.
99. *Estimating land-use change and carbon release from tropical forest conversion using remote-sensing techniques*. Murdiyarso, D. y Wasrin, U. R. 4/5, Indonesia : s.n., 1995, Journal of Biogeography, Vol. 22 .
100. Alonso, F. Sistema de Información Geográfica. España : s.n., 2015.

## **ANEXOS**

## ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>General:</b> ¿Cuál ha sido la variación de la cobertura y el uso actual de tierras en la subcuenca del Cunas durante el periodo 1987-2017?</p> <p><b>Específicos:</b> ¿Cuál es la distribución espacial del uso actual de tierras sobre la cobertura en la subcuenca del Cunas durante el periodo 1987-2017?</p>	<p><b>General:</b> Determinar la variación de la cobertura y el uso actual de tierras de la subcuenca del Cunas durante el periodo 1987-2017.</p> <p><b>Específicos:</b> Determinar la distribución espacial del uso actual de tierras sobre la cobertura en la subcuenca del Cunas durante el periodo 1987-2017.</p> <p>Determinar los índices de variación de los</p>	No presenta	1.Variación de la Cobertura	<p>1.1. Índice de variabilidad</p> <p>1.1.1. Tasa de cambio según el MINAM:</p> $t_c = \left(1 - \frac{t_1 - t_2}{t_1}\right)^{\frac{1}{t}} - 1'$ <p>Dónde:</p> <p><b>Tc:</b> Tasa de cambio  <b>t<sub>1</sub>:</b> Superficies de la cobertura y uso de suelo en el tiempo inicial (Año inicial)  <b>t<sub>2</sub>:</b> Superficies de la cobertura y uso de suelo en el tiempo final (año final)  <b>t:</b> Variable equivale a la amplitud del periodo analizado (período en años entre el año inicial y final)</p>	% de tasa de cambio	<p><b>Tipo de investigación:</b> Aplicada</p> <p><b>Nivel de investigación:</b> Descriptivo</p> <p><b>Método General:</b> Científico, deductivo, analítico y sistémico.</p> <p><b>Diseño de la investigación:</b> No Experimental</p> <p><b>Tipo de Diseño:</b> Longitudinal</p> <p><b>Técnicas de recolección de datos:</b> -Fichas de Campo. -Cuestionario</p> <p><b>Técnicas de</b></p>



<p>¿Cuáles son los índices de variación de los diferentes tipos de coberturas y el uso actual de tierras en la subcuenca del Cunas durante el periodo 1987-2017?</p>	<p>diferentes tipos de coberturas y el uso actual de tierras en la subcuenca del Cunas durante el periodo 1987–2017.</p>		<p>2.Uso Actual de tierras</p>	<p>2.1. Distribución espacial del uso actual de tierras sobre la cobertura. 2.1.1.Sistema de Clasificación de Corine Land Cover.</p>	<p>Superficie en hectáreas por tipo de cobertura</p>	<p><b>procesamiento:</b> -Sensoramiento remoto. -Elaboración de bases de datos geográfica. -Estadística descriptiva e inferencial.</p>
--	--	--	--------------------------------	--	--	--

## ANEXO N°2: OPERALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍA O DIMENSIONES	DEFINICIÓN	INDICADOR	ITEM
1.Variación de la Cobertura	<b>N:</b> Cuantitativa <b>C:</b> Simple	Es la cobertura biofísica que se observa sobre la superficie de la tierra, se compone de áreas naturales y elementos antrópicos.	1.1. Índice de variabilidad 1.1.1. Tasa de cambio según el MINAM:	Son materiales físicos que caracterizan la superficie de la tierra, estos incluyen árboles, pastos u otra vegetación, rocas, así como estructuras modificadas por el hombre.	% de tasa de Cambio	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Uso de la base de datos obtenida a partir del procesamiento de imágenes satelitales</li> <li>✓ Uso de la fórmula de Tasa de cambio</li> </ul>
2.Uso Actual de tierras	<b>N:</b> Cuantitativa, Cualitativa <b>C:</b> Simple	Son los arreglos, actividades e insumos que el hombre realiza en un cierto tipo de cobertura de la tierra.	2.1. Distribución espacial del uso actual de tierras sobre la cobertura. 2.1.1.Sistema de Clasificación de Corine Land Cover.	Se relaciona con las actividades socio-económicas que realizan las personas sobre el territorio, en consecuencia se manifiestan cambios en la cobertura.	Superficie en hectáreas por tipo de cobertura	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Uso de imágenes satelitales.</li> <li>✓ Uso de la leyenda de Clasificación Corine Land Cover adaptada a Perú</li> </ul>

**Nota:** N=Naturaleza. C=Complejidad

**ANEXO N°03: UNIDADES DE COBERTURA Y USO DE LA TIERRA IDENTIFICADAS EN LA SUBCUENCA DEL CUNAS**

**Fotografía 6: Tejido urbano continuo de la subcuenca del Cunas.**



**Fotografía 7: Tejido urbano discontinuo de la subcuenca del Cunas.**



**Fotografía 8: Área de extracción de minería de la subcuenca del Cunas.**



**Fotografía 9: Tejido urbano discontinuo de la subcuenca del Cunas.**



**Fotografía 10: Plantación forestal de la subcuenca del Cunas.**



**Fotografía 11: Herbazal denso de la subcuenca del Cunas.**



**Fotografía 12: Herbazal abierto con afloramiento rocoso de la subcuenca del Cunas**



**Fotografía 13: Herbazal abierto con tierra desnuda de la subcuenca del Cunas.**



**Fotografía 14: Arbustal denso de la subcuenca del Cunas.**



**Fotografía 15: Afloramiento rocoso de la subcuenca del Cunas.**



**Fotografía 16: Tierras desnudas de la subcuenca del Cunas.**



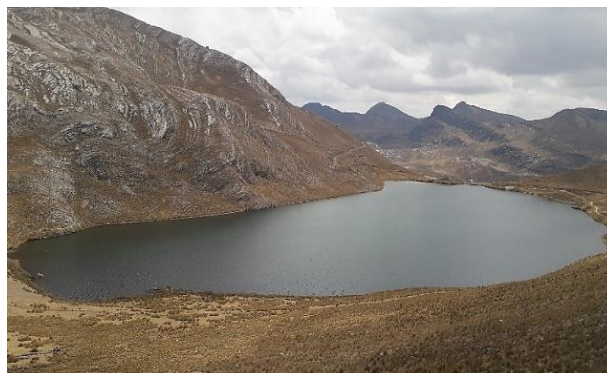
**Fotografía 17: Área quemada de la subcuenca del Cunas.**



**Fotografía 18: Bofedal de la subcuenca del Cunas.**



**Fotografía 19: Laguna de la subcuenca del Cunas.**



**Fotografía 20: Verificación de la clasificación.**



**Fotografía 21: Verificación de la clasificación.**



**Fotografía 22: Verificación de la clasificación.**



**Fotografía 23: Verificación de la clasificación.**





**ANEXO N° 04: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL USO ACTUAL DE TIERRAS SOBRE LAS COBERTURAS DE LA SUBCUENCA DEL CUNAS DEL AÑO 1987 AL 2017**

**Tabla 20: Distribución espacial del tejido urbano continuo**

<b>1987</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Chupaca	45.69	44.38%
Chambará	18.70	18.16%
San Juan de Jarpa	10.26	9.96%
San José de Quero	8.98	8.72%
Yanacancha	7.04	6.83%
Huachac	4.85	4.71%
Canchayllo	3.88	3.77%
Manzanares	3.57	3.47%
Total	102.96	100.00%
<b>1997</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Chupaca	45.69	39.13%
Chambará	18.70	16.01%
Manzanares	13.05	11.18%
San Juan de Jarpa	11.42	9.78%
San José de Quero	8.98	7.69%
Huachac	8.01	6.86%
Yanacancha	7.04	6.03%
Canchayllo	3.88	3.32%
Total	116.76	100.00%
<b>2007</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Chupaca	45.69	27.86%
San Juan de Jarpa	43.43	26.48%
Manzanares	19.77	12.06%
Chambará	18.70	11.40%
Huachac	15.67	9.56%

San José de Quero	9.83	6.00%
Yanacancha	7.04	4.29%
Canchayllo	3.88	2.36%
Total	164.01	100.00%
<b>2017</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Chupaca	166.44	39.76%
Pilcomayo	73.69	17.60%
San Juan de Jarpa	50.91	12.16%
Huachac	26.09	6.23%
Yanacancha	25.51	6.09%
Manzanares	22.50	5.37%
Chambará	19.98	4.77%
Sicaya	12.86	3.07%
San José de Quero	9.83	2.35%
Chicche	6.96	1.66%
Canchayllo	3.88	0.93%
Total	418.65	100.00%

**Tabla 21: Distribución espacial del tejido urbano discontinuo**

<b>1987</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
San José de Quero	389.97	25.14%
Chupaca	243.06	15.67%
Yanacancha	218.00	14.05%
Pilcomayo	213.92	13.79%
San Juan de Jarpa	182.60	11.77%
Huachac	102.09	6.58%
Manzanares	82.47	5.32%
Ahuac	52.40	3.38%
Chambará	39.71	2.56%
Sicaya	12.86	0.83%
Chicche	6.96	0.45%
Sincos	4.19	0.27%
Huamancaca Chico	2.86	0.18%
Total	1551.09	100.00%
<b>1997</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
San José de Quero	443.32	23.59%
Yanacancha	382.07	20.33%
Chupaca	266.92	14.20%

Pilcomayo	223.66	11.90%
San Juan de Jarpa	207.86	11.06%
Huachac	144.46	7.69%
Manzanares	87.23	4.64%
Ahuac	54.11	2.88%
Chambará	41.80	2.22%
Sicaya	12.86	0.68%
Chicche	6.96	0.37%
Sincos	5.55	0.30%
Huamancaca Chico	2.86	0.15%
Total	1879.65	100.00%
<b>2007</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
San José de Quero	478.49	22.72%
Yanacancha	463.46	22.00%
Chupaca	325.13	15.43%
Pilcomayo	223.66	10.62%
Huachac	205.70	9.76%
San Juan de Jarpa	193.47	9.18%
Manzanares	80.51	3.82%
Ahuac	56.45	2.68%
Chambará	47.02	2.23%
Sicaya	12.86	0.61%
Sincos	9.92	0.47%
Chicche	6.96	0.33%
Huamancaca Chico	2.86	0.14%
Total	2106.48	100.00%
<b>2017</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Yanacancha	546.47	22.29%
San José de Quero	523.64	21.36%
Chupaca	429.90	17.53%
Huachac	276.44	11.27%
San Juan de Jarpa	223.64	9.12%
Pilcomayo	179.79	7.33%
Manzanares	77.78	3.17%
Chambará	64.49	2.63%
Ahuac	58.93	2.40%
Huamancaca Chico	57.45	2.34%
Sicaya	13.51	0.55%
Total	2452.05	100.00%

**Tabla 22: Distribución espacial del área de extracción de minería**

<b>1987</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
San José de Quero	72.38	81.64%
Chambará	15.47	17.45%
Colca	0.81	0.91%
Total	88.65	100.00%
<b>1997</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
San José de Quero	76.63	72.23%
Chambará	15.47	14.58%
Colca	7.84	7.39%

Yanacancha	6.14	5.79%
Total	106.09	100.00%
<b>2007</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
San José de Quero	87.68	50.53%
Colca	35.56	20.49%
Yanacancha	34.81	20.06%
Chambará	15.47	8.92%
Total	173.52	100.00%
<b>2017</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
San José de Quero	116.21	39.12%
Yanacancha	91.98	30.96%
Chambará	46.37	15.61%
Colca	42.54	14.32%
Total	297.11	100.00%

**Tabla 23: Distribución espacial del mosaico de cultivos**

<b>1987</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
San José de Quero	8983.62	34.18%
Yanacancha	4326.62	16.46%
Sincos	2846.39	10.83%
San Juan de Jarpa	2247.13	8.55%
Chambará	2048.74	7.79%
Huachac	1959.34	7.45%
Ahuac	1061.29	4.04%
Manzanares	869.90	3.31%
Paccha	625.14	2.38%
Sicaya	481.40	1.83%
Chupaca	431.14	1.64%
Huamancaca Chico	153.96	0.59%
Chicche	148.48	0.56%
Pilcomayo	69.94	0.27%
Canchayllo	27.03	0.10%
Orcotuna	1.80	0.01%
Aco	1.53	0.01%
Total	26283.45	100.00%
<b>1997</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
San José de Quero	9021.69	35.31%
Yanacancha	3517.97	13.77%
Sincos	2996.83	11.73%
San Juan de Jarpa	2288.59	8.96%
Chambará	2096.98	8.21%
Huachac	1935.90	7.58%
Ahuac	1059.58	4.15%
Manzanares	875.48	3.43%
Paccha	625.14	2.45%
Sicaya	481.40	1.88%
Chupaca	407.29	1.59%
Huamancaca Chico	153.96	0.60%
Pilcomayo	60.20	0.24%
Canchayllo	27.03	0.11%
Orcotuna	1.80	0.01%

Aco	1.53	0.01%
Total	25551.36724	100.00%
<b>2007</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
San José de Quero	8984.98	35.48%
Yanacancha	3447.66	13.62%
Sincos	3025.86	11.95%
San Juan de Jarpa	2275.63	8.99%
Chambará	2091.76	8.26%
Huachac	1867.01	7.37%
Ahuac	1057.23	4.18%
Manzanares	871.70	3.44%
Paccha	625.14	2.47%
Sicaya	481.40	1.90%
Chupaca	349.07	1.38%
Huamancaca Chico	153.96	0.61%
Pilcomayo	60.20	0.24%
Canchayllo	27.03	0.11%
Orcotuna	1.80	0.01%
Aco	1.53	0.01%
Total	25321.96214	100.00%
<b>2017</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
San José de Quero	9045.29	36.54%
Sincos	3017.52	12.19%
Yanacancha	2987.72	12.07%
San Juan de Jarpa	2314.56	9.35%
Chambará	2127.81	8.60%
Huachac	1870.35	7.56%
Ahuac	1054.75	4.26%
Manzanares	944.78	3.82%
Paccha	625.14	2.53%
Sicaya	481.40	1.94%
Chupaca	123.55	0.50%
Huamancaca Chico	99.37	0.40%
Pilcomayo	30.38	0.12%
Canchayllo	27.03	0.11%
Orcotuna	1.80	0.01%
Aco	1.53	0.01%
Total	24752.98	100.00%

**Tabla 24: Distribución espacial de la plantación forestal**

<b>1987</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Ahuac	15.29	45.66%
Chambará	10.31	30.81%
Manzanares	4.11	12.27%
Huachac	3.12	9.31%
San Juan de Jarpa	0.45	1.33%
Yanacancha	0.20	0.61%
Total	33.47	100.00%
<b>1997</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Manzanares	35.26	37.08%
Ahuac	24.04	25.29%

Chambará	19.52	20.52%
Huachac	14.49	15.24%
San Juan de Jarpa	1.56	1.64%
Yanacancha	0.21	0.22%
Total	95.08	100.00%
<b>2007</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Manzanares	57.54	41.23%
Ahuac	27.66	19.82%
Huachac	25.30	18.13%
Chambará	22.36	16.02%
Yanacancha	3.70	2.65%
San Juan de Jarpa	2.31	1.66%
San José de Quero	0.69	0.49%
Total	139.56	100.00%
<b>2017</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Manzanares	112.86	45.65%
Ahuac	50.10	20.27%
Huachac	36.19	14.64%
Chambará	34.78	14.07%
Yanacancha	8.32	3.37%
San Juan de Jarpa	3.53	1.43%
Orcotuna	0.75	0.30%
San José de Quero	0.69	0.28%
Total	247.23	100.00%

**Tabla 25: Distribución espacial del herbazal denso**

<b>1987</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Yanacancha	6592.31	63.30%
San José de Quero	1917.89	18.42%
Canchayllo	670.33	6.44%
Colca	277.67	2.67%
San Juan de Jarpa	265.36	2.55%
Manzanares	229.12	2.20%
Chambará	200.97	1.93%
Huachac	139.66	1.34%
Chongos Bajo	58.19	0.56%
Ahuac	46.25	0.44%
Chicche	13.28	0.13%
Orcotuna	3.36	0.03%
Total	10414.39	100.00%
<b>1997</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Yanacancha	6592.30	64.37%
San José de Quero	1966.14	19.20%
Canchayllo	670.33	6.55%
Colca	277.67	2.71%
San Juan de Jarpa	196.36	1.92%
Manzanares	178.14	1.74%
Chambará	141.44	1.38%
Huachac	106.21	1.04%
Chongos Bajo	58.19	0.57%
Ahuac	37.49	0.37%

Chicche	13.28	0.13%
Orcotuna	3.36	0.03%
Total	10240.92	100.00%
<b>2007</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Yanacancha	6591.63	64.63%
San José de Quero	1966.14	19.28%
Canchayllo	670.33	6.57%
Colca	277.67	2.72%
San Juan de Jarpa	190.97	1.87%
Manzanares	159.64	1.57%
Chambará	138.60	1.36%
Huachac	95.40	0.94%
Chongos Bajo	58.19	0.57%
Ahuac	33.87	0.33%
Chicche	13.28	0.13%
Orcotuna	3.36	0.03%
Total	10199.08	100.00%
<b>2017</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Yanacancha	6550.77	67.53%
San José de Quero	1907.18	19.66%
Canchayllo	670.33	6.91%
Colca	264.01	2.72%
San Juan de Jarpa	113.15	1.17%
Chambará	78.60	0.81%
Chongos Bajo	58.19	0.60%
Manzanares	31.24	0.32%
Chicche	13.28	0.14%
Ahuac	11.43	0.12%
Orcotuna	2.62	0.03%
Total	9700.81	100.00%

**Tabla 26: Distribución espacial del herbazal abierto con afloramiento rocoso**

<b>1987</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Yanacancha	17176.18	31.54%
San José de Quero	11167.28	20.50%
Sincos	7560.40	13.88%
Canchayllo	5589.57	10.26%
Chambará	4274.11	7.85%
San Juan de Jarpa	4180.01	7.68%
Chongos Bajo	1956.12	3.59%
Paccha	1202.43	2.21%
Colca	1193.01	2.19%
Ahuac	161.32	0.30%
Chongos Alto	1.99	0.00%
Llocllapampa	0.01	0.00%
Total	54462.43	100.00%
<b>1997</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Yanacancha	17576.01	31.09%
San José de Quero	11419.39	20.20%
Sincos	8541.46	15.11%

Canchayllo	5580.18	9.87%
Chambará	4720.17	8.35%
San Juan de Jarpa	4180.01	7.39%
Chongos Bajo	1956.12	3.46%
Paccha	1202.43	2.13%
Colca	1185.97	2.10%
Ahuac	161.32	0.29%
Chongos Alto	1.99	0.00%
Aco	0.067648	0.00%
Llocllapampa	0.01	0.00%
Total	56525.14	100.00%
<b>2007</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Yanacancha	17573.20	31.00%
San José de Quero	11415.01	20.14%
Sincos	8541.46	15.07%
Canchayllo	5780.06	10.20%
Chambará	4720.17	8.33%
San Juan de Jarpa	4180.01	7.37%
Chongos Bajo	1956.12	3.45%
Paccha	1202.43	2.12%
Colca	1158.26	2.04%
Ahuac	161.32	0.28%
Aco	0.067648	0.00%
Chongos Alto	1.99	0.00%
Llocllapampa	0.01	0.00%
Total	56690.11	100.00%
<b>2017</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Yanacancha	17500.68	31.04%
San José de Quero	11210.14	19.88%
Sincos	8519.17	15.11%
Canchayllo	5780.06	10.25%
Chambará	4716.15	8.37%
San Juan de Jarpa	4180.01	7.41%
Chongos Bajo	1956.12	3.47%
Paccha	1202.43	2.13%
Colca	1151.27	2.04%
Ahuac	161.32	0.29%
Aco	0.067648	0.00%
Chongos Alto	1.99	0.00%
Llocllapampa	0.01	0.00%
Total	56379.42	100.00%

**Tabla 27: Distribución espacial del herbazal abierto con tierra desnuda**

<b>1987</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Yanacancha	9426.46	81.76%
San José de Quero	1426.96	12.38%
San Juan de Jarpa	393.47	3.41%
Ahuac	274.88	2.38%
Chongos Bajo	6.44	0.06%
Canchayllo	1.40	0.01%
Sincos	0.09	0.00%



Total	11529.70	100.00%
<b>1997</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Yanacancha	9764.43	82.05%
San José de Quero	1460.46	12.27%
San Juan de Jarpa	393.47	3.31%
Ahuac	274.88	2.31%
Chongos Bajo	6.44	0.05%
Canchayllo	1.40	0.01%
Sincos	0.09	0.00%
Total	11901.18	100.00%
<b>2007</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Yanacancha	9763.88	82.05%
San José de Quero	1460.46	12.27%
San Juan de Jarpa	393.47	3.31%
Ahuac	274.88	2.31%
Chongos Bajo	6.44	0.05%
Canchayllo	1.40	0.01%
Sincos	0.09	0.00%
Total	11900.63	100.00%
<b>2017</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Yanacancha	9756.75	82.03%
San José de Quero	1460.46	12.28%
San Juan de Jarpa	393.47	3.31%
Ahuac	274.88	2.31%
Chongos Bajo	6.44	0.05%
Canchayllo	1.40	0.01%
Sincos	0.09	0.00%
Total	11893.50	100.00%

**Tabla 28: Distribución espacial del arbustal denso**

<b>1987</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Chambará	138.89	60.85%
Manzanares	78.19	34.26%
Ahuac	9.97	4.37%
San José de Quero	1.19	0.52%
Total	228.24	100.00%
<b>1997</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Chambará	124.61	58.24%
Manzanares	78.19	36.54%
Ahuac	9.97	4.66%
San José de Quero	1.19	0.56%
Total	213.96	100.00%
<b>2007</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Chambará	124.61	58.24%
Manzanares	78.19	36.54%
Ahuac	9.97	4.66%
San José de Quero	1.19	0.56%
Total	213.96	100.00%
<b>2017</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>

Chambará	90.50	50.32%
Manzanares	78.19	43.47%
Ahuac	9.97	5.54%
San José de Quero	1.19	0.66%
Total	179.85	100.00%

**Tabla 29: Distribución espacial del afloramiento rocoso**

<b>1987</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Yanacancha	23995.03	41.21%
San José de Quero	12114.22	20.80%
San Juan de Jarpa	6052.90	10.39%
Chambará	4692.24	8.06%
Sincos	3602.75	6.19%
Ahuac	2458.95	4.22%
Canchayllo	1767.54	3.04%
Colca	1400.11	2.40%
Chongos Bajo	1055.70	1.81%
Paccha	692.65	1.19%
Manzanares	136.64	0.23%
Huachac	123.05	0.21%
Chicche	65.52	0.11%
Aco	43.88	0.08%
Chupuro	16.78	0.03%
Lloclapampa	6.13	0.01%
San Juan de Iscos	4.16	0.01%
Chongos Alto	2.96	0.01%
Orcotuna	0.51	0.00%
Total	58231.72	100.00%
<b>1997</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Yanacancha	23988.89	41.20%
San José de Quero	12114.22	20.81%
San Juan de Jarpa	6052.90	10.40%
Chambará	4692.24	8.06%
Sincos	3602.75	6.19%
Ahuac	2458.95	4.22%
Canchayllo	1767.54	3.04%
Colca	1400.11	2.40%
Chongos Bajo	1055.70	1.81%
Paccha	692.65	1.19%
Manzanares	136.64	0.23%
Huachac	123.05	0.21%
Chicche	65.52	0.11%
Aco	43.88	0.08%
Chupuro	16.78	0.03%
Lloclapampa	6.13	0.01%
San Juan de Iscos	4.16	0.01%
Chongos Alto	2.96	0.01%
Orcotuna	0.51	0.00%
Total	58225.58	100.00%
<b>2007</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>

Yanacancha	23960.77	41.18%
San José de Quero	12107.56	20.81%
San Juan de Jarpa	6052.90	10.40%
Chambará	4692.24	8.06%
Sincos	3602.75	6.19%
Ahuac	2458.95	4.23%
Canchayllo	1767.54	3.04%
Colca	1400.11	2.41%
Chongos Bajo	1055.70	1.81%
Paccha	692.65	1.19%
Manzanares	136.64	0.23%
Huachac	123.05	0.21%
Chicche	65.52	0.11%
Aco	43.88	0.08%
Chupuro	16.78	0.03%
Lloclapampa	6.13	0.01%
San Juan de Iscos	4.16	0.01%
Chongos Alto	2.96	0.01%
Orcotuna	0.51	0.00%
Total	58190.80	100.00%
<b>2017</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Yanacancha	23913.25	41.13%
San José de Quero	12102.66	20.82%
San Juan de Jarpa	6052.90	10.41%
Chambará	4692.24	8.07%
Sincos	3602.75	6.20%
Ahuac	2458.95	4.23%
Canchayllo	1767.54	3.04%
Colca	1400.11	2.41%
Chongos Bajo	1055.70	1.82%
Paccha	692.65	1.19%
Manzanares	136.64	0.24%
Huachac	123.05	0.21%
Chicche	65.52	0.11%
Aco	43.88	0.08%
Chupuro	16.78	0.03%
Lloclapampa	6.13	0.01%
San Juan de Iscos	4.16	0.01%
Chongos Alto	2.96	0.01%
Orcotuna	0.51	0.00%
Total	58138.38	100.00%

**Tabla 30: Distribución espacial del afloramiento rocoso con tierra desnuda**

<b>1987</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Yanacancha	33.33	41.27%
Canchayllo	31.97	39.58%
San José de Quero	15.46	19.15%
Total	80.76	100.00%
<b>1997</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Yanacancha	60.34	70.57%

San José de Quero	14.47	16.93%
Canchayllo	10.69	12.50%
Total	85.50	100.00%
<b>2007</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Yanacancha	88.18	77.48%
San José de Quero	14.94	13.13%
Canchayllo	10.69	9.39%
Total	113.81	100.00%
<b>2017</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Yanacancha	228.40	99.02%
San José de Quero	2.25	0.98%
Total	230.65	100.00%

**Tabla 31: Distribución espacial de la tierra desnuda**

<b>1987</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Yanacancha	422.86	67.87%
San José de Quero	117.16	18.80%
Chongos Bajo	83.07	13.33%
Total	623.09	100.00%
<b>1997</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Yanacancha	1244.35	76.90%
Chicche	148.48	9.18%
San José de Quero	141.98	8.77%
Chongos Bajo	83.07	5.13%
Chongos Alto	0.18	0.01%
Total	1618.05	100.00%
<b>2007</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Yanacancha	1271.12	77.28%
Chicche	148.48	9.03%
San José de Quero	141.98	8.63%
Chongos Bajo	83.07	5.05%
Chongos Alto	0.18	0.01%
Total	1644.83	100.00%
<b>2017</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Yanacancha	1841.77	79.40%
San José de Quero	232.568011	10.03%
Chicche	148.48	6.40%
Chongos Bajo	83.07	3.58%
Colca	13.66	0.59%
Chongos Alto	0.18	0.01%
Total	2319.72	100.00%

**Tabla 32: Distribución espacial del área quemada**

<b>1987</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Sincos	1166.27	37.59%
Yanacancha	877.87	28.30%
San José de Quero	436.01	14.05%

Chambará	431.77	13.92%
Canchayllo	190.49	6.14%
Aco	0.07	0.00%
Total	3102.47	100.00%
<b>1997</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Canchayllo	199.88	81.79%
Sincos	33.40	13.67%
Yanacancha	11.091337	4.54%
Total	244.37	100.00%
<b>2017</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
San José de Quero	141.06	83.92%
Sincos	27.04	16.08%
Total	168.10	100.00%

**Tabla 33: Distribución espacial del bofedal**

<b>1987</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Yanacancha	1622.54	61.74%
San José de Quero	839.61	31.95%
San Juan de Jarpa	98.61	3.75%
Sincos	64.53	2.46%
Canchayllo	2.56	0.10%
Chongos Alto	0.18	0.01%
Chicche	0.05	0.00%
Total	2628.07	100.00%
<b>1997</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Yanacancha	1574.60	61.47%
San José de Quero	821.25	32.06%
San Juan de Jarpa	98.61	3.85%
Sincos	64.53	2.52%
Canchayllo	2.56	0.10%
Chicche	0.05	0.00%
Total	2561.60	100.00%
<b>2007</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Yanacancha	1547.83	61.06%
San José de Quero	821.25	32.40%
San Juan de Jarpa	98.61	3.89%
Sincos	64.53	2.55%
Canchayllo	2.56	0.10%
Chicche	0.05	0.00%
Total	2534.83	100.00%
<b>2017</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Yanacancha	1441.89	61.83%
San José de Quero	724.33	31.06%
San Juan de Jarpa	98.61	4.23%
Sincos	64.53	2.77%
Canchayllo	2.56	0.11%
Chicche	0.05	0.00%
Total	2331.96	100.00%

**Tabla 34: Distribución espacial de la laguna**

<b>1987</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Yanacancha	761.85	71.71%
San José de Quero	190.24	17.91%
Canchayllo	87.88	8.27%
Ahuac	9.27	0.87%
Sincos	7.10	0.67%
San Juan de Jarpa	6.01	0.57%
Total	1062.35	100.00%
<b>1997</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Yanacancha	734.84	69.48%
San José de Quero	191.23	18.08%
Canchayllo	109.16	10.32%
Ahuac	9.27	0.88%
Sincos	7.10	0.67%
San Juan de Jarpa	6.01	0.57%
Total	1057.61	100.00%
<b>2007</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Yanacancha	707.00	68.69%
San José de Quero	190.76	18.53%
Canchayllo	109.16	10.61%
Ahuac	9.27	0.90%
Sincos	7.10	0.69%
San Juan de Jarpa	6.01	0.58%
Total	1029.29	100.00%
<b>2017</b>		
<b>Ubicación (distrito)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Yanacancha	566.78	62.12%
San José de Quero	203.45	22.30%
Canchayllo	119.85	13.13%
Ahuac	9.27	1.02%
Sincos	7.10	0.78%
San Juan de Jarpa	6.01	0.66%
Total	912.46	100.00%

## ANEXO N°05: MAPAS DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL USO ACTUAL DE TIERRAS SOBRE LA COBERTURA DE LA SUBCUENCA DEL CUNAS DEL AÑO 1987 AL 2017

Figura 33: Mapa de distribución espacial del uso actual de tierras sobre la cobertura de la subcuenca del Cunans del año 1987.

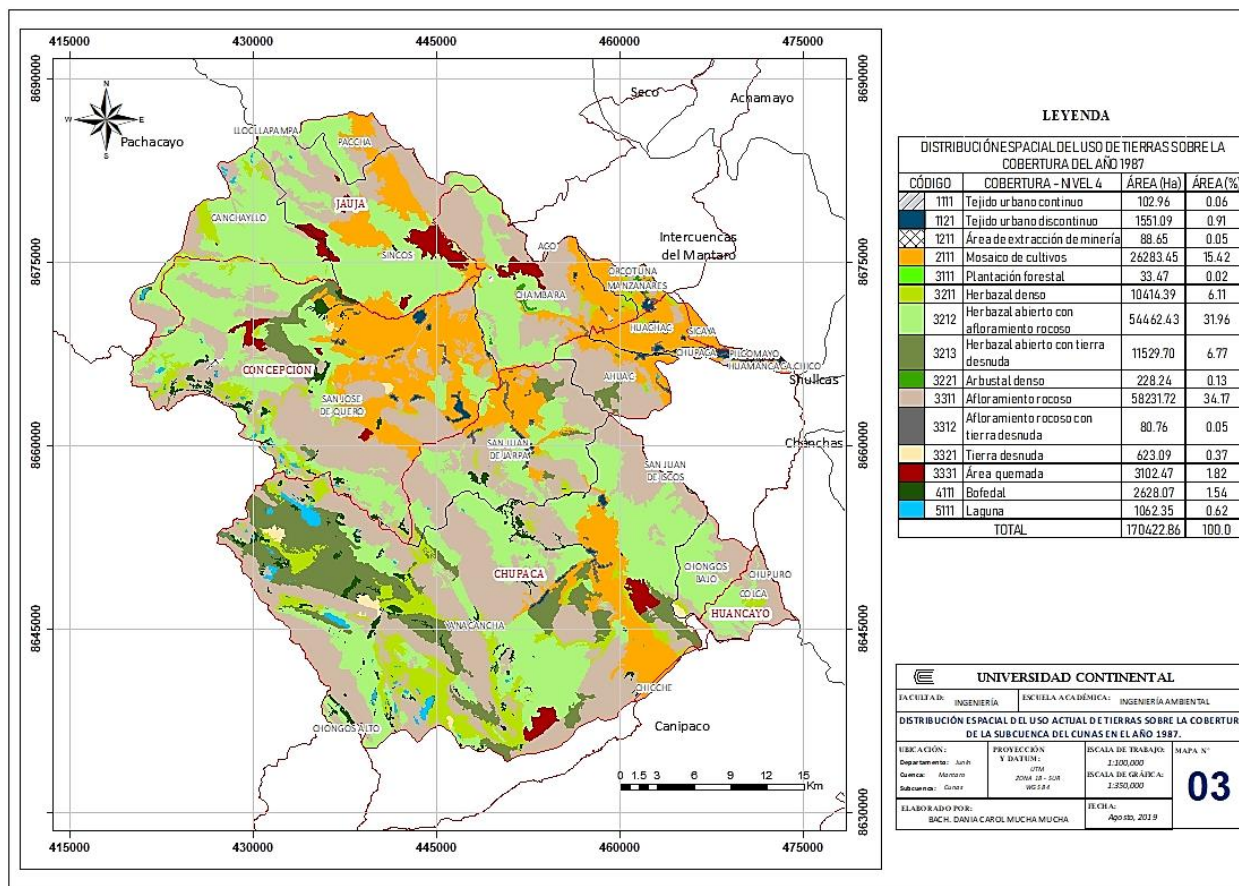


Figura 34: Mapa de distribución espacial del uso actual de tierras sobre la cobertura de la subcuenca del Cunas del año 1997

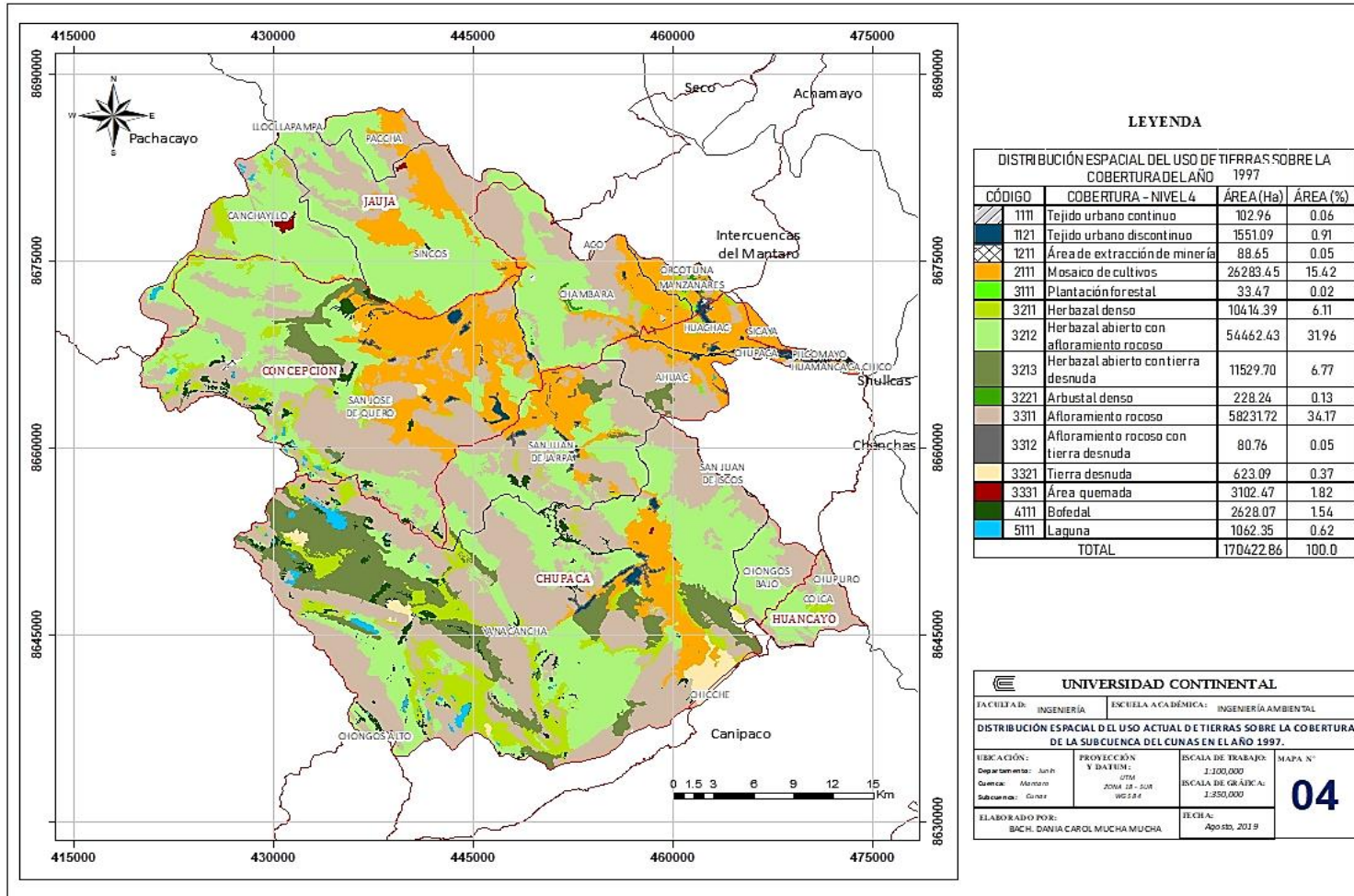




Figura 35: Mapa de distribución espacial del uso actual de tierras sobre la cobertura de la subcuenca del Cunus del año 2007.

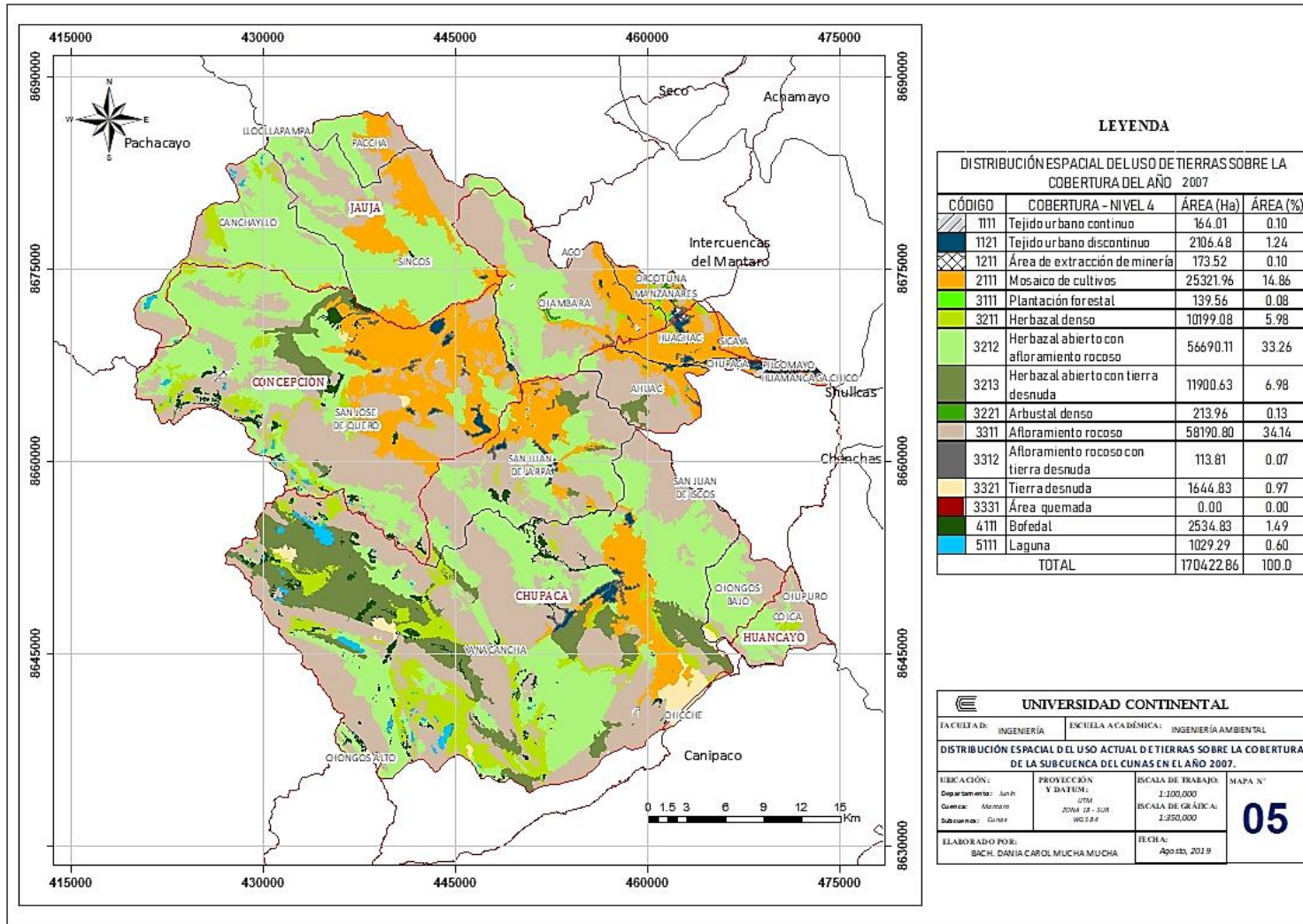
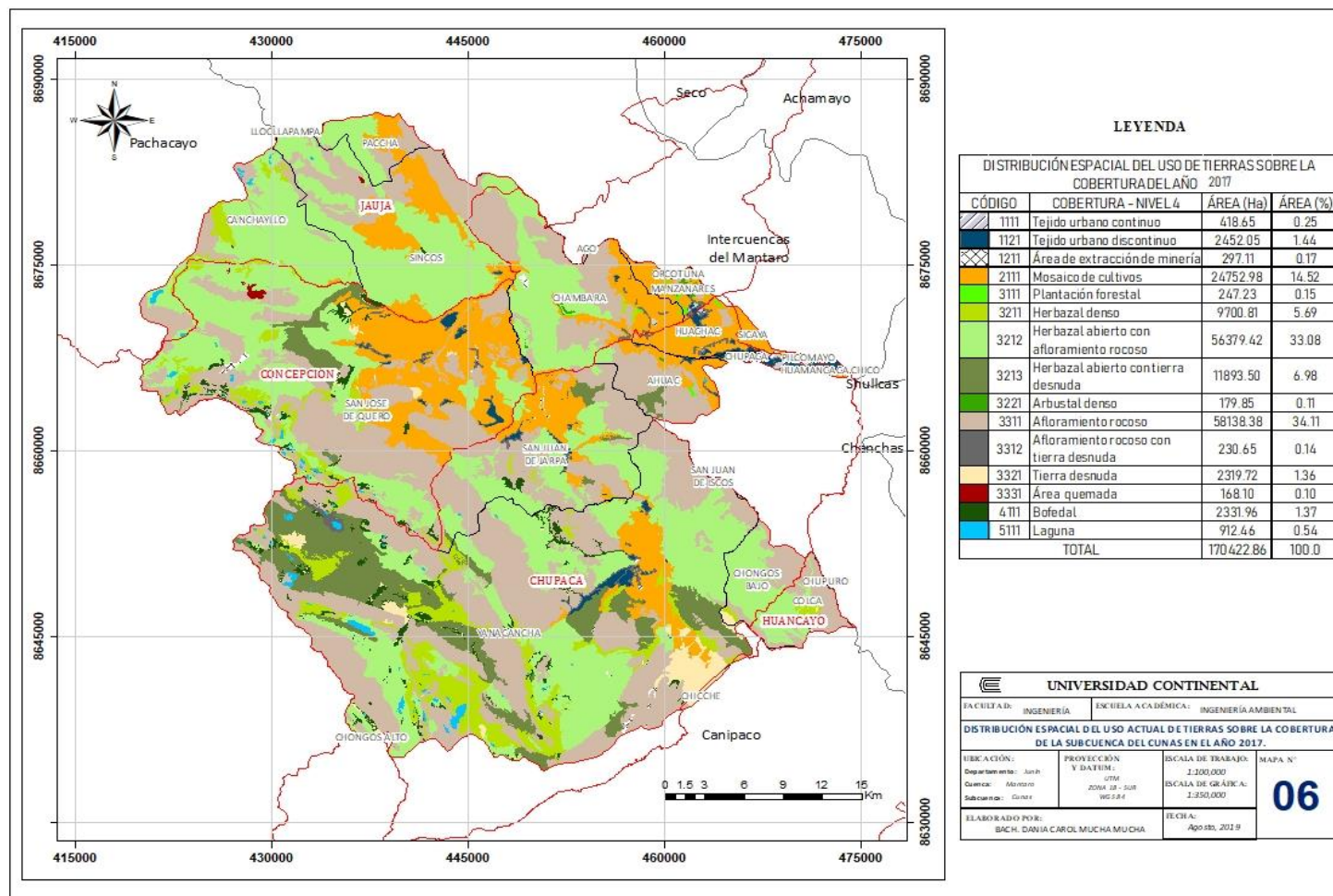
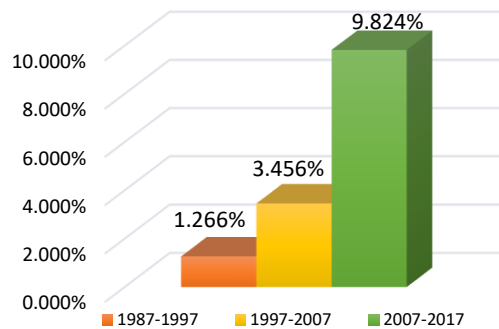


Figura 36: Mapa de distribución espacial del uso actual de tierras sobre la cobertura de la subcuenca del Cunus del año 2017.

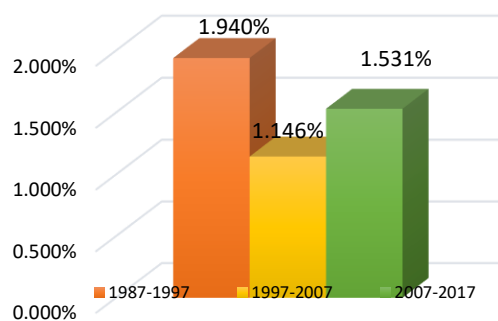


**ANEXO N°06: ÍNDICES DE VARIACIÓN DE LAS COBERTURAS Y EL USO ACTUAL DE TIERRAS EN LA SUBCUENCA DEL CUNAS DEL AÑO 1987 AL 2017.**

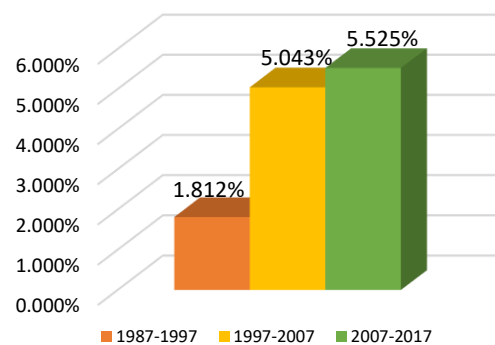
**Figura 37: Variación de la cobertura tejido urbano continuo.**



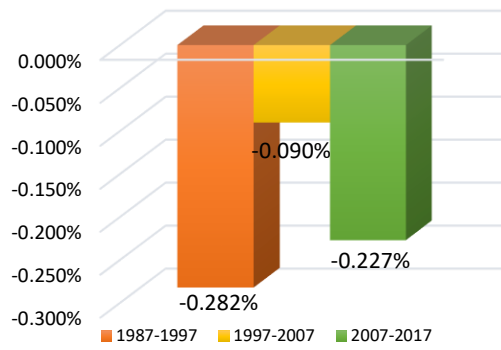
**Figura 38: Variación de la cobertura tejido urbano discontinuo.**



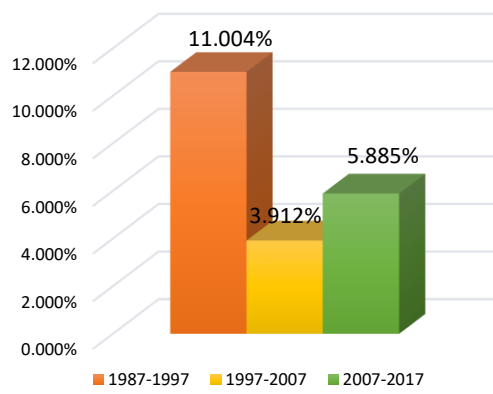
**Figura 39: Variación de la cobertura área de extracción de minería.**



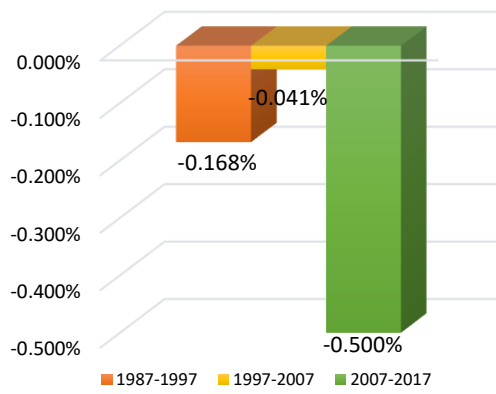
**Figura 40: Variación de la cobertura mosaico de cultivos.**



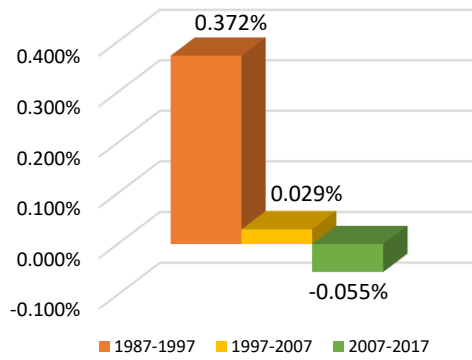
**Figura 41: Variación de la cobertura plantación forestal.**



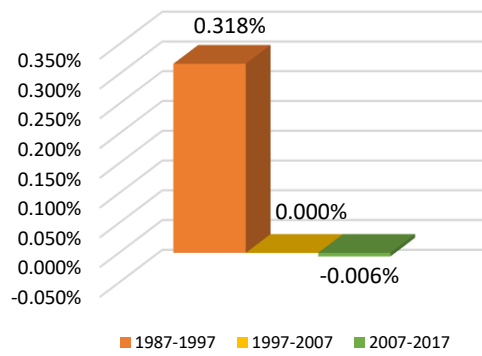
**Figura 42: Variación de la cobertura herbazal denso.**



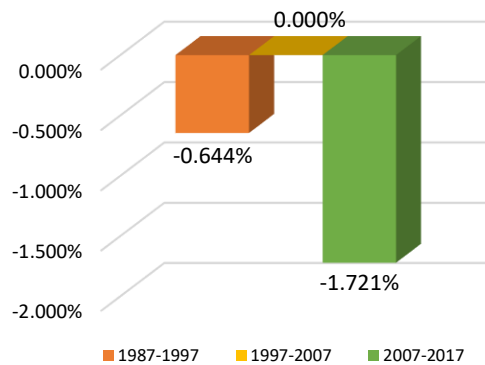
**Figura 43: Variación de la cobertura herbazal abierto con afloramiento rocoso.**



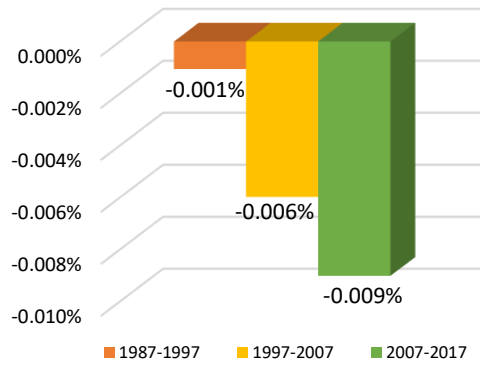
**Figura 44: Variación de la cobertura herbazal abierto con tierra desnuda.**



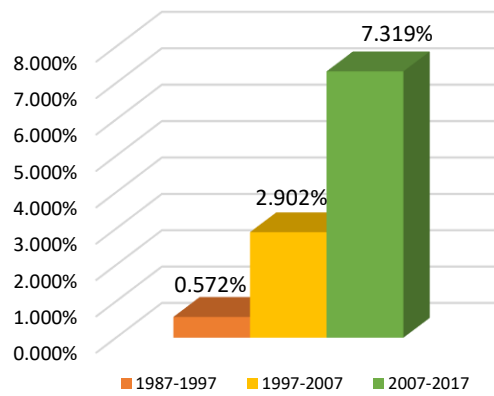
**Figura 45: Variación de la cobertura arbustal denso.**



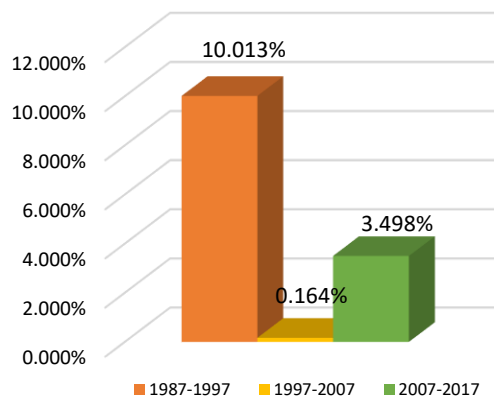
**Figura 46: Variación de la cobertura afloramiento rocoso.**



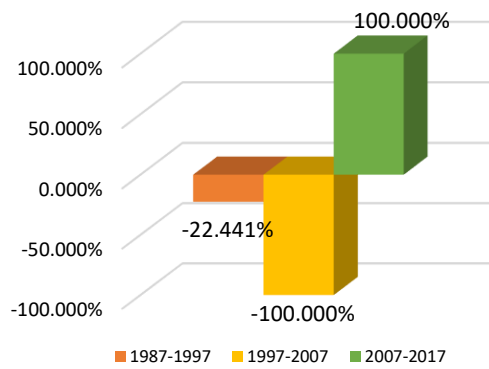
**Figura 47: Variación de la cobertura afloramiento rocoso con tierra desnuda.**



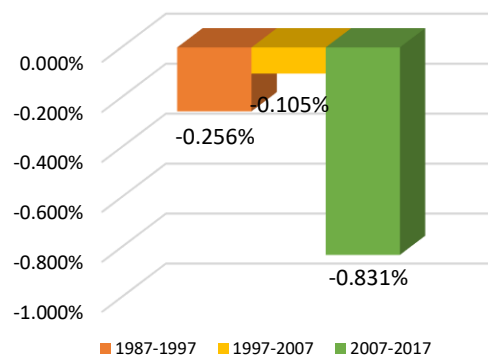
**Figura 48: Variación de la cobertura tierra desnuda.**



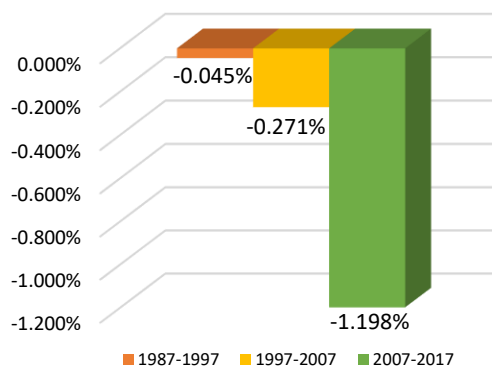
**Figura 49: Variación de la cobertura área quemada.**



**Figura 50: Variación de la cobertura bofedal.**

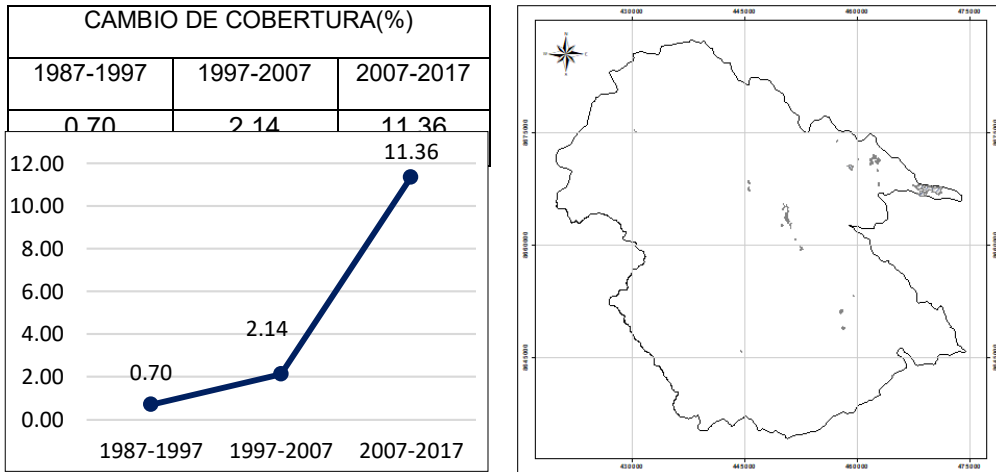


**Figura 51: Variación de la cobertura laguna**

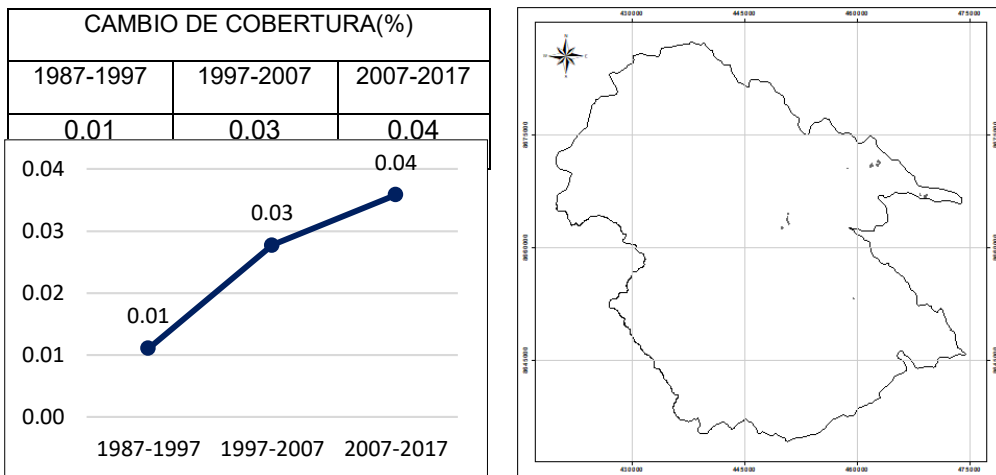


**ANEXO N°07: CAMBIO DE LA COBERTURA Y USO ACTUAL DE TIERRAS DE LA SUBCUENCA DEL CUNAS DEL AÑO 1987 AL AÑO 2017.**

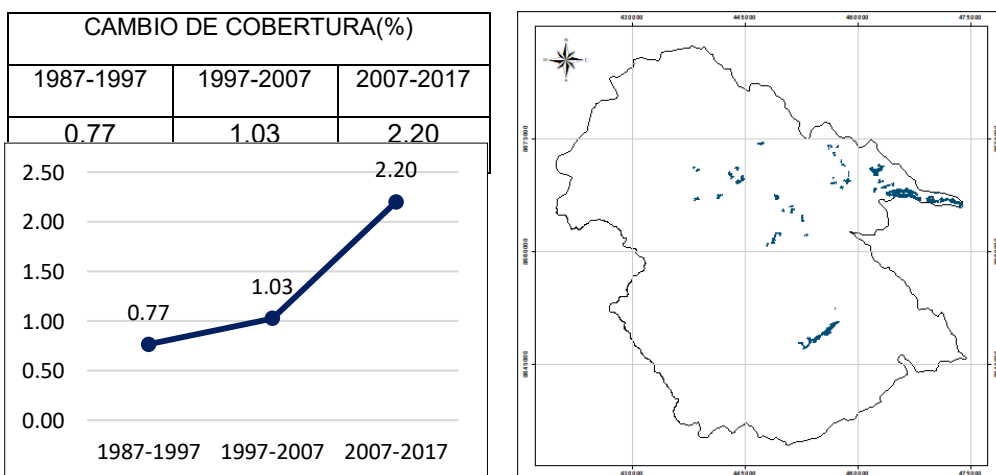
Cambio de la cobertura tejido urbano discontinuo a tejido urbano continuo.



Cambio de la cobertura mosaico de cultivos a tejido urbano continuo

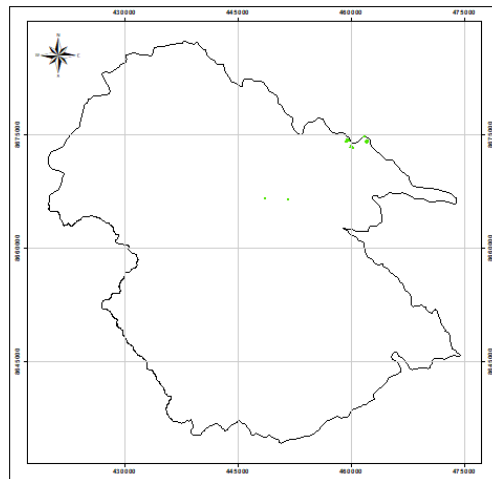
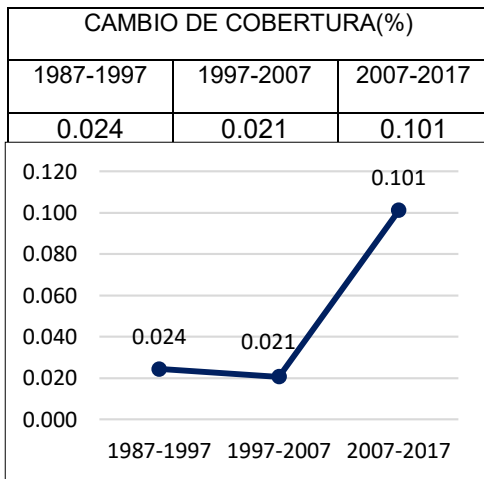


Cambio de la cobertura mosaico de cultivos a tejido urbano discontinuo

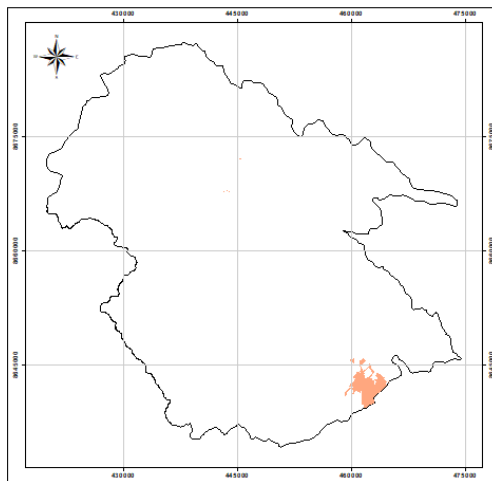
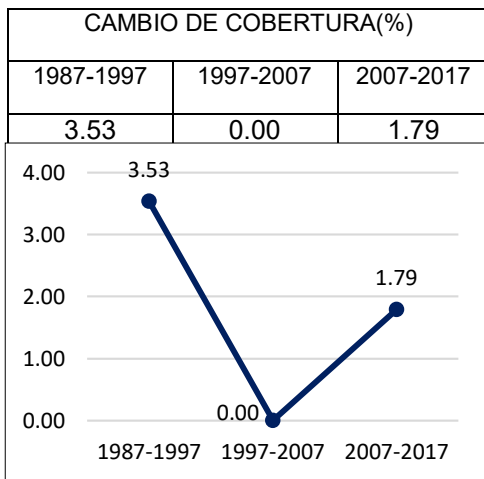




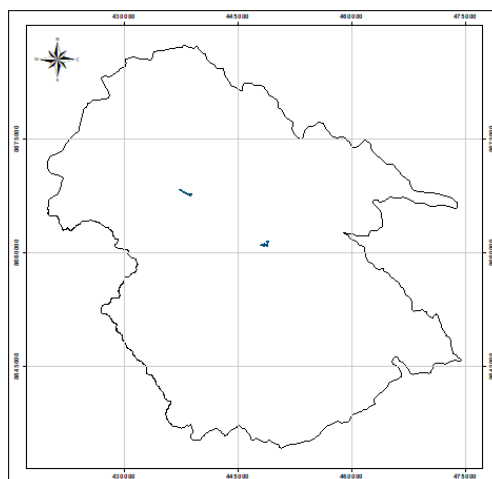
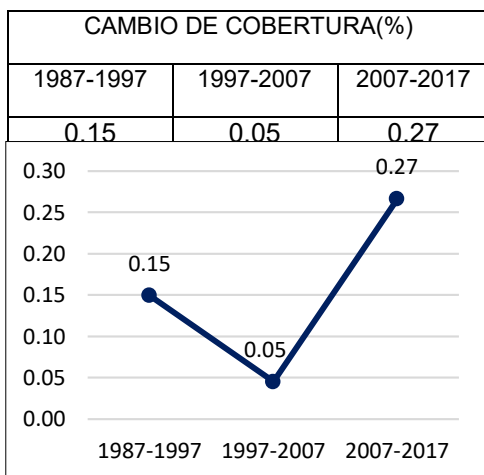
Cambio de la cobertura mosaico de cultivos a plantación forestal.



Cambio de la cobertura mosaico de cultivos a tierra desnuda.

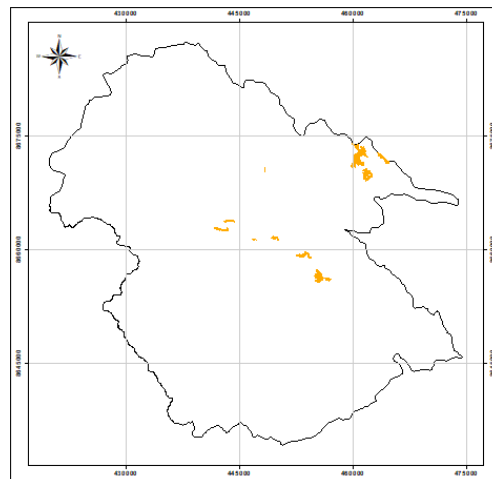
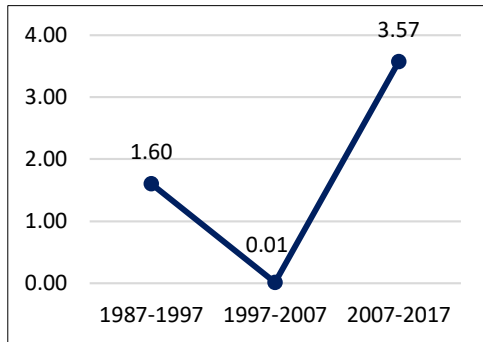


Cambio de la cobertura herbazal denso a tejido urbano discontinuo.



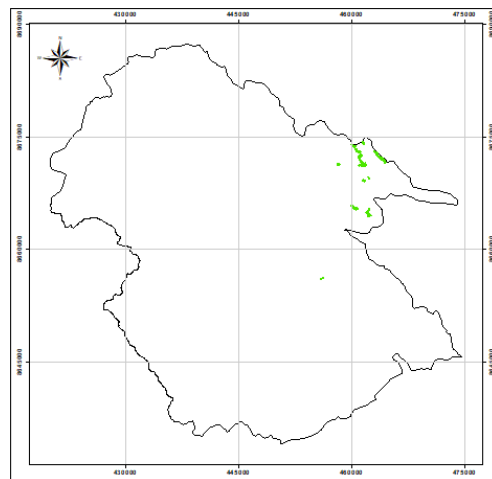
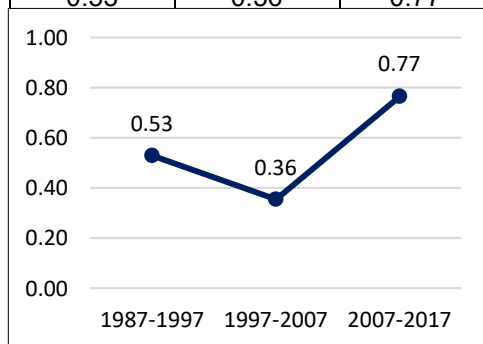
Cambio de la cobertura herbazal denso a mosaico de cultivos.

CAMBIO DE COBERTURA(%)		
1987-1997	1997-2007	2007-2017
1.60	0.01	3.57



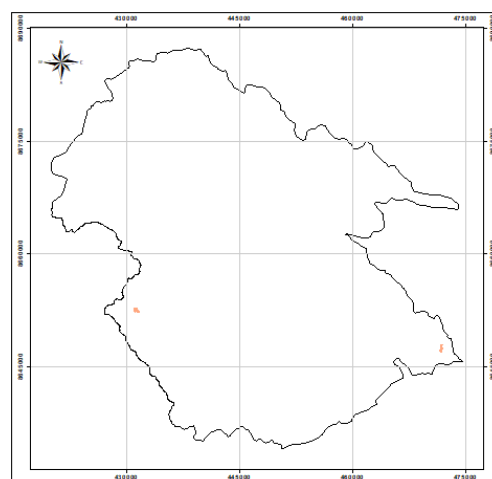
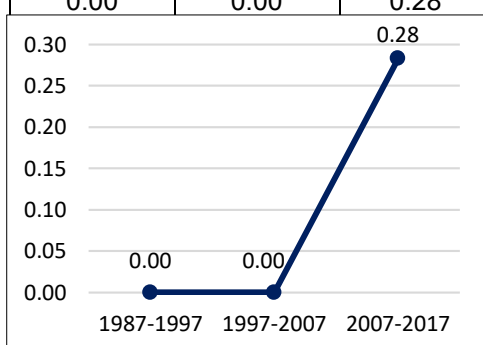
Cambio de la cobertura herbazal denso a plantación forestal

CAMBIO DE COBERTURA(%)		
1987-1997	1997-2007	2007-2017
0.53	0.36	0.77

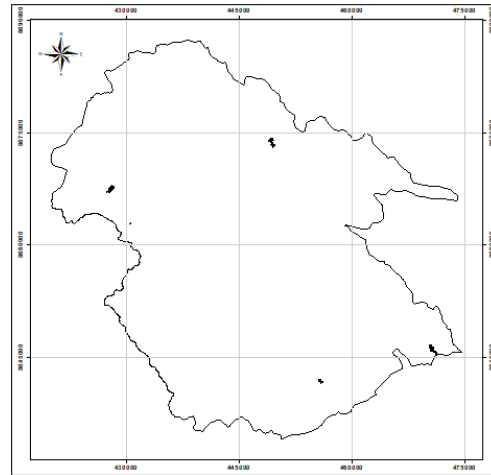
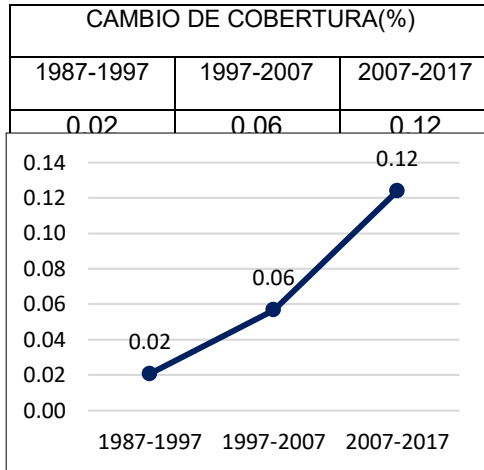


Cambio de la cobertura herbazal denso a tierra desnuda.

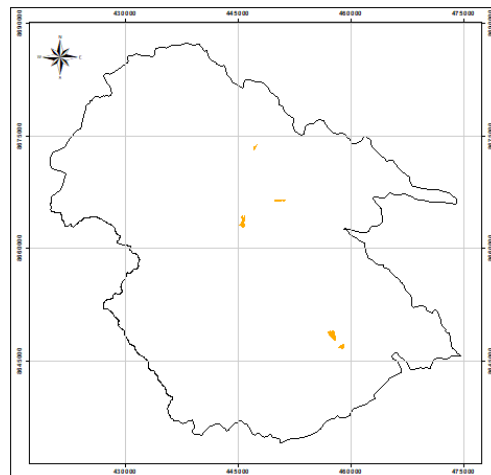
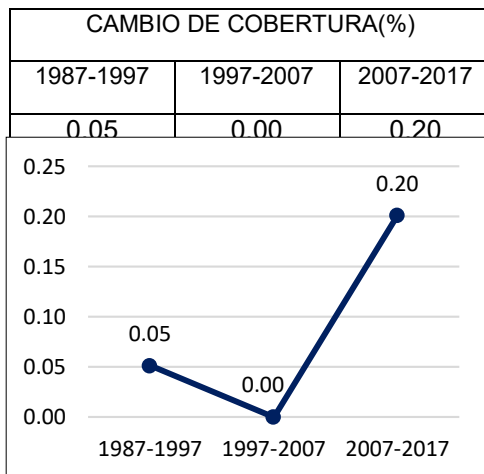
CAMBIO DE COBERTURA(%)		
1987-1997	1997-2007	2007-2017
0.00	0.00	0.28



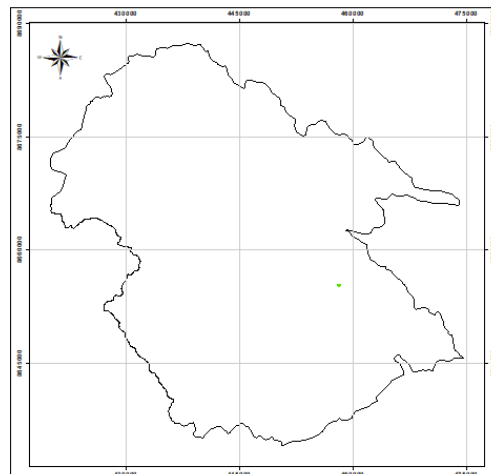
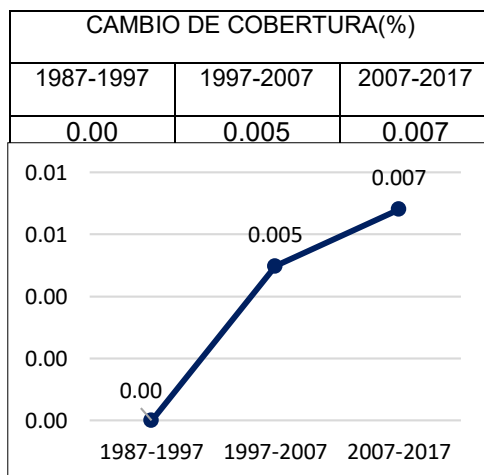
Cambio de la cobertura herbazal abierto con afloramiento rocoso a áreas de extracción de minería.



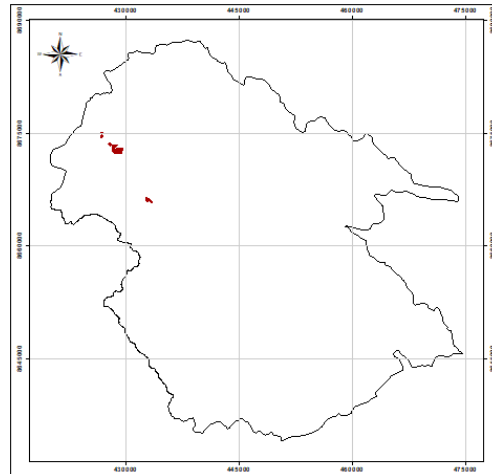
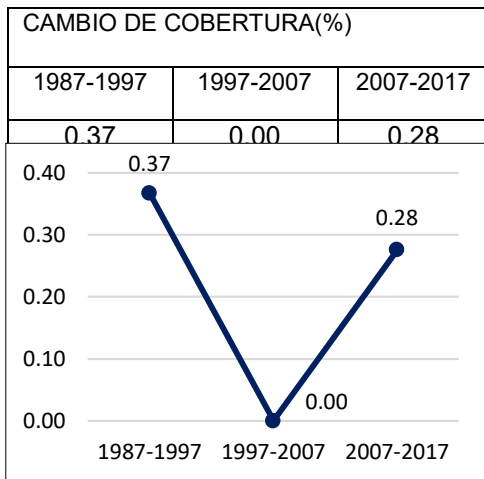
Cambio de la cobertura herbazal abierto con afloramiento rocoso a mosaico de cultivos



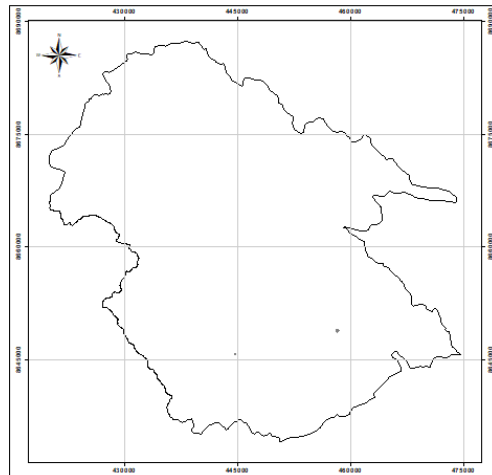
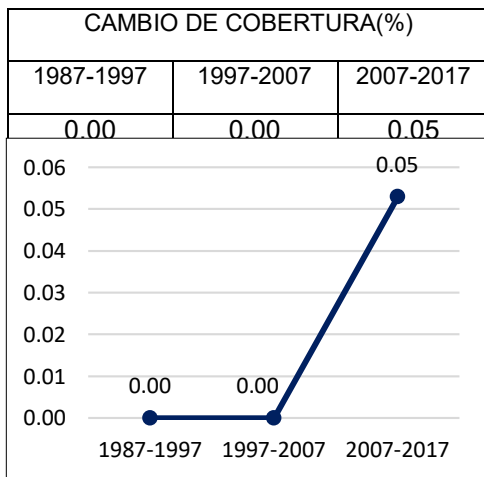
Cambio de la cobertura herbazal abierto con afloramiento rocoso a plantación forestal.



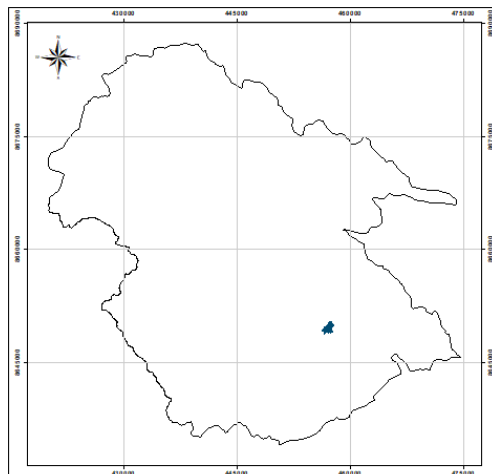
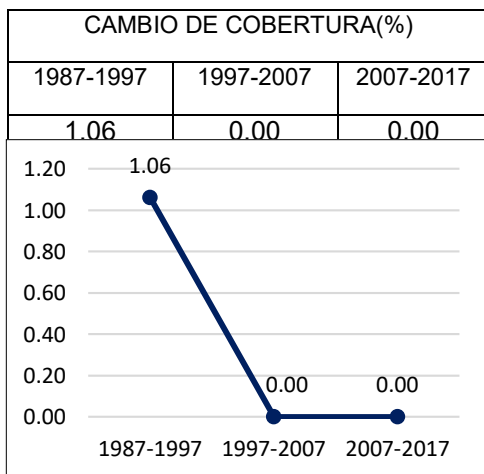
Cambio de la cobertura herbazal abierto con afloramiento rocoso a área quemada.



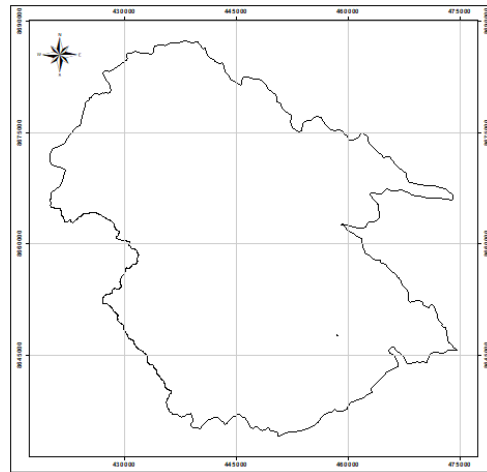
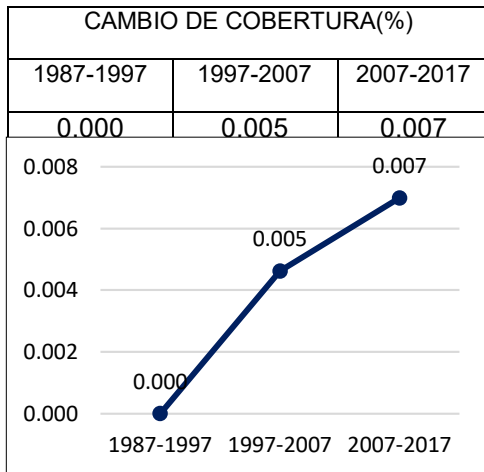
Cambio de la cobertura herbazal abierto con tierras desnudas a tejido urbano continuo.



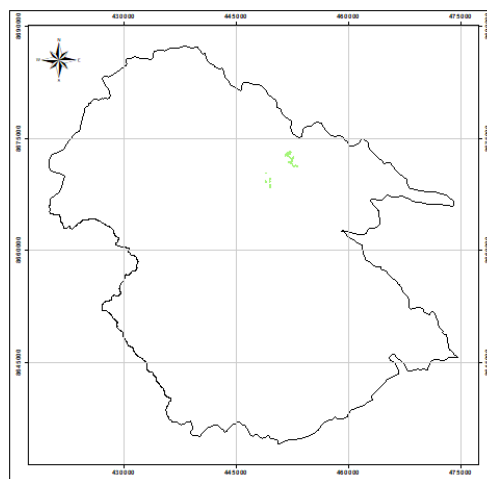
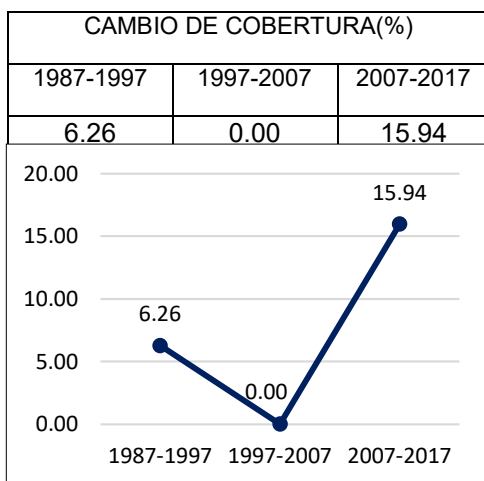
Cambio de la cobertura herbazal abierto con tierras desnudas a tejido urbano discontinuo.



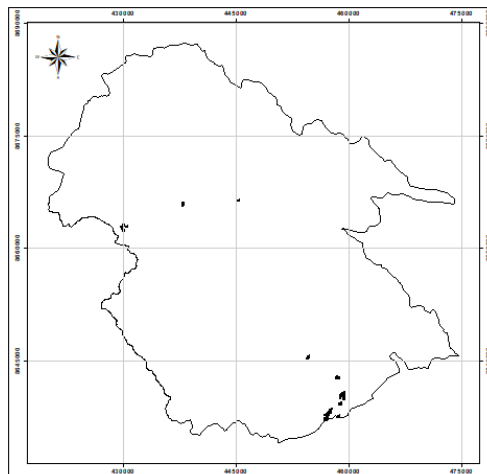
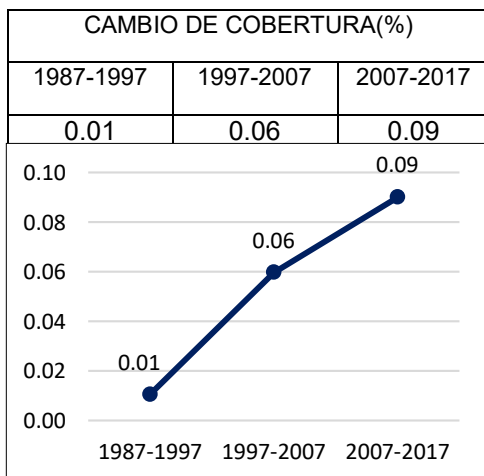
Cambio de la cobertura herbazal abierto con tierras desnudas a área de extracción de minería.



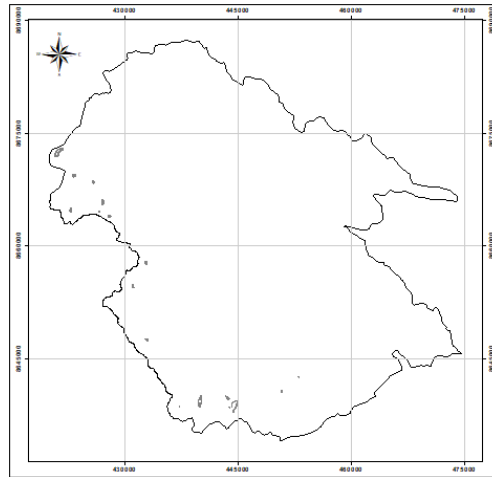
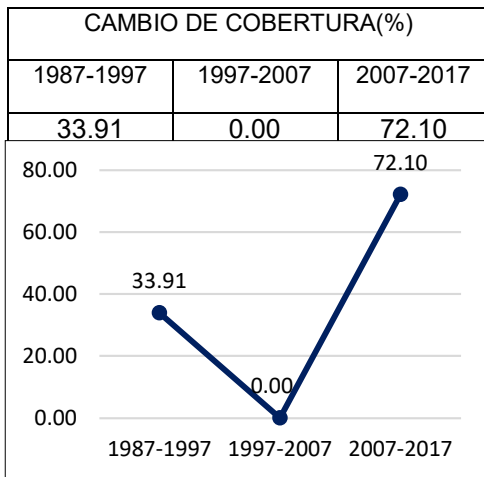
Cambio de la cobertura arbustal denso a herbazal abierto con afloramiento rocoso.



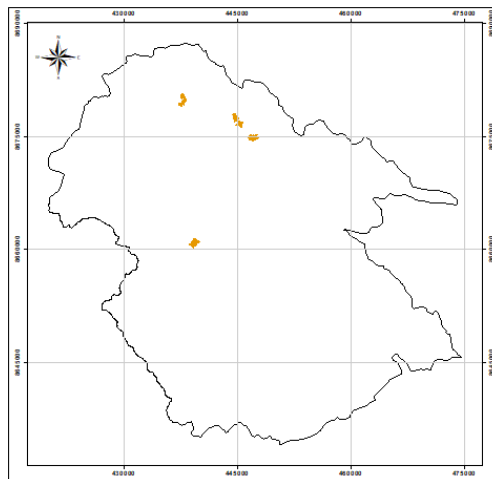
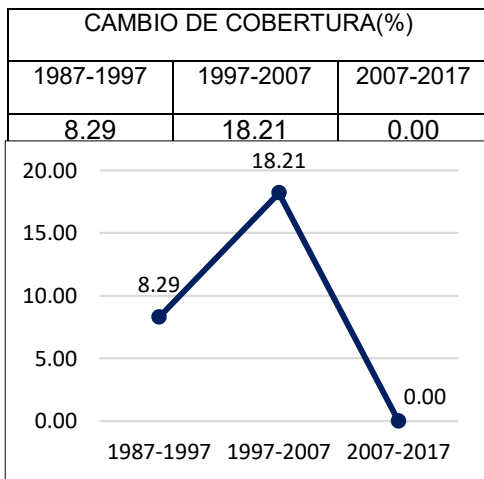
Cambio de la cobertura afloramiento rocoso a área de extracción de minería.



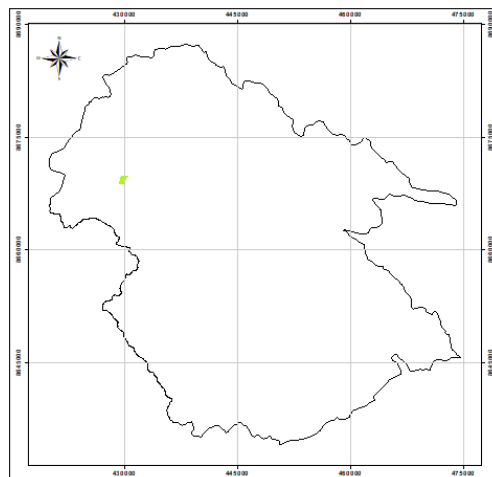
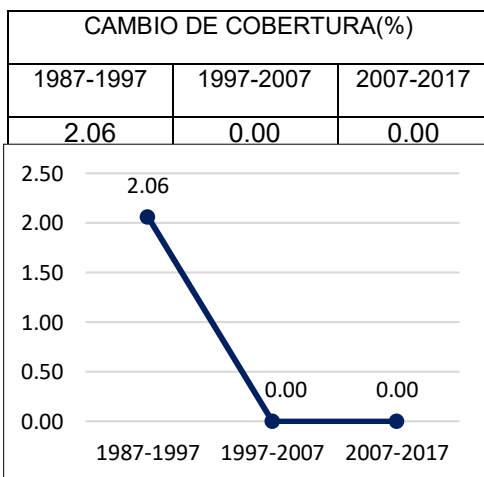
Cambio de la cobertura afloramiento rocoso con tierra desnuda a laguna.



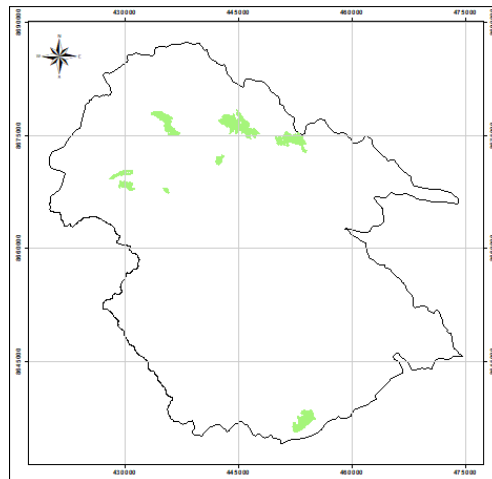
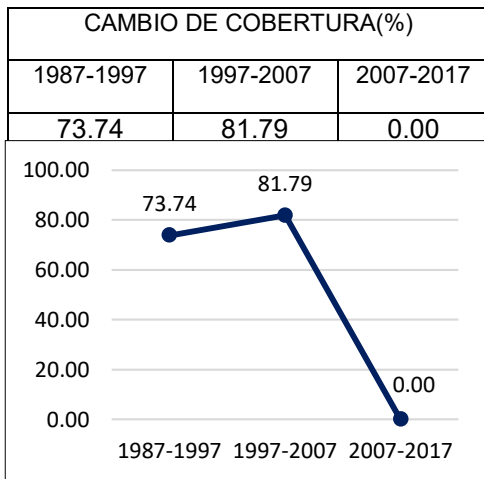
Cambio de la cobertura áreas quemada a mosaico de cultivos.



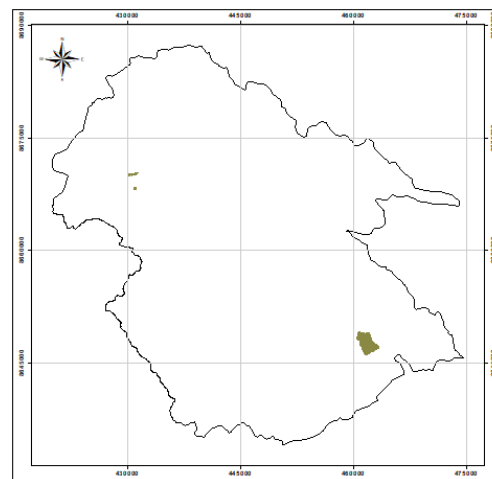
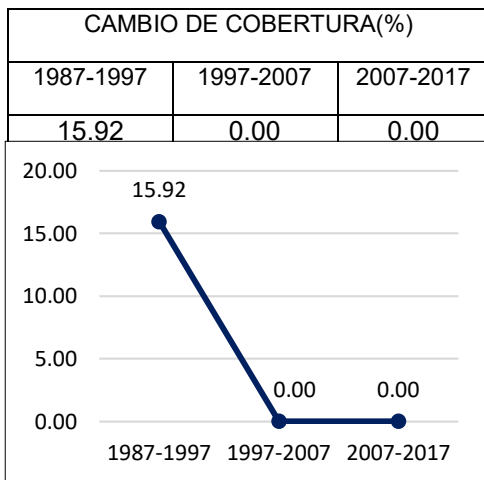
Cambio de la cobertura áreas quemada a herbazal denso.



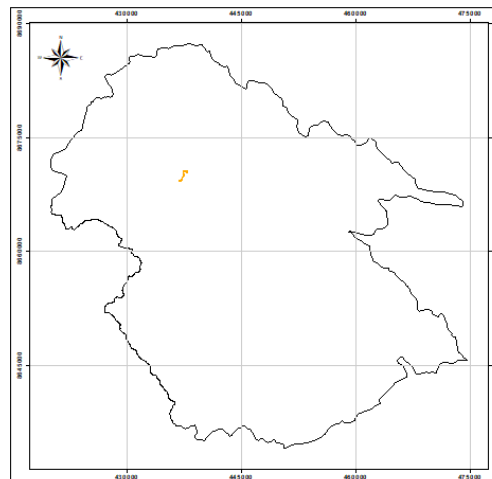
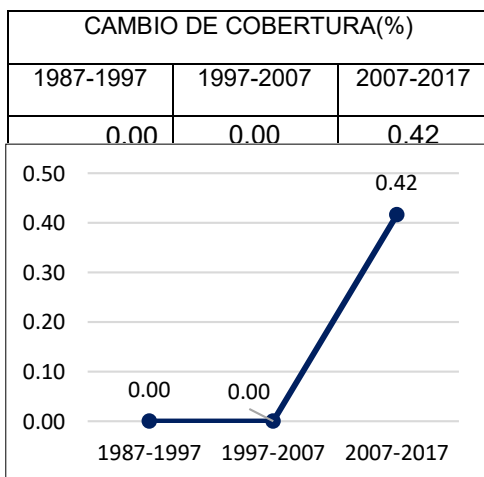
Cambio de la cobertura áreas quemada a herbazal abierto con afloramiento rocoso.



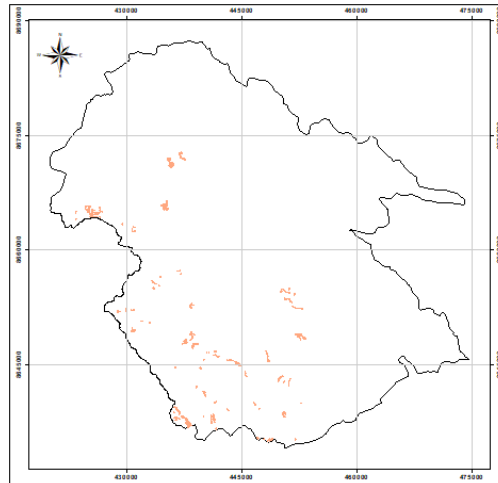
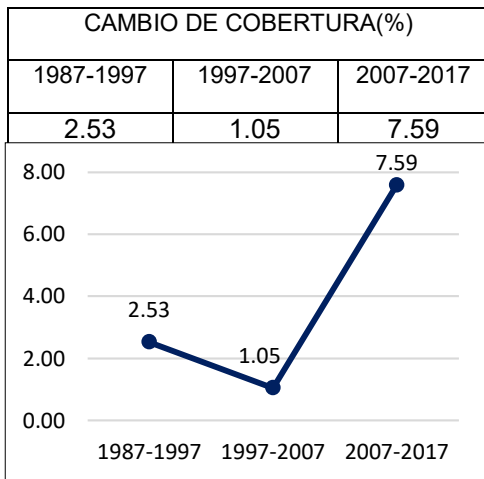
Cambio de la cobertura áreas quemada a herbazal abierto con tierra desnuda.



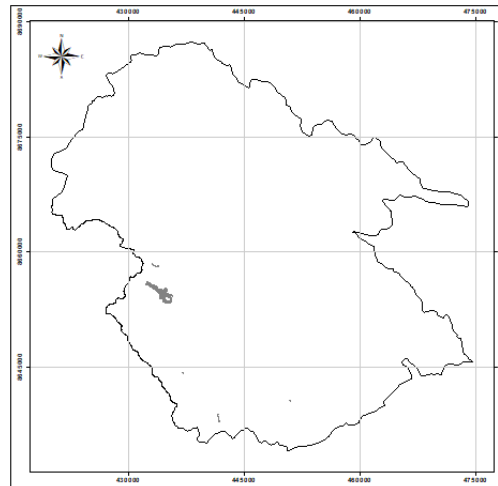
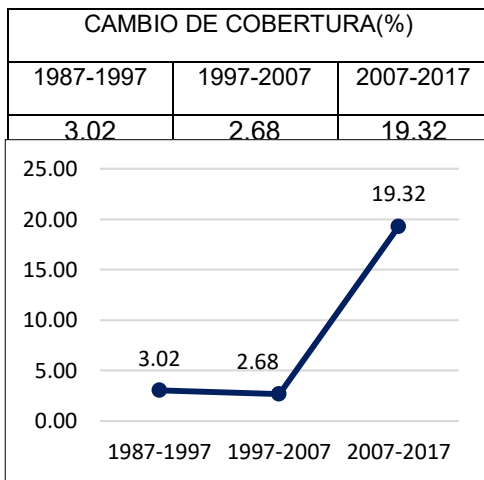
Cambio de la cobertura bofedal a mosaico de cultivos.



Cambio de la cobertura bofedal a tierra desnuda.



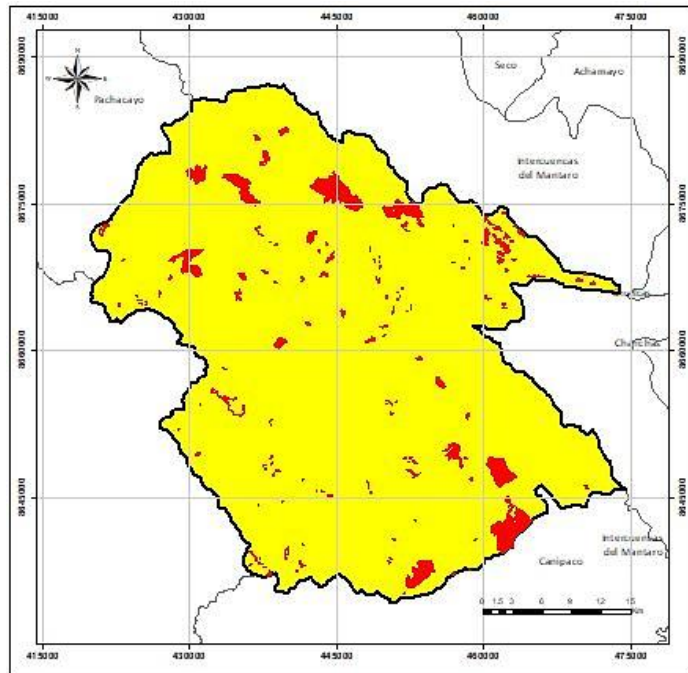
Cambio de la cobertura laguna a afloramiento rocoso con tierra desnuda.





**ANEXO N°08: CAMBIO DE LA COBERTURA Y USO ACTUAL DE TIERRAS DE LA SUBCUENCA DEL CUNAS DEL AÑO 1987 AL AÑO 2017.**

**Figura 52: Cambio de la cobertura y uso actual de tierras 1987-1997.**



**Figura 53: Cambio de la cobertura y uso actual de tierras 1997-2007.**

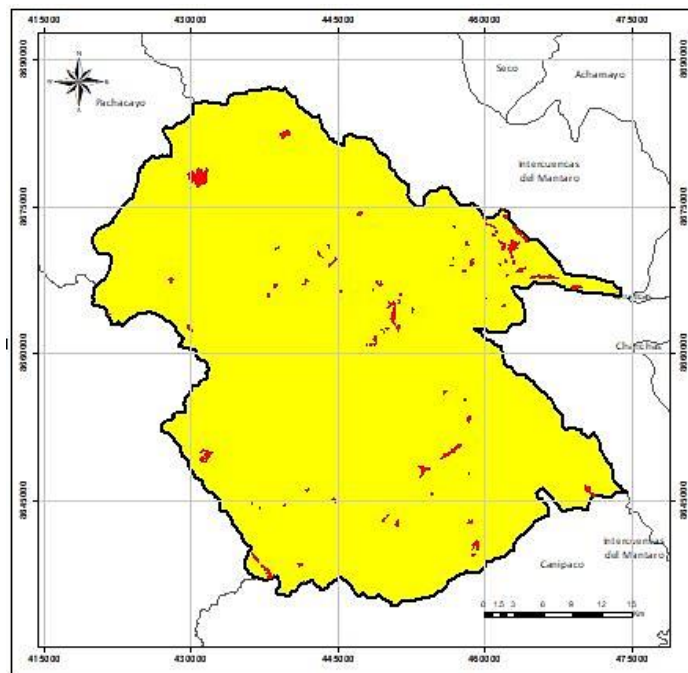


Figura 54: Cambio de la cobertura y uso actual de tierras 2007-2017.

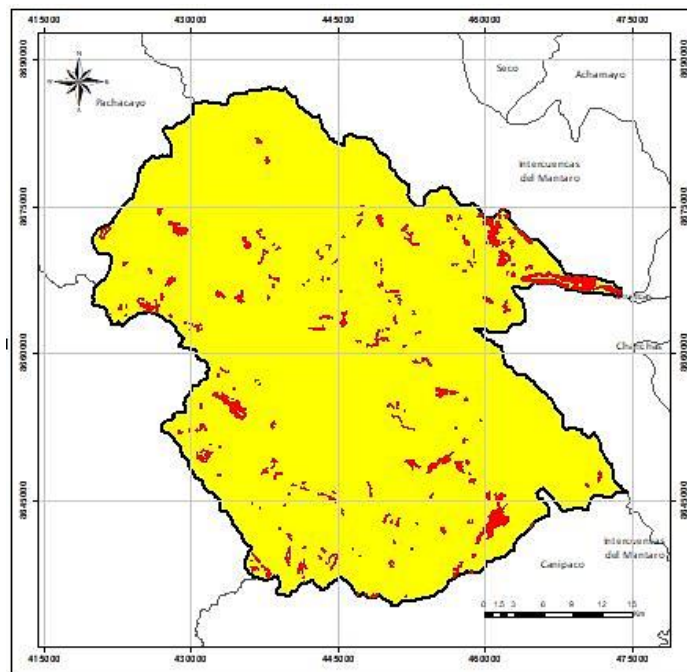
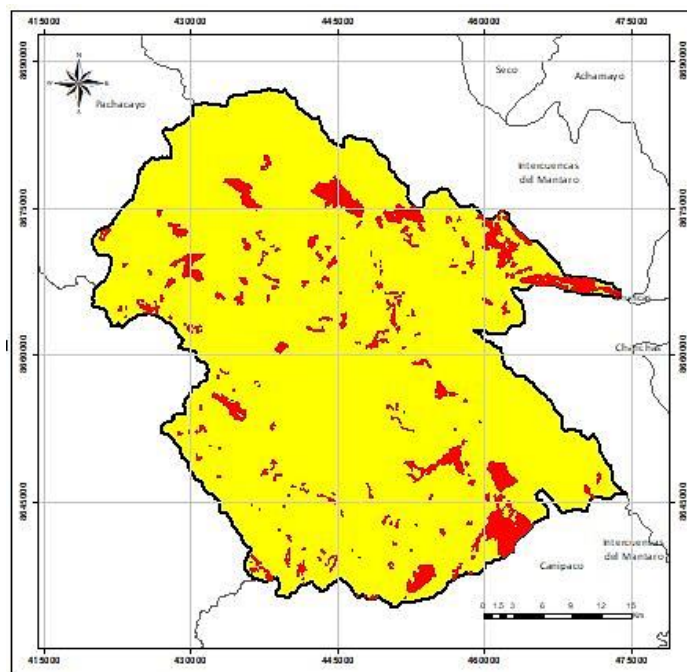
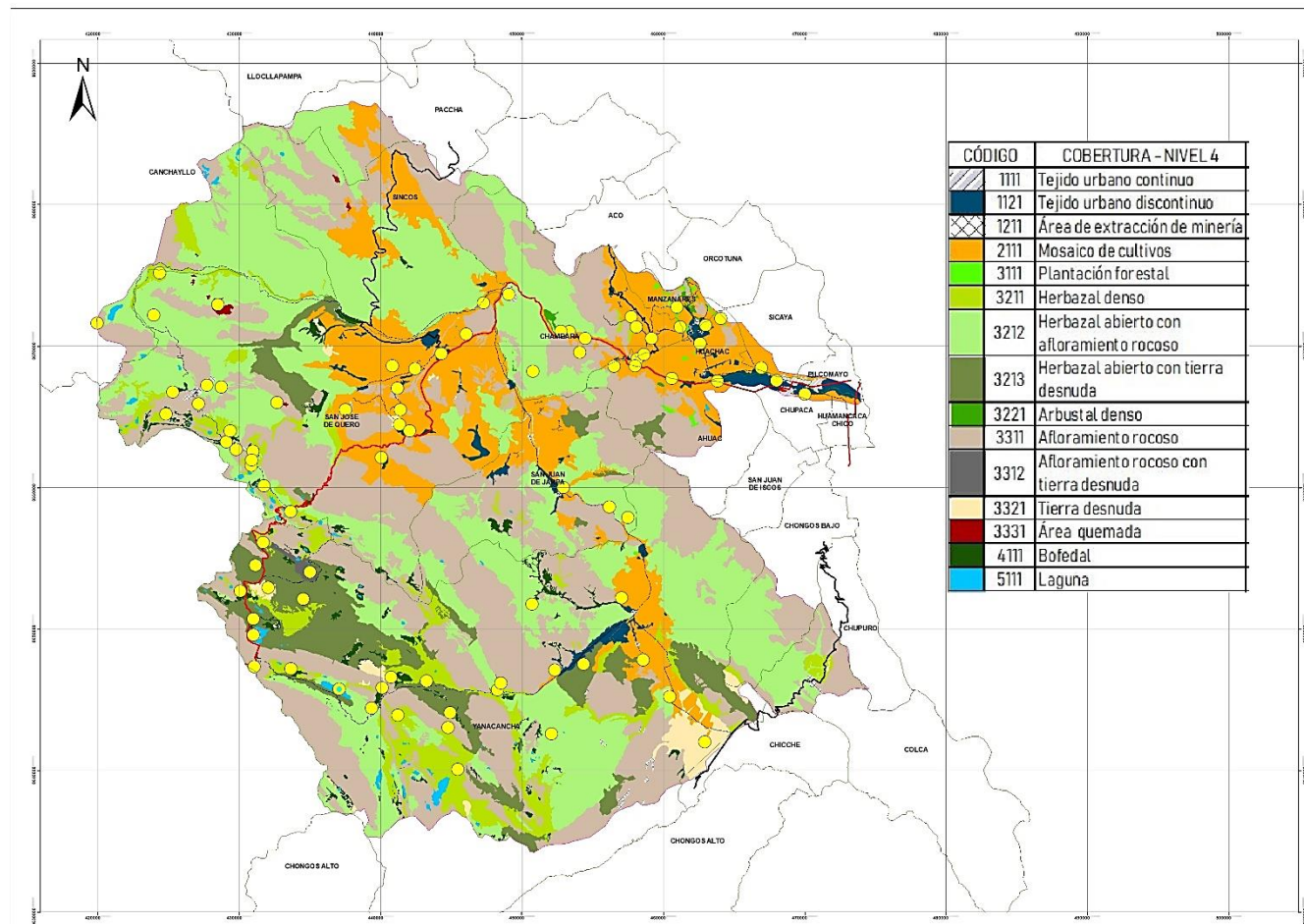


Figura 55: Cambio de la cobertura y uso actual de tierras 1987-2017



## ANEXO N°09: PUNTOS DE CONTROL- VERIFICACIÓN EN CAMPO



**ANEXO N°10: FICHAS DE CAMPO REALIZADAS**

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	01	DISTRITO	Chupaca	PROVINCIA	Chupaca
		FECHA	29/08/2019	HORA	6:00 am
GPS		NAVEGADOR 60 GARMIN			
COORDENADAS			TIPO DE COBERTURA:		
X	470016.293		Tejido Urbano Discontinuo		
Y	8666607.365				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	04	DISTRITO	Juachac	PROVINCIA	Chupaca
		FECHA	29/08/2019	HORA	6:22 am
GPS		Navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS			TIPO DE COBERTURA:		
X	462539.961		Tejido Urbano Discontinuo		
Y	8670516.849				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	02	DISTRITO	Chupaca	PROVINCIA	Chupaca
		FECHA	29/08/2019	HORA	6:04 am
GPS		NAVEGADOR 60 GARMIN			
COORDENADAS			TIPO DE COBERTURA:		
X	468044.614		Tejido Urbano Continuo.		
Y	8667552.458				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	05	DISTRITO	Huachac	PROVINCIA	Chupaca
		FECHA	29/08/2019	HORA	6:27 am
GPS		Navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS			TIPO DE COBERTURA:		
X	462774.912		Tejido Urbano Continuo.		
Y	8671355.049				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	03	DISTRITO	Chupaca	PROVINCIA	Chupaca
		FECHA	29/08/2019	HORA	6:07 am
GPS		Navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS			TIPO DE COBERTURA:		
X	463829.793		Mosaico de cultivos		
Y	8667504.569				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	06	DISTRITO	Manzanas	PROVINCIA	Concepción
		FECHA	29/08/2019	HORA	7:00 am
GPS		Navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS			TIPO DE COBERTURA:		
X	460957.03		Arbustal denso		
Y	8672740.368				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	07	DISTRITO	Manzanares	PROVINCIA	Concepción
		FECHA	29/08/2019	HORA	7:30 am
GPS		Navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS		TIPO DE COBERTURA:			
X	460976.874	Plantación Forestal.			
Y	8672915.655				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	10	DISTRITO	Chambaca	PROVINCIA	Concepción
		FECHA	29/08/2019	HORA	9:13 am
GPS		Navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS		TIPO DE COBERTURA:			
X	459174.704	Tejido urbano continuo			
Y	8670543.976				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	08	DISTRITO	Manzanares	PROVINCIA	Concepción
		FECHA	29/08/2019	HORA	8:05 am
GPS		Navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS		TIPO DE COBERTURA:			
X	460039.032	Plantación forestal.			
Y	8673436.407				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	11	DISTRITO	Muachac	PROVINCIA	Chupaca
		FECHA	29/08/2019	HORA	9:29 am
GPS		Navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS		TIPO DE COBERTURA:			
X	458648.908	Tejido Urb. discontinuo.			
Y	9669228.465				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	09	DISTRITO	Manzanares	PROVINCIA	Concepción
		FECHA	29/08/2019	HORA	8:23 am
GPS		Navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS		TIPO DE COBERTURA:			
X	459524.681	Plantación forestal.			
Y	8674230.158				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	12	DISTRITO	Chambaca	PROVINCIA	Concepción
		FECHA	29/08/2019	HORA	9:40 am
GPS		Navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS		TIPO DE COBERTURA:			
X	454458.296	Mosaico de cultivos			
Y	8670569.111				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	13	DISTRITO	Chambará	PROVINCIA	Concepción
		FECHA	29/08/2019	HORA	9:48 am
GPS		Navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS			TIPO DE COBERTURA:		
X	452844.335		afteramiento roccoo.		
Y	8670622.028				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	16	DISTRITO	Chambará	PROVINCIA	Concepción
		FECHA	29/08/2019	HORA	10:51 am
GPS		Navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS			TIPO DE COBERTURA:		
X	451874.238		Arbustal denso		
Y	8672134.125				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	14	DISTRITO	Chambará	PROVINCIA	Concepción
		FECHA	29/08/2019	HORA	9:54 am
GPS		Navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS			TIPO DE COBERTURA:		
X	452048.864		Mosaico de cultivos.		
Y	8670999.06				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	17	DISTRITO	San José Queno	PROVINCIA	Concepción
		FECHA	29/08/2019	HORA	11:07 am
GPS		Navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS			TIPO DE COBERTURA:		
X	448010.957		afteramiento roccoo		
Y	8671594.449				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	15	DISTRITO	Chambará	PROVINCIA	Concepción
		FECHA	29/08/2019	HORA	10:16 am
GPS		Navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS			TIPO DE COBERTURA:		
X	452223.489		arbustal denso.		
Y	8671030.81				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	18	DISTRITO	San J. de Queno	PROVINCIA	Concepción
		FECHA	29/08/2019	HORA	11:18 am
GPS		Navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS			TIPO DE COBERTURA:		
X	442423.913		Mosaico de cultivos		
Y	8668384.969				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	19	DISTRITO	San José de Quero	PROVINCIA	Concepción
		FECHA	29/08/2019	HORA	1:13 pm
GPS	Navegador 60 GARMIN				
COORDENADAS			TIPO DE COBERTURA:		
X	427427.734		área quemada.		
Y	8674965.239				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	22	DISTRITO	San José Quero	PROVINCIA	Concepción
		FECHA	29/08/2019	HORA	01:52 pm
GPS	Navegador 60 GARMIN				
COORDENADAS			TIPO DE COBERTURA:		
X	423957.774		Herbazal denso		
Y	8675067.06				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	20	DISTRITO	San J. Quero	PROVINCIA	Concepción
		FECHA	29/08/2019	HORA	1:21 pm
GPS	Navegador 60 GARMIN				
COORDENADAS			TIPO DE COBERTURA:		
X	426734.078		área quemada.		
Y	8674527.444				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	23	DISTRITO	San José Quero	PROVINCIA	Concepción
		FECHA	29/08/2019	HORA	2:06 pm
GPS	Navegador 60 GARMIN				
COORDENADAS			TIPO DE COBERTURA:		
X	423601.851		Herbazal abierto. aploramiento raso.		
Y	8672155.358				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	21	DISTRITO	San J. Quero	PROVINCIA	Concepción
		FECHA	29/08/2019	HORA	11:26 am
GPS	Navegador 60 GARMIN				
COORDENADAS			TIPO DE COBERTURA:		
X	441003.539		Tierra desnuda.		
Y	8664447.079				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	24	DISTRITO	San J. Quero	PROVINCIA	Concepción
		FECHA	29/08/2019	HORA	02:14 pm
GPS	Navegador 60 GARMIN				
COORDENADAS			TIPO DE COBERTURA:		
X	425694.181		Aploramanto raso.		
Y	8669643.928				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	25	DISTRITO	San José Quero	PROVINCIA	Concepción
		FECHA	29/08/2019	HORA	2:27pm
GPS		Navegador 60 GARMIN			* distancia 50m - aprox
COORDENADAS			TIPO DE COBERTURA:		
X	426248.927		Área de extracción minera		
Y	8667784.177				

azul. cocha

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	26	DISTRITO	San J. Quero	PROVINCIA	Concepción
		FECHA	29/08/2019	HORA	2:34pm
GPS		Navegador 60 GARMIN			* distancia 30m - aprox
COORDENADAS			TIPO DE COBERTURA:		
X	426296.452		Área de extracción minera		
Y	8666672.925				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	28	DISTRITO	San J. Quero	PROVINCIA	Concepción
		FECHA	29/08/2019	HORA	2:55pm
GPS		navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS			TIPO DE COBERTURA:		
X	428434.29		Herbazal denso		
Y	8664320.51				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	29	DISTRITO	San J. Quero	PROVINCIA	Concepción
		FECHA	29/08/2019	HORA	3:04pm
GPS		Navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS			TIPO DE COBERTURA:		
X	429385.733		Piedra desnuda.		
Y	8663186.768				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	27	DISTRITO	San José Quero	PROVINCIA	Concepción
		FECHA	29/08/2019	HORA	2:46pm
GPS		navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS			TIPO DE COBERTURA:		
X	427092.849		Laguna.		
Y	8665990.299				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	30	DISTRITO	San J. Quero	PROVINCIA	Concepción
		FECHA	29/08/2019	HORA	3:07pm
GPS		navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS			TIPO DE COBERTURA:		
X	429403.196		Bofedal.		
Y	8663179.36				



FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	31	DISTRITO	San José Queto	PROVINCIA	Concepción
		FECHA	29/08/2019	HORA	3:18 pm
GPS		Navegador 60 GARMIN (d= 20 metros)			
COORDENADAS			TIPO DE COBERTURA:		
X	430033.203		Área de extracción de minería		
Y	8662810.993				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	34	DISTRITO	San José de Q.	PROVINCIA	Concepción
		FECHA	29/08/2019	HORA	3:35 pm
GPS		Navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS			TIPO DE COBERTURA:		
X	431189.985		Herbazal abierto con afloramiento rocoso		
Y	8662023.308				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	32	DISTRITO	San José de Queto	PROVINCIA	Concepción
		FECHA	29/08/2019	HORA	3:27 pm
GPS		Navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS			TIPO DE COBERTURA:		
X	430694.001		Bofedal.		
Y	8662409.487				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	35	DISTRITO	San José de Q.	PROVINCIA	Concepción
		FECHA	29/08/2019	HORA	3:39 pm
GPS		Navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS			TIPO DE COBERTURA:		
X	431001.601		Herbazal denso.		
Y	8661557.641				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	33	DISTRITO	San J. Queto	PROVINCIA	Concepción
		FECHA	29/08/2019	HORA	3:29 pm
GPS		Navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS			TIPO DE COBERTURA:		
X	430699.954		Tierra desnuda.		
Y	8662398.904				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	36	DISTRITO	San José de Q.	PROVINCIA	Concepción
		FECHA	29/08/2019	HORA	3:45 pm.
GPS		Navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS			TIPO DE COBERTURA:		
X	431811.558		Laguna.		
Y	8660051.96				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	37	DISTRITO	San José de Quesada	PROVINCIA	Concepción
		FECHA	29/08/2019	HORA	3:52 pm
GPS		Navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS		TIPO DE COBERTURA:			
X	432978.466	Afloramiento rocoso con tierras desnudas			
Y	8658542.297				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	40	DISTRITO	Yamacancha	PROVINCIA	Chupaca
		FECHA	29/08/2019	HORA	4:07 pm
GPS		Navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS		TIPO DE COBERTURA:			
X	432321.565	Afloramiento rocoso con tierras desnudas			
Y	8655921.564				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	38	DISTRITO	San José de Q.	PROVINCIA	Concepción
		FECHA	29/08/2019	HORA	3:56 pm.
GPS		Navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS		TIPO DE COBERTURA:			
X	433113.933	Laguna.			
Y	8658522.718				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	41	DISTRITO	Yamacancha	PROVINCIA	Chupaca
		FECHA	29/08/2019	HORA	4:10 pm
GPS		Navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS		TIPO DE COBERTURA:			
X	432983.024	Afloramiento rocoso con tierras desnudas			
Y	8655504.845				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	39	DISTRITO	Yamacancha	PROVINCIA	Chupaca.
		FECHA	29/08/2019	HORA	4:05 pm
GPS		Navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS		TIPO DE COBERTURA:			
X	431718.738	Herbazal denso.			
Y	8656670.345				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	42	DISTRITO	Yamacancha	PROVINCIA	Chupaca
		FECHA	29/08/2019	HORA	4:13 pm
GPS		Navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS		TIPO DE COBERTURA:			
X	431397.379	Herbazal abierto con tierras desnudas.			
Y	8655876.593				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	43	DISTRITO	Yanacancha	PROVINCIA	Chupaca
		FECHA	29/08/2019	HORA	4:19pm
GPS		Navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS		TIPO DE COBERTURA:			
X	431630.464	Laguna.			
Y	8654508.562				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	46	DISTRITO	Yanacancha	PROVINCIA	Chupaca
		FECHA	29/08/2019	HORA	4:36 pm
GPS		Navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS		TIPO DE COBERTURA:			
X	431012.862	Herbazal abierto con tierras desnudas.			
Y	8650581.645				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	44	DISTRITO	Yanacancha	PROVINCIA	Chupaca
		FECHA	29/08/2019	HORA	4:25 pm
GPS		Navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS		TIPO DE COBERTURA:			
X	430895.386	Tierra desnuda.			
Y	8653091.802				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	47	DISTRITO	Yanacancha	PROVINCIA	Chupaca
		FECHA	29/08/2019	HORA	4:40 pm
GPS		Navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS		TIPO DE COBERTURA:			
X	430589.727	Tierras desnudas			
Y	8649902.888				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	45	DISTRITO	Yanacancha	PROVINCIA	Chupaca
		FECHA	29/08/2019	HORA	4:30 pm
GPS		Navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS		TIPO DE COBERTURA:			
X	430426.809	Herbazal abierto con tierras desnudas.			
Y	8653325.253				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	48	DISTRITO	Yanacancha	PROVINCIA	Chupaca
		FECHA	29/08/2019	HORA	4:50 pm
GPS		Navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS		TIPO DE COBERTURA:			
X	430577.375	Bofedal.			
Y	8649496.831				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	49	DISTRITO	Yanacancha	PROVINCIA	Chupaca
		FECHA	29/08/2019	HORA	4:55 pm
GPS		Navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS		TIPO DE COBERTURA:			
X	430872.915	Afloramiento rocoso.			
Y	8649041.354				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	52	DISTRITO	Yanacancha	PROVINCIA	Chupaca
		FECHA	29/08/2019	HORA	5:07 pm
GPS		Navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS		TIPO DE COBERTURA:			
X	436960.448	Laguna.			
Y	8645384.267				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	50	DISTRITO	Yanacancha	PROVINCIA	Chupaca
		FECHA	29/08/2019	HORA	5:01 pm
GPS		Navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS		TIPO DE COBERTURA:			
X	437231.67	Herbazal abierto con afloramiento rocoso			
Y	8644329.767				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	53	DISTRITO	Yanacancha	PROVINCIA	Chupaca
		FECHA	29/08/2019	HORA	5:10 pm
GPS		Navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS		TIPO DE COBERTURA:			
X	439917.055	Bofedal			
Y	8644655.981				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	51	DISTRITO	Yanacancha	PROVINCIA	5:04 pm. Chupaca.
		FECHA	29/08/2019	HORA	
GPS		Navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS		TIPO DE COBERTURA:			
X	439029.429	Herbazal abierto con afloramiento rocoso			
Y	8643492.976				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	54	DISTRITO	Yanacancha	PROVINCIA	Chupaca
		FECHA	29/08/2019	HORA	5:15 pm
GPS		Navegador 60 GARMIN			
COORDENADAS		TIPO DE COBERTURA:			
X	448120.595	Bofedal.			
Y	8645573.444				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	55	DISTRITO	Yanacancha	PROVINCIA	Chupaca
		FECHA	29/08/2019	HORA	5:25pm
GPS	Navegador 60 GARMIN				
COORDENADAS		TIPO DE COBERTURA:			
X	450955.611	Afloramiento rocoso.			
Y	8645571.349				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	57	DISTRITO	Yanacancha	PROVINCIA	Chupaca
		FECHA	29/08/2019	HORA	5:49pm
GPS	Navegador 60 GARMIN				
COORDENADAS		TIPO DE COBERTURA:			
X	452080.093	Mosaico de cultivos.			
Y	8646411.403				

8646411.403

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	56	DISTRITO	Yanacancha	PROVINCIA	Chupaca
		FECHA	29/08/2019	HORA	5:37pm
GPS	Navegador 60 GARMIN				
COORDENADAS		TIPO DE COBERTURA:			
X	451144.127	Herbazal abierto con afloramiento rocoso			
Y	8645452.287				

FICHA DE CAMPO					
N° PUNTO	58	DISTRITO	Yanacancha	PROVINCIA	Chupaca
		FECHA	29/08/2019	HORA	6:03pm
GPS	Navegador 60 GARMIN				
COORDENADAS		TIPO DE COBERTURA:			
X	455582.522	Tejido Urb. Discontinuo.			
Y	8649416.635.				

## ANEXO N°11: CUESTIONARIO REALIZADO A LA POBLACIÓN

### CUESTIONARIO

NOMBRE: Josefina Rosales

SEXO: Femenino EDAD: 58 LUGAR: Manzanares / Concepción

1. ¿Considera usted que la cobertura de hace aproximadamente 20 años atrás continúa siendo la misma? (mencione los cambios).

No, hay más árboles de eucalipto, las personas siembran más, tienen más terrenos. El agua ya no es cristalina como cuando era niña.

2. ¿Considera usted que esos cambios han beneficiado a la población y al medio ambiente? (dar ejemplos).

Algunos porque necesitamos sembrar para vender los productos y vivir de eso, no sabemos cuidar el agua y eso no es bueno para el medio ambiente. Los árboles de eucalipto son talados por costumbres de festividades como las yumas y no plantamos su cambio.

3. ¿Cuál(es) son las coberturas con cambio que usted más resaltaría?

Los cultivos, son terrenos grandes a diferencia de años anteriores. También han hecho reforestación con la comunidad con plantas de eucalipto.

4. ¿Usted se considera parte del cambio(s) que menciona? ¿Por qué?

Si, tengo mi terreno donde siembro y hay pastos naturales donde pastaban mis ganados vaunos.

Josefina

Firma



Huella

**CUESTIONARIO**

NOMBRE: Julian Simeon Cantara.  
SEXO: Masculino EDAD: 56 LUGAR: Santo domingo de Cachi  
Yanacancha/Chupacu.

1. ¿Considera usted que la cobertura de hace aproximadamente 20 años atrás continúa siendo la misma? (mencione los cambios).

Algunos lugares que estan alejados si, los que  
tienen acceso ya no por los terrenos de sembrío  
que aumentaron, cuando era niño yo habia  
tanto, ahora sembramos más porque es  
nuestra fuente de ingresos.

2. ¿Considera usted que esos cambios han beneficiado a la población y al medio ambiente? (dar ejemplos).

A nosotros si nos beneficia pero creo que al  
medio ambiente no, nuestra ambicion a veces  
es mucho y malograron los recursos.

3. ¿Cuál(es) son las coberturas con cambio que usted más resaltaría?

El agua viene contaminada por la mineria  
que hay y ya no es limpia, los humedales  
antes eran verdes y bonitos ahora meten  
a sus animales a pastear y ya se  
malograron, más terrenos.

4. ¿Usted se considera parte del cambio(s) que menciona? ¿Por qué?

Si, yo tambien siembro y uso la tierra  
avces un poco más de terreno, necesito  
pasto para mis vacas, sino no dan leche  
y yo no haria queso y de todo eso no  
recursiamos para vivir, tenemos hijos y no  
nos alcanzaria si no lo hacemos.

Julian Simeon Cantara

Firma



Huella

### CUESTIONARIO

NOMBRE: Aguiles Bejarano Gonzalez.

SEXO: Masculino EDAD: 49. LUGAR: Chupaca / Chupaca.

1. ¿Considera usted que la cobertura de hace aproximadamente 20 años atrás continúa siendo la misma? (mencione los cambios).

No, ha cambiado. Hay más casas, más gente viene de otros lugares a vivir y ya no es tan tranquilo como antes, había campo donde jugaba ahora mis hijos ya tienen donde recrearse.

2. ¿Considera usted que esos cambios han beneficiado a la población y al medio ambiente? (dar ejemplos).

A la población si porque han conseguido terreno donde construyen sus casas y aprovechan. El medio ambiente creo que está contaminado cada vez más, la gente botó mucha basura y aparecen ratos que también nos afecta.

3. ¿Cuál(es) son las coberturas con cambio que usted más resaltaría?

✓ Antes había terrenos libres (campo) ahora todo se ha poblado con casas.

✓ Donde había terreno de siembra, ya ha disminuido y ahora hay casas, más gente y basura.

4. ¿Usted se considera parte del cambio(s) que menciona? ¿Por qué?

Si, hice mi vivienda más grande para más comodidad, mi patio ya es chiquito y antes sembraba en una parte, ahora ya no.

\_\_\_\_\_  
Firma



Huella



**CUESTIONARIO**

NOMBRE: Micaela Corcón G.

SEXO: Femenino EDAD: 60 LUGAR: San José de Auro  
(Concepción)

1. ¿Considera usted que la cobertura de hace aproximadamente 20 años atrás continúa siendo la misma? (mencione los cambios).

No, ha cambiado porque vemos que la gente siembra donde antes no sembraba y en los humedales había pasto verde y agua. eran lugares hermosos, ahora ya la mayoría están secos y los ganados se comen el pasto.

2. ¿Considera usted que esos cambios han beneficiado a la población y al medio ambiente? (dar ejemplos).

Si, a la comunidad cuando siembra tiene dinero por la venta de sus productos, al medio ambiente dañamos cuando quemamos el ichu, pero es costumbre y es necesario para que cuando retorne nuestros animales puedan comer.

3. ¿Cuál(es) son las coberturas con cambio que usted más resaltaría?

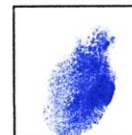
✓ los pastos naturales son terreno de siembra.  
✓ el río ha disminuido y ya no es limpio

4. ¿Usted se considera parte del cambio(s) que menciona? ¿Por qué?

Si, todos porque estamos involucrados y también hemos quemado sin pensar las consecuencias, pero así obtenemos el pasto verde para las vacas.

\_\_\_\_\_

Firma



Huella

### CUESTIONARIO

NOMBRE: Joaquín Miranda Castro

SEXO: Masculino EDAD: 63 LUGAR: Yanacancha/Chupaca

1. ¿Considera usted que la cobertura de hace aproximadamente 20 años atrás continúa siendo la misma? (mencione los cambios).

No, todo ha cambiado, antes había campo, ahora son cultivos o casas, sus animales también malogran el suelo, el agua no es igual. Antes había más tranquilidad.

2. ¿Considera usted que esos cambios han beneficiado a la población y al medio ambiente? (dar ejemplos).

A la población sí, porque usamos las tierras para la siembra y para alimentar a nuestros ganados y tener leche. Al medio ambiente hemos descuidado un poco, no cuidamos por desconocer y vivimos sin darle importancia.

3. ¿Cuál(es) son las coberturas con cambio que usted más resaltaría?

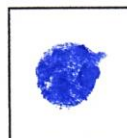
Nos dedicamos a la siembra y todos los que vivimos en su mayoría tenemos terrenos que antes no sembrábamos, el agua antes era pura y limpia, ahora ya no tomamos directamente, más casas.

4. ¿Usted se considera parte del cambio(s) que menciona? ¿Por qué?

Sí, provocamos lo negativo por no saber cuidar, quisiéramos que nos capaciten para no afectar tanto a nuestra naturaleza, de eso vivimos

\_\_\_\_\_

Firma



Huella

## ANEXO N°12: PROCEDIMIENTOS

Figura 56: Descarga de imagen satelital de la plataforma de USGS.

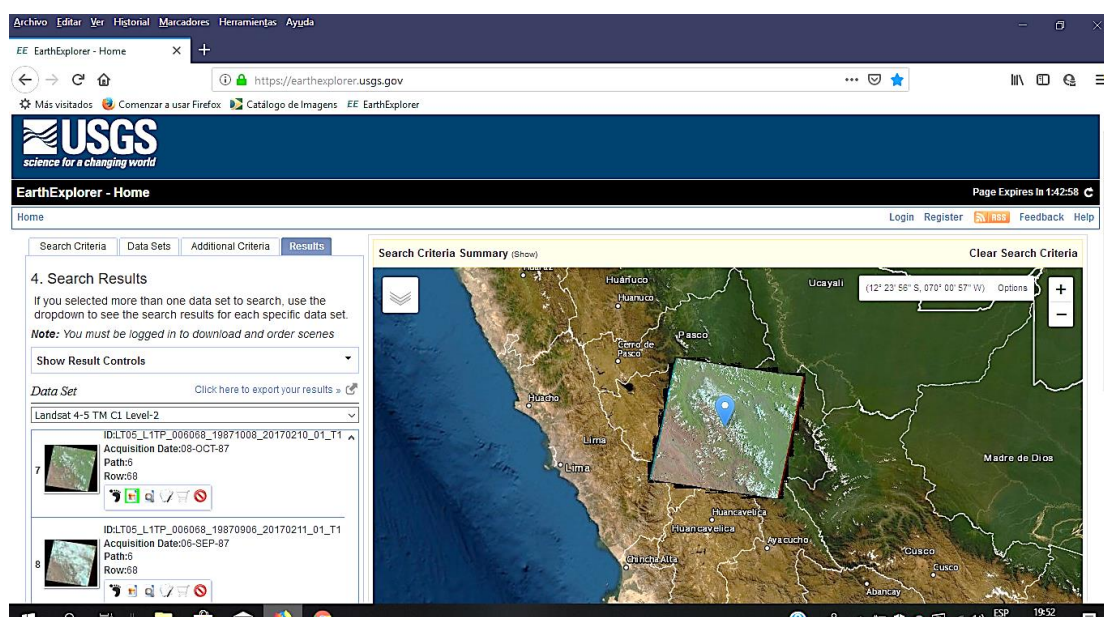


Figura 57: Corrección radiométrica de la imagen satelital.

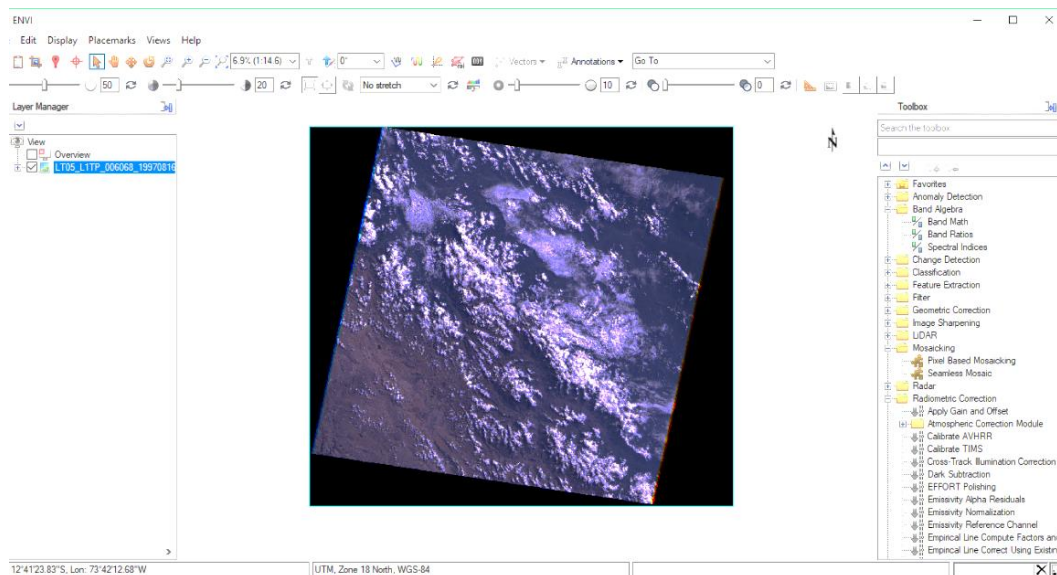


Figura 58: Mosaico (unión de imágenes).

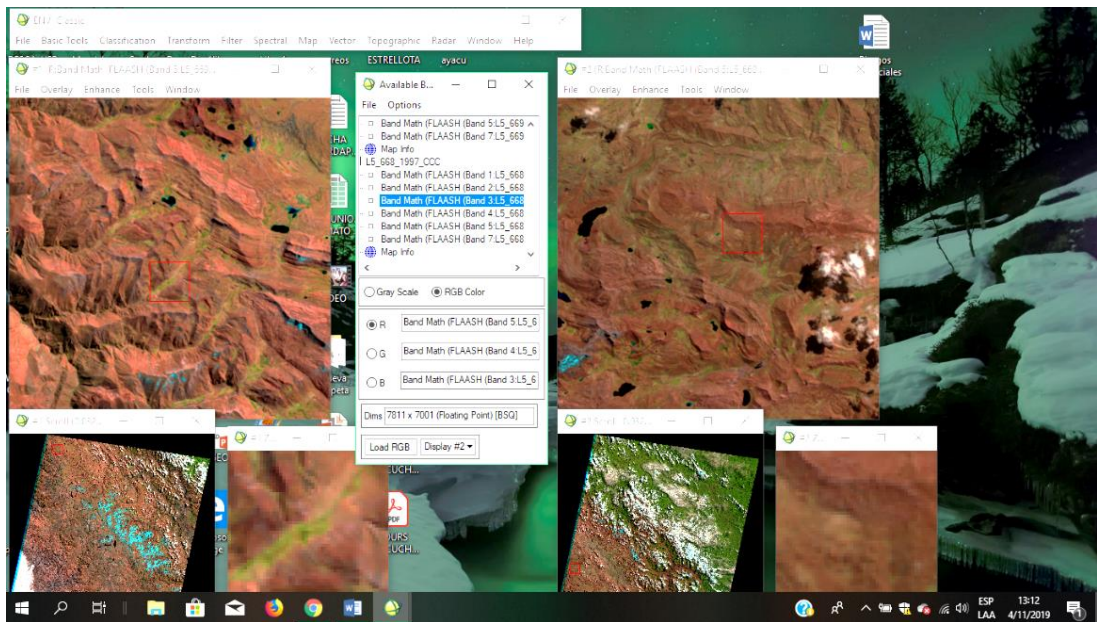


Figura 59: Corte del área de estudio.

