UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ANÁLISIS DE CAMBIO DE USO DEL SUELO MEDIANTE PERCEPCIÓN REMOTA EN LA VÍA VECINAL UC-561, ENTRE LOS AÑOS 1985 AL 2018, EN EL DISTRITO DE CAMPO VERDE, UCAYALI, PERÚ

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

GIAN FRANCO BARDALES RUIZ

PUCALLPA-PERÚ

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 97

En el auditorio de la facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad nacional de Ucayali, siendo las 10:30 a.m. del día jueves 25 de julio del 2019, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador, nombrado con memorando MULT-142-2018-UNU-FCFyA-CGT conformado por los siguientes docentes:

Dr. Fernando Velásquez de la Cruz	**Presidente**
Ing. Mg. Gabriel Mercado Jáuregui	**Miembro**
Dr. Fredy Velásquez Ramírez	**Miembro**

Para evaluar la sustentación de tesis: "**ANÁLISIS DE CAMBIO DE USO DEL SUELO MEDIANTE PERCEPCIÓN REMOTA EN LA VÍA VECINAL UC-561, ENTRE LOS AÑOS 1985 AL 2018, EN EL DISTRITO DE CAMPO VERDE, UCAYALI, PERÚ**", presentado por el Bachiller **GIAN FRANCO BARDALES RUIZ**.

Terminada la sustentación se procedió a las preguntas por parte de los miembros del jurado evaluador, siendo absueltas por el sustentante, por lo que el jurado evaluador APROBÓ la Tesis por **UNANIMIDAD** con el calificativo **de MUY BUENO**. En consecuencia, el sustentante está APTO para obtener el Título de Ingeniero Ambiental. El asesor de la tesis fue el Dr. Edgar Juan Díaz Zúñiga. Siendo las 11.15 a.m. se dio por concluido el acto académico.

Dr. Fernando Velásquez de la Cruz
PRESIDENTE

Ing. Mg. Gabriel Mercado Jáuregui
MIEMBRO

Dr. Fredy Velásquez Ramírez
MIEMBRO

ACTA DE APROBACIÓN

Esta tesis fue sometida a consideración para su aprobación ante el jurado evaluador de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Dr. Fernando Velásquez de la Cruz

Presidente

Ing. Mg. Gabriel Mercado Jáuregui

Miembro

Dr. Fredy Velásquez Ramírez

Miembro

Dr. Edgar Juan Díaz Zúñiga

Asesor

Bach. Gian Franco Bardales Ruiz

Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
DIRECCION GENERAL DE PRODUCCION INTELECTUAL

Constancia

N° 234

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

La Dirección General de Producción Intelectual, hace constar por la presente, que el Informe Final (Tesis) titulado:

ANÁLISIS DE CAMBIO DE USO DEL SUELO MEDIANTE PERCEPCIÓN REMOTA EN LA VÍA VECINAL UC-561, ENTRE LOS AÑOS 1985 AL 2018, EN EL DISTRITO DE CAMPO VERDE, UCAYALI, PERÚ

Cuyo autor es	:	**BARDALES RUIZ, GIAN FRANCO**
Facultad	:	CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
Escuela Profesional	:	INGENIERÍA AMBIENTAL
Asesor	:	Dr. DIAZ ZUÑIGA, EDGAR JUAN

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio, dicho documento presenta un porcentaje de similitud de 07 %.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de plagio, por lo que SI se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación se FIRMA Y SELLA la presente constancia.

Fecha: 23/07/2019



REPOSITORIO DE TESIS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

Yo, Giam Franco Bardales Ruiz

Autor de la TESIS titulada:

Análisis de Cambio de Uso del Suelo mediante percepción remota en la vía vecinal UC-561, entre los años 1985 al 2018, en el distrito de Campo Verde, Ucayali, Perú.

Sustentada el año: 2019

Con la asesoría de: Dr. Edgar Juan Díaz Zúñiga

En la Facultad de: Ciencias Forestales y Ambientales

Carrera Profesional de: Ingeniería Ambiental

Autorizo la publicación de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali, bajo los siguiente términos: Primero: otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en forma digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones. Segundo: declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas. Tercero: autorizo la publicación,

- [x] Total (significa que todo el contenido de la tesis en PDF será compartido en el repositorio).
- [ ] Parcial (significa que solo la carátula, la dedicatoria y el resumen en PDF serán compartidos en el repositorio).

De mi TESIS de investigación en la página web del Repositorio Institucional de la UNU.

En señal de conformidad firma la presente autorización.

Fecha: 05 / 08 / 2019

Email: gifrabaru@gmail.com

Firma:

Teléfono: 964527817

DNI: 72485140

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a DIOS por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres Luis y Rosio Melida, por haber sido los mejores guías que he podido tener, por brindarme su cariño, su amor y por sobre todo su comprensión y apoyo incondicional, por jamás haberme permitido rendirme y darme las fortalezas necesarias para continuar ante toda adversidad.

A Franck, Astrid y Anthonella por brindarme siempre su apoyo emocional.

Y a toda mi familia y amigos que de una u otra me brindaron su apoyo. A todos ustedes, les digo gracias, y si se pudo lograrlo.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Ucayali, por tener entre sus carreras a la Ingeniería Ambiental, a los docentes de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales que me formaron como un profesional apto para la sociedad.

Al Dr. Edgar Juan Díaz Zúñiga, por el asesoramiento, las recomendaciones y sobre todo el tiempo que dedico a la corrección y la mejora continua de esta investigación.

Al Ing. Dennis Francis Verde Garcia y el Ing. Franck Luis Bardales Ruiz, por co - asesorar y brindarme sus valiosos conocimientos que sirvieron para mejorar y enriquecer la presente investigación.

Al Técnico de campo Juan David Caycho por el apoyo brindado para la recolección de los datos in-situ.

A la Empresa Tecnología Espacio y Ambiente S.A.C. por haber brindado los conocimientos requeridos tales como, la importancia de la teledetección y los sistemas de información geográfico.

A Environmental Consulting Agency E.I.R.L. por haber aceptado el reto de financiamiento de la tesis y los valiosos conocimientos para mejorar esta investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ACTA DE APROBACIÓN II
DEDICATORIA V
AGRADECIMIENTO VI
RESUMEN XV
ABSTRACT XVI
INTRODUCCIÓN 1
CAPITULO I 2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 2
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 2
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 4
1.2.1. Pregunta General 4
1.2.2. Preguntas específicas 4
CAPITULO II 5
MARCO TEÓRICO 5
2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO 5
2.2. PLANTEAMIENTO TEÓRICO 9
2.2.1. Cobertura vegetal y el cambio de uso del suelo 10
2.2.2. Cambio de Uso de la Tierra en Ucayali 11
2.2.3. Bosques y sus características 12
2.2.4. Modelos y estudios de cambios de uso de suelo 12
2.2.5. Percepción Remota o Teledetección 13
2.2.6. Percepción remota y el análisis de cambio de uso del suelo 14
2.2.7. Imágenes de Satélite Landsat 15
2.2.8. Clasificación de imágenes 16
2.2.9. Programa CORINE Land Cover 17
2.2.10. Programa CORINE Land Cover Perú 18
2.2.11. Tasa de cambio de cobertura y uso del suelo 20
2.2.12. Vía Vecinal 20
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS 21
2.3.1. Análisis Multitemporal 21
2.3.2. Calibración Radiométrica 21
2.3.3. Corrección Atmosférica 21

2.3.4. Deforestación 21
2.3.5. Firmas Espectrales 21
2.3.6. Imágenes Satelitales 22
2.3.7. Mapas 22
2.3.8. Percepción Remota 22
2.3.9. Pixel 22
2.3.10. Raster 22
2.3.11. Resolución 23
2.3.12. Uso del suelo 23
2.3.13. Sistemas de Información geográfico 23
CAPITULO III 24
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 24
3.1. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN 24
3.2. ÁREA DE ESTUDIO 24
3.2.1. Situación actual de la vía vecinal 26
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA 26
3.3.1. Población 26
3.3.2. Muestra 26
3.4. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS 27
3.5. METODOLOGÍA DE RECOLECCIÓN DE DATOS 27
3.5.1. Fase previa de gabinete 27
3.5.2. Fase de Gabinete 31
3.5.3. Fase de campo 50
3.5.4. Tratamiento de datos 52
CAPITULO IV 53
RESULTADOS 53
4.1. COBERTURAS CORINE LAND COVER 53
4.2. CLASIFICACIÓN DE IMÁGENES SATELITALES 55
4.2.1. Cobertura año 1985 55
4.2.2. Cobertura año 1990 57
4.2.3. Cobertura año 1995 59
4.2.4. Cobertura año 2000 61
4.2.5. Cobertura año 2005 63
4.2.6. Cobertura año 2010 65

4.2.7. Cobertura año 2015.....67
4.2.8. Cobertura año 2018.....69
4.2.9. Comportamiento de las coberturas.....71
4.3. CAMBIOS DE COBERTURA.....75
4.3.1. Cambios de cobertura durante el Primer Periodo (1985 – 1990)..75
4.3.2. Cambios de cobertura durante el segundo Periodo (1990 – 1995).....79
4.3.3. Cambios de cobertura durante el tercer Periodo (1995 – 2000) ...83
4.3.4. Cambios de cobertura durante el cuarto Periodo (2000 – 2005)...87
4.3.5. Cambios de cobertura durante el quinto Periodo (2005 – 2010)...92
4.3.6. Cambios de cobertura durante el sexto Periodo (2010 – 2015) 97
4.3.7. Cambios de cobertura durante el lapso (2015 – 2018).....103
4.4. DEFORESTACIÓN. 109
4.4.1. Primer periodo 1985 – 1990.....109
4.4.2. Segundo periodo 1990 – 1995.....109
4.4.3. Tercer periodo 1995 – 2000.....109
4.4.4. Cuarto periodo 2000 – 2005.....109
4.4.5. Quinto periodo 2005 – 2010.....109
4.4.6. Sexto periodo 2010 – 2015.....110
4.4.7. Lapso 2015 - 2018.....110
4.5. TASA DE CAMBIOS Y TASA DE DEFORESTACIÓN.....114
4.5.1. Tasas de cambios.....114
4.5.2. Tasas de deforestación.....117
4.6. DISCUSIÓN.....119
CAPITULO V.....121
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....121
5.1. CONCLUSIONES.....121
5.2. RECOMENDACIONES.....123
REFERENCIAS.....124
ANEXOS.....128

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pérdida Anual de bosques húmedos amazónicos 2001 - 2014 6
Figura 2. Los cinco departamentos más deforestados entre el 2010 - 2014 7
Figura 3. Elementos de un proceso de teledetección. 13
Figura 4. Datos de satélites.....15
Figura 5. Mapa de Ubicación Localización de la vía vecinal UC - 561.....25
Figura 6. Características de la imagen de satélite Landsat 5 TM.....28
Figura 7. Características de la imagen de satélite Landsat 8 OLI 28
Figura 8. Bases de datos obtenidas.....30
Figura 9. Vista de rutas y accesos 31
Figura 10. Procesos para generar las coberturas de cambio de uso 32
Figura 11. Proceso de selección de Región de interés 33
Figura 12. Proceso de selección ROI - para todas las imágenes satelitales. ...33
Figura 13. Diagrama de flujo de calibración de imagen.....34
Figura 14. Proceso de Calibración radiométrica 35
Figura 15. diagrama de flujo de corrección atmosférica 35
Figura 16. Método de FLAASH, aplicado a la Imagen satelital Landsat 5 TM – 1990.....36
Figura 17. Resultado final de imagen satelital del año 1985 Landsat 5 TM 37
Figura 18. Firma espectral del área urbanizada 39
Figura 19. Firma espectral de infraestructura 39
Figura 20. Firma espectral de los cultivos permanentes 40
Figura 21. Firma Espectral de área pastos. 40
Figura 22. Firma espectral del área bosque 41
Figura 23. Firma espectral del área con vegetación herbácea y/o arbustiva 41
Figura 24. Firma espectral del área sin o con poca vegetación 42
Figura 25. Unidad Mínima de mapeo y alcance de la investigación.....46
Figura 26. Procedimiento de herramienta Erase 49
Figura 27. Comparación entre la clasificación y la imagen satelital año 1985 ..55
Figura 28. Mapa de Clasificación de cobertura de suelo 1985.....56
Figura 29. Comparación entre la clasificación y la imagen satelital año 1990 ..57
Figura 30. Mapa de Clasificación de cobertura de suelo 1990.....58
Figura 31. Comparación entre la clasificación y la imagen satelital año 1995 ..59

Figura 32. Mapa de Clasificación de cobertura de suelo 1995.....60
Figura 33. Comparación entre la clasificación y la imagen satelital año 2000..61
Figura 34. Mapa de Clasificación de cobertura de suelo 2000.....62
Figura 35. Comparación entre la clasificación y la imagen satelital año 2005..63
Figura 36. Mapa de Clasificación de cobertura de suelo 2005.....64
Figura 37. Comparación entre la clasificación y la imagen satelital año 2010..65
Figura 38. Mapa de Clasificación de cobertura de suelo 2010.....66
Figura 39. Comparación entre la clasificación y la imagen satelital año 2015..67
Figura 40. Mapa de Clasificación de cobertura de suelo 2015.....68
Figura 41. Comparación entre la clasificación y la imagen satelital año 2018..69
Figura 42. Mapa de Clasificación de cobertura de suelo 2018.....70
Figura 43. Crecimiento Lineal en hectáreas del área urbanizada. 71
Figura 44. Crecimiento Lineal en hectáreas de la infraestructura. 72
Figura 45. Crecimiento Lineal en hectáreas de los cultivos permanentes. 72
Figura 46. Crecimiento Lineal en hectáreas de pasto. 73
Figura 47. Decrecimiento Lineal en hectáreas de Bosque. 73
Figura 48. Variación Lineal en hectáreas de las áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo. 74
Figura 49. Variación Lineal en hectáreas de las áreas sin o con poca vegetación. 74
Figura 50. Gráficos de cambios de coberturas para primer periodo 76
Figura 51. Coberturas clasificadas para cambio de cobertura primer periodo..77
Figura 52. cambios de cobertura primer periodo 78
Figura 53. Cambios de cobertura en el Periodo II 80
Figura 54. Coberturas clasificadas para cambio de cobertura segundo periodo 81
Figura 55. cambios de cobertura segundo periodo 82
Figura 56. Cambios de coberturas en el tercer periodo.....84
Figura 57. Coberturas clasificadas para cambio de cobertura tercer periodo...85
Figura 58. cambios de cobertura tercer periodo 86
Figura 59. Cambios de coberturas en el cuarto periodo.....88
Figura 60. Coberturas clasificadas para cambio de cobertura cuarto periodo..89
Figura 61. cambios de cobertura cuarto periodo 91
Figura 62. Cambios de cobertura en el quinto periodo.....93

Figura 63. Coberturas clasificadas para cambio de cobertura quinto periodo ..94
Figura 64. cambios de cobertura quinto periodo 96
Figura 65. Cambios de coberturas en el sexto periodo 98
Figura 66. Coberturas clasificadas para cambio de cobertura sexto periodo. ..99
Figura 67. Mapa de cambios de cobertura sexto periodo.....102
Figura 68. Cambios de cobertura en el lapso 2015 - 2018.....104
Figura 69.Coberturas clasificadas para cambio de cobertura lapso 2015 - 2018 105
Figura 70. Mapa de cambios de cobertura lapso 2015 - 2018 108
Figura 71. Perdida de cobertura durante el primer periodo. 110
Figura 72. Perdida de cobertura durante el segundo periodo 111
Figura 73. Perdida de cobertura durante el tercer periodo.....111
Figura 74. Perdida de cobertura durante el cuarto periodo 112
Figura 75. Perdida de cobertura durante el quinto periodo 112
Figura 76. Perdida de cobertura durante el sexto periodo.....113
Figura 77. Perdida de cobertura durante el lapso 2015 - 2018 113
Figura 78. Área urbanizada.....129
Figura 79. Infraestructura Vial.....129
Figura 80. Área de pasto.....130
Figura 81. Área de cultivos permanentes 130
Figura 82. Suelo desnudo 131
Figura 83. Área Bosque 131
Figura 84. Mapa de dispersión de puntos.....132
Figura 85. Mapa de cobertura permanente primer periodo 133
Figura 86. Mapa de cobertura permanente segundo periodo 134
Figura 87. Mapa de cobertura permanente tercer periodo 135
Figura 88. Mapa de cobertura permanente cuarto periodo 136
Figura 89. Mapa de cobertura permanente quinto periodo.....137
Figura 90. Mapa de cobertura permanente sexto periodo.....138
Figura 91. Mapa de cobertura permanente lapso 2015 - 2018 139

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de clase de Uso de la Tierra en la Amazonia y el porcentaje de deforestación. 7
Tabla 2. Tipos de uso de la tierra acumuladas al año 2000 en Ucayali 11
Tabla 3. Propuesta de la Leyenda CORINE Land Cover Adaptado para el Perú 19
Tabla 4. Imágenes satelitales. 29
Tabla 5. Combinaciones de banda Landsat 5 TM 29
Tabla 6. Combinaciones de banda Landsat 8 LC 30
Tabla 7. Superficies metodología CORINE Land Cover adaptadas para Ucayali, Nivel II 38
Tabla 8. Reconocimiento de coberturas 43
Tabla 9. Índice de Coeficiente Kappa 45
Tabla 10. Distribución de los puntos por cobertura 46
Tabla 11. Matriz de tabulación cruzada para dos mapas de diferentes fechas 47
Tabla 12. Ejemplo de cambio de cobertura 48
Tabla 13. Valores determinados para la diversas coberturas 48
Tabla 14. Proceso de obtención de matriz. 48
Tabla 15. Obtención de los cambios de cobertura 49
Tabla 16. Puntos de muestreo 51
Tabla 17. Coberturas identificadas nivel II de la leyenda CORINE Land Cover 53
Tabla 18. Resumen de coberturas encontradas. 71
Tabla 19. Periodo I, 1985 - 1990 75
Tabla 20. Cambio de cobertura primer periodo 76
Tabla 21. Periodo II, 1990 - 1995 79
Tabla 22. . Cambio de cobertura primer periodo 80
Tabla 23. Periodo III, 1995 - 2000 83
Tabla 24. Cambio de cobertura tercer periodo 84
Tabla 25. Periodo IV, 2000 - 2005 87
Tabla 26. Cambio de cobertura cuarto periodo 88
Tabla 27. Periodo V, 2005 - 2010 92
Tabla 28. Cambio de cobertura quinto periodo 94
Tabla 29. Periodo VI, 2010 - 2015 97

Tabla 30. Cambio de cobertura sexto periodo 99
Tabla 31. Periodo VII, 2015 - 2018 103
Tabla 32. Cambio de cobertura lapso 2015 - 2018 105
Tabla 33. Tasas de cambios durante el primer periodo 114
Tabla 34. Tasas de cambios durante el segundo periodo 114
Tabla 35. Tasas de cambios durante el tercer periodo 115
Tabla 36. Tasas de cambios durante el cuarto periodo 115
Tabla 37. Tasas de cambios durante el quinto periodo 116
Tabla 38. Tasas de cambios durante el sexto periodo 116
Tabla 39. Tasas de cambios durante el lapso 2015 - 2018 117
Tabla 40. Tasa de deforestación 118
Tabla 41. Datos del servidor Geobosques 119
Tabla 42. Perdida por años del servidor Geobosques 120

RESUMEN

En el presente estudio de investigación se determinó los cambios de uso del suelo entre los años 1985 al 2018, divididos en 6 periodos de 5 años y un lapso de 3 años, el área de estudio, vía vecinal UC - 561 se encuentra ubicado en el distrito de Campo Verde, con una longitud de 13.30 km, el área de influencia cuenta con una superficie total de 1326.20 ha, está ubicado en la longitud 74° 56´ O y latitud 8° 41´ S, con altitud promedio de 193 m.s.n.m., en la provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali. Las imágenes satelitales fueron seleccionadas entre los meses de mayo y septiembre de 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 y 2018. Se utilizó la metodología de leyenda CORINE Land Cover, la Metodología de procesamiento de imágenes del Ministerio del Ambiente, técnicas de teledetección y las fórmulas de tasas de cambio y tasas de deforestación. Las Coberturas encontradas fueron: áreas urbanizadas, infraestructuras, cultivos permanentes, pastos, bosques, áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva y áreas con o sin poca vegetación. En el proceso de la investigación, se demostró que, el Bosque disminuyó considerablemente su cobertura, en el año 1985 contaba con 970.05 ha, y en el año 2018 se encontró 27.75 ha. Para validar los resultados del año 2018 fue necesario obtener 50 puntos aleatorios para realizar trabajos en campo, para mejorar la obtención de las coberturas finales.

Palabras claves: imágenes satelitales, coberturas, cambio de uso del suelo, teledetección, bosque.

ABSTRACT

In the present study, the changes in land use between 1985 and 2018 were determined, divided into 6 periods of 5 years and a lapse of 3 years, the study area, neighborhood road UC - 561, is located in the area of Campo Verde, with a length of 13.30 kilometers, area of influence has a total area of 1326.20 hectares, is located in the longitude 74 ° 56' W and latitude 8 ° 41' S, with average altitude of 193 meters above sea level in the province of Coronel Portillo, department of Ucayali. The satellite images were selected between the months of May and September of 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 and 2018. It used the legend methodology CORINE Land Cover, the Methodology of image processing of the Ministry of the Environment, Remote sensing techniques and formulas for exchange rates and rates of deforestation. Coverages were found: urbanized areas, infrastructures, permanent crops, pastures, forests, areas with herbaceous and / or shrub vegetation and areas with or without little vegetation. In the process of the investigation, it was demonstrated, the forest was reduced, in the year 1985 it had 970.05 ha, and in the year 2018 was found, 27.75 ha. To validate the results of the year 2018 it was necessary to obtain 50 points to carry out work in the field, to improve the obtaining of the final coverages results.

Keywords: satellite images, coverage, land use change, remote sensing, forest.

INTRODUCCIÓN

Uno de los grandes procesos que vienen reconfigurando el paisaje es el cambio de uso de los suelos. Se menciona que analizar estos cambios implica: 1) detección e interpretación cartográfica y digital del cambio, 2) análisis de los patrones de cambio de cobertura, y 3) análisis de las causas del cambio (Bocco, 2001)

Es evidente que los cambios en la cobertura y uso de la tierra, son los resultados más visibles de las modificaciones del hombre sobre los ecosistemas terrestres; así los cambios históricos en la cobertura y en el uso de la tierra, en conjunto, ayudan a explicar la dinámica territorial; los cuales están asociados a factores biofísicos (suelo, vegetación, clima, topografía). En nuestra región la información actualizada de los tipos de cobertura y usos del territorio son muy escasos, los estudios de uso actual y capacidad de uso de la tierra son necesarios para conocer los problemas existentes y en lo posible corregirlos por medio de un ordenamiento que garantice el uso sostenido de los recursos. (Montesinos & Tuesta, 2017).

Los cambios en el uso del suelo están transformando a la cobertura rápidamente, sin que en la actualidad se tenga cuantificado este cambio a escala global, regional y local (Dalence et al. 1999)

La investigación analizó los cambios multitemporales de cobertura en la vía vecinal UC - 561 desde el año 1985 hasta el 2018, fijando 6 periodos de 5 años y un lapso de 3 años; dichos productos se obtendrán con imágenes de satélite Landsat empleando la metodología de leyenda CORINE Land Cover. Con esto se pretende Identificar y describir las diversas clases de cobertura y uso actual del territorio y contar con información geoespacial en uso actual y en cambios de cobertura actualizada y comparada en el tiempo para esta zona, contribuyendo con los resultados obtenidos, a la toma de decisiones para la planificación territorial de la región de Ucayali.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El cambio de uso del suelo y la pérdida de la cobertura vegetal es uno de los principales problemas que aquejan a la humanidad, ya que estos son la principal causa del cambio climático global y se relaciona directamente con la seguridad en la producción de alimentos, la salud humana, la urbanización, la biodiversidad, la migración transfronteriza, los refugios ambientales, la calidad del agua y del suelo. (Lopez, 2006)

A lo largo de la historia, las sociedades han transformado los ecosistemas en los que viven. Los cambios de cobertura y uso de suelo, en adelante “CCUS”, son parte de procesos históricos globales de transformación del paisaje que tienen consecuencias a varias escalas (Vitousek et al. 1997).

Dicha degradación es, con frecuencia, consecuencia de las acciones para cubrir necesidades de alimento, agua potable, madera, fibras y combustible. La degradación podría ser irreversible si no se contrarresta a través de cambios en políticas públicas y, consecuentemente, con control en las prácticas de manejo a escalas local y regional (Millenium Ecosystem Assesment, 2005). Las consecuencias de la deforestación y cambio de uso son consideradas un problema local y global, tanto por los gobiernos de los países como por instancias académicas y organizaciones no gubernamentales, y en consecuencia se han generado numerosos proyectos cuyo foco de estudio son regiones criticas de CCUS (Lambin et al. 1999).

Las tendencias en el cambio del uso de la tierra, centran la atención en la pérdida de bosques a causa de la conversión a terrenos agrícolas y el aumento de la superficie forestal en tierras destinadas previamente a la agricultura. En el período 2000-2010, se registró una pérdida neta de bosques de 7 millones de hectáreas anuales en los países tropicales y un aumento neto

de los terrenos agrícolas de 6 millones de hectáreas al año. La mayor pérdida neta de bosques y el mayor incremento neto de terrenos agrícolas durante este período se produjeron en el grupo de países de ingresos bajos, donde las poblaciones rurales están aumentando. La agricultura comercial a gran escala origina aproximadamente el 40 % de la deforestación en los trópicos y los subtrópicos; la agricultura de subsistencia local, el 33 %; la infraestructura, el 10 %; la expansión urbana, el 10 %; y la minería, el 7 %. Sin embargo, existen variaciones significativas según la región: por ejemplo, la agricultura comercial origina casi el 70 % de la deforestación en América Latina, pero solo un tercio en África, donde la agricultura a pequeña escala constituye un factor más significativo de la deforestación. (FAO, 2016)

En un análisis realizado recientemente se determinó que entre los años 2001 -2016 se perdió en el Perú 1 974,208 hectáreas de bosque (Geobosques, 2017), en promedio, Perú pierde anualmente 120 782 ha de bosques a causa de la deforestación. Entre el 2001 y 2014, San Martín (359,945 ha), Loreto (316,175 ha), Ucayali (269,191 ha) y Huánuco (242,018 ha) fueron los departamentos que acumularon más pérdidas de bosque. Asimismo, en el 2014 se registró la más alta pérdida boscosa (177,565 ha), seguido del 2015 (158,658 ha) y del 2009 (152,158 ha) (Ministerio de Agricultura y Riego , 2016).

El Ministerio del Ambiente (2012) menciona que, para el ámbito de Ucayali, la cobertura de bosque para el año 2009 fue de 8,9 millones de hectáreas y la cobertura de No Bosque se calculó en 645 mil hectáreas. La tasa de deforestación para el periodo 2000-2009 (9 años) ha sido en promedio de 19,069 ha/año.

Por lo tanto, evaluar los cambios del uso de la tierra y su relación con el crecimiento poblacional en cuanto al recurso bosque es de fundamental importancia, de esta manera se pretende determinar los cambios existentes durante el periodo de 1985 hasta el 2018 en la vía vecinal UC - 561, apoyado por la metodología CORINE Land Cover, así como las estimaciones de pérdidas de bosque que se han dado durante este periodo de tiempo.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Pregunta General

- ¿Cuál y cuanto es el cambio de uso del suelo, en la zona de influencia de la vía vecinal UC – 561 en base a la metodología de leyenda CORINE Land Cover en seis periodos y un lapso de tiempo comprendido entre los años 1985 al 2018 en el distrito de Campo Verde?

1.2.2. Preguntas específicas

- ¿Cuáles son las categorías del cambio de uso del suelo en la vía vecinal UC - 561 en el distrito de Campoverde entre en seis periodos y un lapso de tiempo comprendido entre los años 1995 al 2018?
- ¿Cuánto es la deforestación entre los años 1985 - 2018, en la zona de influencia en la vía vecinal UC – 561 ubicado en el distrito de Campoverde?
- ¿Cuál es la tasa de deforestación comprendida entre los años 1985 - 2018 en la zona de influencia en la vía vecinal UC – 561?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

- Determinar y cuantificar el cambio de uso del suelo, entre los años 1985 – 2018, en la zona de influencia de la vía vecinal UC – 561

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar y describir las categorías de cambio de uso del suelo en la vía vecinal UC - 561 mediante percepción remota entre los años 1985 al 2018 utilizando la metodología CORINE Land Cover.
- Estimar la deforestación entre los años 1985 - 2018, en la zona de influencia en la vía vecinal UC - 561 mediante análisis multitemporal.
- Determinar las tasas de cambio y de deforestación entre los años 1985 – 2018, en la zona de influencia en la vía vecinal UC – 561 a través de datos estadísticos.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

A nivel internacional

Sandoval (2011)**.** En México se realizó la "Modelación de los cambios de coberturas/uso del suelo en una región tropical de México", indica que, como objetivo de este estudio, llevar a cabo la modelación de los cambios de cobertura de uso de suelo en una región del trópico mexicano que ha presentado altas tasas de deforestación durante las últimas décadas y evaluar el modelo para identificar sus potenciales y limitaciones. Para el monitoreo de los cambios, se utilizaron imágenes Landsat de la época de seca (marzo 1986, febrero 1995 y 2009, marzo 2000 y 2008), debido a que es la estación del año durante la cual se puede obtener imágenes libres de nubes.

La deforestación y el cambio en la cobertura y uso del suelo en México es un problema que se ha presentado desde tiempos precolombinos, sin embargo, durante las últimas cinco décadas este proceso se ha incrementado dramáticamente, con un panorama poco alentador, los 52 millones de hectáreas de bosques y selvas con que contaba el país en el año 2000, presentaron una tasa de deforestación promedio de 631 mil ha/año. (FAO, 2005)

Esta última cifra puede diferir con la reportada por otras instituciones o investigaciones, (Velásquez, 2002) sin embargo se ubica entre los rangos extremos reportados para México por la Secretaría del medio ambiente y Recursos Naturales - (Semarnat, 2003) (316-800 mil ha/año). Estudios de caso regionales conducidos con diferentes técnicas y metodologías han reportado tasas de deforestación entre uno y ocho por ciento anual, dependiendo de la región, tipo de vegetación y periodo estudiado. (Dirzo, R., & García, M, 1991)

Como se sabe el principal contribuyente a la utilización del recurso sin ningún control es la actividad humana, ya que estos solo buscan beneficios para su presente, hablando en términos de diferentes actividades como el cambio de uso de la tierra (chaqueo), tala ilegal, quema de bosques con el fin de desarrollar actividades agrícola, para fine industriales o pastizales, para actividades

ganaderas, obteniendo como resultado la emisión de considerables cantidades de carbono a la atmosfera (Cruz Choque, 2008)

A nivel nacional

El programa nacional de conservación de bosques (2015), en un análisis, determinó que entre los años 2001-2014 se perdió en el Perú 1,653,255 hectáreas de bosque amazónico, con un promedio histórico de 118,089 ha/año y 177,585 ha durante el último año del periodo (ver Figura 1), ocupando el sexto lugar en tasas de deforestación en la cuenca amazónica, después de Ecuador, Bolivia, Venezuela, Colombia y Brasil (FAO, 2016) Fuente: Programa nacional de conservación de bosques, 2015

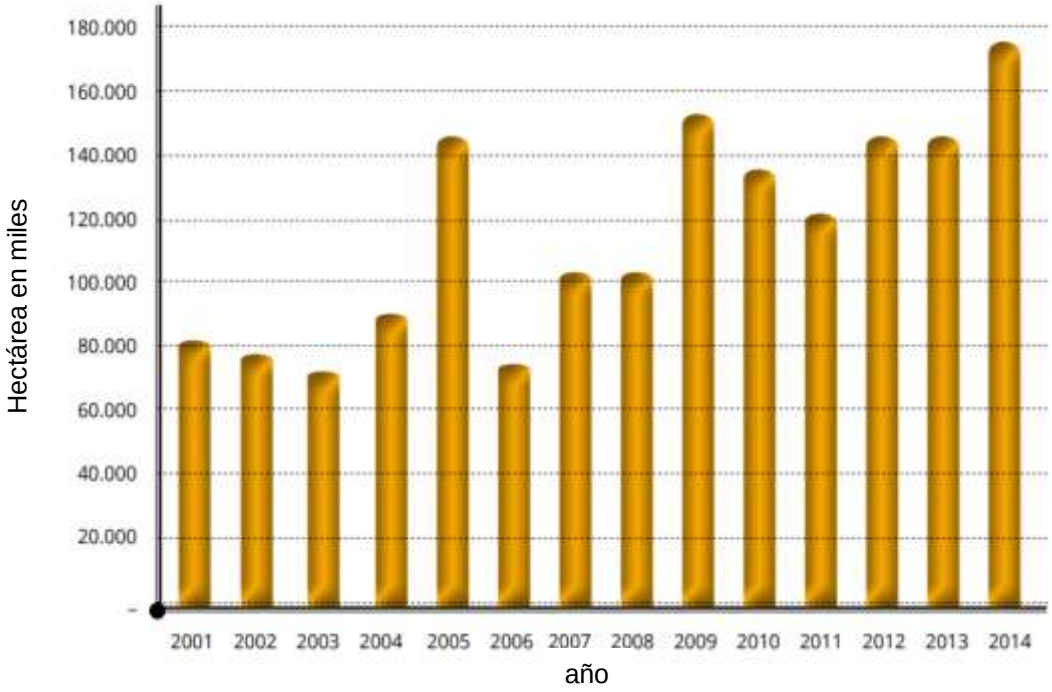


Figura 1. Pérdida Anual de bosques húmedos amazónicos 2001 - 2014

Fuente: Programa nacional de conservación de bosques, 2015

El ministerio de ambiente (2015), informó que las pérdidas por departamentos dentro del ámbito amazónico en el periodo de análisis 2010-2014 se tiene que los departamentos con mayor superficie deforestada son en orden de magnitud: San Martín, Loreto, Ucayali, Huánuco y Madre de Dios, juntos representan el 86% del total de deforestación acumulada en los últimos 5 años.

De igual forma estos departamentos acusan lógicamente las mayores tasas de deforestación **(ver Figura 2)**

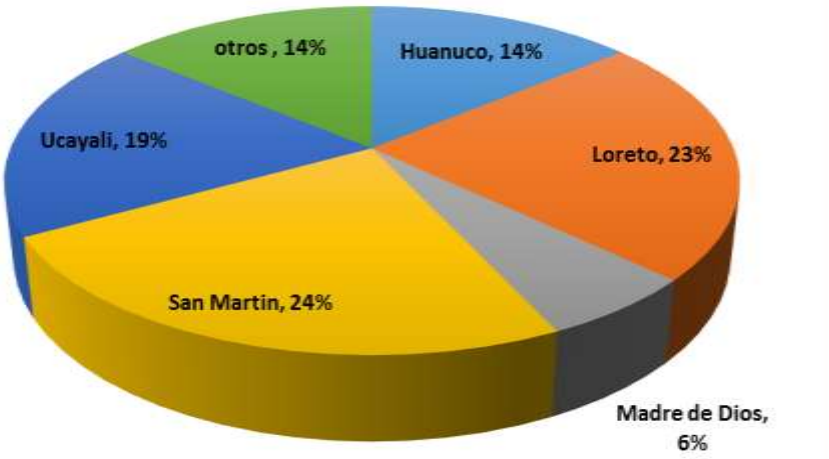


Figura 2. Los cinco departamentos más deforestados entre el 2010 - 2014

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2015.

En el estudio desarrollado por el Ministerio del Ambiente (2005), la clase de uso de la tierra que presenta mayor superficie es la clase mixta Bosque Secundario / Agricultura, con 3,168/ 727,48 ha, es decir un 44.18 % del total deforestado al año 2000, y, por el contrario, la clase que presenta la menor superficie es la clase de áreas sin vegetación con 65,564.64 ha (0.91 % del total de superficie deforestada).

Tabla 1. Tipos de clase de Uso de la Tierra en la Amazonia y el porcentaje de deforestación.

Clase de Uso de la Tierra	Superficie (ha)	% del total de deforestación
Bosque Secundario/Agricultura	3 168727.48	44.18
Bosque Secundario	2 067 765.17	28.83
Pasto	1 179 982.15	16.45
Agricultura	690 514.54	9.63
Áreas sin Vegetación	65 564.64	0.91
TOTAL	**7 172 553.97**	**100 .00**

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2005

A nivel Local

Gobierno Regional de Ucayali (2017)**,** realizó la clasificación de las coberturas para la Zonificación Económica y Ecológica, utilizando la metodología de CORINE Land Cover a una escala de 1:100 000, en la cual concluyen que, "El 14.3 % de las tierras del departamento de Ucayali están en conflicto de uso, de los cuales el 0.60 % están en conflicto por sobreuso y el 13.70 % en conflicto por subuso; significando pérdidas de nutrientes que son casi irrecuperables; a su vez, producen efectos negativos sobre la flora, fauna silvestre, la calidad del agua, entre otros.

Valdivia (2014)**.** Realizó la "Clasificación de la cobertura y uso del territorio para el año 2014 de la provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali", en el cual aplico la metodología Random Forest en el cual determino la y describió el uso actual del territorio, donde, el bosque con un área de 664,750.00 ha representa un 72% de la cobertura del distrito de Padre Abad, las diversas coberturas pertenecen a la metodología de leyenda CORINE Land Cover. El departamento de Ucayali cuenta con una importante cobertura boscosa, sin embargo, a lo largo de los años diversas actividades de origen antrópico han ido mermando este tipo de cobertura. Es importante identificar las nuevas coberturas o usos que vienen sustituyendo a la original cobertura boscosa. (Valdivia, 2014)

Montesino y Leyton (2017). Realizaron la "Clasificación del uso actual del territorio con la leyenda del IPCC nivel, aplicando algoritmo Random Forest, en un tramo de la carreta a la laguna Cashibococha, distrito de Yarinacocha – 2016", en el cual determinaron seis tipos de coberturas, las cuales fueron validadas con información complementaria, puntos de entrenamiento y umbrales solicitados por la propia metodología Random Forest.

Graña (2017). Realizo la investigación "Factores socieconómicos que influyen en el cambio de uso del suelo en el distrito de Curimaná, Ucayali. Pucallpa, Perú.*",* en la cual se evidencia que el cambio de uso del suelo se ve influenciado por el cultivo de palma aceitera que se desarrolla en ese distrito.

2.2. PLANTEAMIENTO TEÓRICO

Zhou C.H. Zhangguan Z. P. Zhao D (2008)**.** El uso del suelo y el cambio en la cobertura del suelo, asociado con los cambios climáticos se han convertido en un foco de estudio sobre las interacciones entre las actividades humanas y el medio ambiente natural. Cambio de la cubierta de la tierra puede ser considerado como uno de los más sensibles indicadores que hacen eco de estas interacciones.

Dalence et al (1999.) . En el transcurso de la historia, el suelo ligado a la productividad agropecuaria, además del cambio de cobertura del suelo, se han constituido en factores importantes para el crecimiento y desarrollo de todas las culturas. En los últimos 20 años, ha resurgido la importancia verdadera y real que tiene la conservación de los recursos naturales, y como componente de estos el recurso suelo como fuente de producción de alimento para la humanidad.

FAO (1996)**.** El crecimiento demográfico, la demanda, la expansión y la sobre-explotación del uso de las tierras con fines agrícolas están provocando una serie de trastornos al ecosistema, debido a que éstas actividades producen un cambio en la cobertura del suelo.

Dourojeanni et al (2009)**.** La mayor parte de la deforestación en la Amazonia peruana, y Andina en general, se debe a las actividades agropecuarias de pequeña escala practicada por colonos migrantes de la sierra. Como se sabe el principal contribuyente a la utilización del recurso sin ningún control es la actividad humana, ya que estos solo buscan beneficios para su presente, hablando en términos de diferentes actividades como el cambio de uso de la tierra (chaqueo), tala ilegal, quema de bosques con el fin de desarrollar actividades agrícola, para fines industriales o pastizales, para actividades ganaderas, obteniendo como resultado la emisión de considerables cantidades de carbono a la atmosfera (Cruz Choque, 2008)

2.2.1. Cobertura vegetal y el cambio de uso del suelo

La cobertura terrestre se reconoce mediante dos términos: cobertura y uso de la tierra. El primero, hace referencia a los aspectos presentes de la superficie de la tierra, independiente de su origen (natural o antrópico) involucra la fisonomía y composición de la cobertura vegetal, que son modelados espacialmente de forma continua (gradientes) o discreta (mosaico), representados a partir de mapas temáticos donde ilustran la variación de la superficie de acuerdo a un nivel de abstracción (Castilla, 2003). El segundo término, se aplica a los tipos de ocupación o utilización que de una cobertura hace el hombre, de forma temporal o permanente. (Etter, 1991), citado en (Montesinos & Tuesta, 2017)

La cobertura del terreno y el uso del terreno son dos elementos claves que describen al ambiente terrestre con a la naturaleza y las actividades humanas. El término “Cobertura del Terreno”, se aplica a aquellos objetos que se localizan sobre la superficie del planeta y que pueden ser de origen natural (bosques, glaciares, ríos, lagos, entre otros); o producidos y mantenidos por el hombre (carreteras, ciudades, presas, etc.); es estudiada por las ciencias naturales y se refiere al estado físico de la cobertura vegetal, está cobertura está determinada por factores biofísicos, como son el clima, topografía, tipo de suelos, disponibilidad de agua y el tipo de vegetación (Lopez, 2006)

El uso del suelo (terreno), se refiere a la manera en la cual las coberturas son utilizadas por el hombre, para satisfacer sus necesidades materiales y espirituales. En otro contexto el uso de suelo describe las actividades del hombre que se desarrollan sobre la superficie terrestre y al influir el humano en el ambiente para producir bienes y servicios este uso tiende a transformarse. (Pineda, 2011)

El cambio de uso de suelo se define como “La remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales” (Semarnat, 2003). En forma pragmática, el concepto de cambio del suelo se refiere al resultado de las actividades socioeconómicas que se desarrollan sobre una cobertura, la cobertura se refiere a los objetos que se

distribuyen sobre un territorio determinado (Bocco, 2001). Asimismo, el cambio de uso de suelo se puede concebir como la suma de las transiciones físicas del uso del suelo asociado a las acciones humanas a través del tiempo.

Los estudios sobre los procesos de cambio en la cobertura y uso del suelo se encuentran en el centro de la atención de la investigación ambiental actual y es un tema de interés para los gobiernos y los pueblos. La mayor parte de los cambios ocurridos en los ecosistemas terrestres se deben a:

- ✓ Conversión en la cobertura del terreno.
- ✓ Degradación del terreno.
- ✓ Intensificación en el uso del terreno (Ponce, 2010)

Estos procesos, usualmente englobados en lo que se conoce como deforestación o degradación forestal, se asocian a impactos ecológicos importantes en prácticamente todas las escalas. ((Ponce, 2010).

La deforestación es una de las principales fuentes de las emisiones de gases de efecto invernadero, siendo las actividades como agricultura y ganadería las que generan mayores impactos a los bosques amazónicos. Las causas de la deforestación en la Amazonia se relacionan con diversas actividades que realizan los pobladores de la Amazonía para su sustento de vida. En el Perú se están dando a menor escala cambios de pequeñas áreas agrícolas a grandes plantaciones industriales productores de soja y carne, aceite de palma, caña de azúcar y otros productos destinados a los mercados mundiales. No obstante, es crucial monitorear las causas principales de la deforestación y sus posibles impactos. (Chávez, et al, 2011)

2.2.2. Cambio de Uso de la Tierra en Ucayali

En este estudio desarrollado en el año 2005 por el Programa de Fortalecimiento de Capacidades Nacionales para manejar el Impacto del Cambio Climático y la Contaminación del, se realizó un resumen enfocado principalmente a los tipos de cambio de uso de tierra encontrados en el departamento de Ucayali al año 2000 (MINAM, 2005).

Tabla 2. Tipos de uso de la tierra acumuladas al año 2000 en Ucayali

Departamento	Tipos de Uso de la Tierra	Superficie (ha)	%
	Agricultura	25 356.29	3.67
	Pastizales	117 810.88	9.98
UCAYALI	Bosque Secundario	213 223.08	10.31
	Bosque Secundario/Agricultura	265 194.31	8.37
	Áreas sin Vegetación	5 479.85	8.36
TOTAL		**627 064.40**	**40.69**

Fuente: Adaptado del estudio desarrollado por el Ministerio del Ambiente, 2005

2.2.3. Bosques y sus características

El bosque es definido por tierras que se extienden por más de 0.5 hectáreas dotadas de árboles de una altura superior a 5 mts y una cubierta de copas superior al 10%, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ. No incluye la tierra sometida a un uso predominantemente agrícola o urbano. (FAO, 2005)

2.2.4. Modelos y estudios de cambios de uso de suelo

La cuantificación de cambios de uso de suelo a través de la percepción remota junto con las herramientas de análisis que ofrecen los Sistemas de Información Geográfica para modelar los procesos de cambio es una forma muy eficaz para comprender la dinámica de cambio de un territorio.

Los modelos de cambio de uso se han transformado en una poderosa herramienta de análisis espacial orientada, principalmente, a los siguientes aspectos: (a) Explorar los variados mecanismos que fuerzan los cambios de uso del suelo y las variables sociales, económicas y espaciales que conducen a esto; (b) Proyectar los potenciales impactos ambientales y socioeconómicos derivados de los cambios en el uso del suelo, y; (c) Evaluar la influencia de alternativas políticas y regímenes de manejo sobre los patrones de desarrollo y uso del suelo (Aguayo et al, 2006) citado en (Pineda, 2011)

Los modelos de cambio de uso del suelo usan parámetros simples, incluyendo la extensión de las actuales áreas urbanas, las principales vías de transporte, la distancia a los mercados de trabajo, bienes e insumos, las condiciones topográficas y la existencia de tierras en situación especial (i.e. áreas protegidas, zonas de drenaje). El foco principal en el esfuerzo de la modelación, es la identificación de los factores físicos y socioeconómicos que determinan o condicionan la presión sobre el cambio de uso del suelo en un territorio determinado. (Bense, 2007)

2.2.5. Percepción Remota o Teledetección

Chuvieco (2002) define la teledetección como aquella técnica que permite obtener información a distancia de los objetos situados sobre la superficie terrestre. Cualquier sistema de teledetección debe poseer tres elementos esenciales: sensor, objeto observado y el flujo energético que los pone en relación y permite, en última instancia, detectar el objeto. Este flujo de energía puede originarse por reflexión de la luz solar, de un tipo de energía emitida por el propio objeto, o por el sensor. Son estas tres formas la manera de adquirir información a partir de un sensor remoto: por reflexión, por emisión y emisión-reflexión

En la siguiente figura se puede ver el proceso de captura de imágenes de la superficie terrestre:

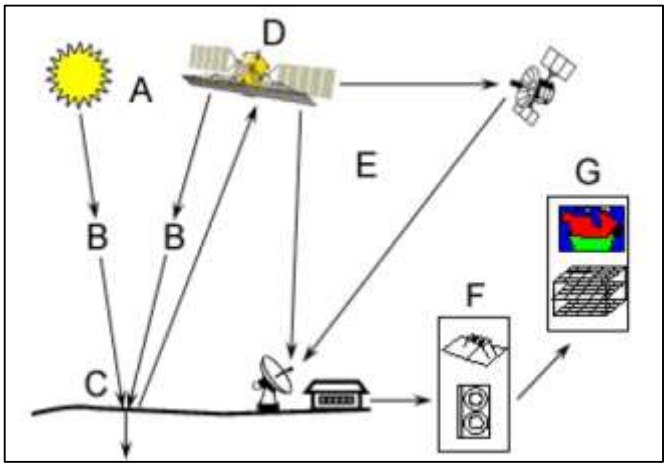


Figura 3. Elementos de un proceso de teledetección.

Fuente: (Carlos Eduardo Ponce Villacis, 2008)

A. Fuente de Energía: Se debe disponer de una fuente de energía que ilumine o provea radiación electromagnética al objeto de interés, en este caso es el sol.

B. Radiación y la atmósfera: La interacción entre la energía y la atmósfera se ve afectada tanto desde la fuente al objeto como del objeto al sensor.

C. Interacción con el objeto: La energía interactúa con el objeto dependiendo de las propiedades de este y de la radiación incidente.

D. Detección de energía por el sensor: Existen varios sensores remotos que recogen y graban la radiación electromagnética reflejada o emitida por el objeto y la atmósfera.

E. Transmisión, Recepción y Procesamiento: La energía almacenada por el sensor es transmitida a una estación de recepción y procesamiento donde los datos son convertidos a imágenes con sus respectivas correcciones.

F. Interpretación y análisis: La imagen procesada se interpreta, visualmente y/o digitalmente, para extraer la información requerida de la superficie terrestre.

G. Aplicación: Se aplica la información extraída de las imágenes satelitales de la superficie terrestre para un mejor entendimiento del mismo ayudando a resolver un problema particular.

2.2.6. Percepción remota y el análisis de cambio de uso del suelo

Las imágenes de satélite ofrecen una perspectiva única de la Tierra, de sus recursos y del impacto que sobre ella ejercen los seres humanos, dentro de un territorio se pueden reconocer diversos patrones espaciales, las imágenes de satélite ayudan a este reconocimiento de patrones y representan una valiosa herramienta para adquirir información de un fenómeno u objeto, estas imágenes se obtienen mediante sensores instalados en plataformas espaciales, en virtud de la interacción electromagnética existente entre la tierra y el sensor, siendo la fuente de radiación el sol o el propio sensor. (Pineda, 2011)

En el estudio de la cobertura vegetal y el uso de la tierra, los sensores remotos juegan un papel importante en términos de la adquisición de datos, por

la capacidad que ofrecen para entregar información multitemporal, determinada por la frecuencia de toma de datos, que posibilita la cuantificación y el seguimiento de los cambios que ocurren en las coberturas objeto de estudio (Etter, 1991) citado en (Montesinos & Tuesta, 2017).

Valdivia, L. (2014) hizo uso de la teledetección para la identificación de las coberturas vegetales y usos del territorio de la provincia de Padre Abad. logró identificar (cualitativa y cuantitativamente), nombrar (de acuerdo al uso de la leyenda CORINE Land Cover adaptada para Perú por el Ministerio del Ambiente) y mapear las principales clases de coberturas y usos del territorio de la provincia de Padre Abad encontrándose entre las clases más representativas por su extensión a los bosques, con un área estimada de 664,750 ha que corresponde al 72% del territorio de la provincia y la clase de áreas agrícolas, con aproximadamente 195,811 ha que representa un 21% de la provincia de Padre Abad.

2.2.7. Imágenes de Satélite Landsat

El satélite Landsat fue de los primeros en proveer una cobertura global de la superficie de la tierra; han venido colectando imágenes de la superficie de la tierra por más de cuatro décadas. La NASA lanzó el primer satélite el 23 de julio de 1972 y el último en 2013, actualmente está dirigido por la empresa particular COSAT. Landsat suministró la primera base de datos de la Tierra completa. Los millones de imágenes obtenidas a través de los sensores a bordo de estos satélites han sido una importante fuente de información para la gente que trabaja en áreas como la agricultura, la geología, la planeación regional, investigaciones concernientes a detección de cambios. (Pineda, 2011)

Satélite	Sensores	Fecha de lanzamiento/Fuera de servicio	Altitud (km)	Inclinación (grados)	Periodo (min)	Ciclo de repetición (Días)	cruce ecuatorial (a.m.)
Landsat 5	TM	1/03/1984 – 05/06/2013	705	98.2	98.2	16	09:45
Landsat 8	OLI / TIRS	11/02/2013 – En operación	705	98.2	98.2	16	10:00

Figura 4. Datos de satélites

Fuente: Manual de teledetección intermedio con Envi – Master GIS, 2018

Landsat TM (Thematic Mapper): La segunda generación de Landsat consta de 2 satélites, lanzados en 1982 y en 1984. Landsat 4 ya no funciona, Landsat 5 es el único de los 7 satélites que sigue aún funcionado. Estos satélites fueron equipados con un sensor 'Thematic Mapper' y con un MSS. El TM fue derivado del MSS, pero fue mejorado espectral y espacialmente; puesto que colecta la información en 7 bandas y la resolución del píxel es de 30 m; excepto en la banda 6. (Pineda, 2011)

Landsat 8 utiliza dos sensores, el Operacional LandImager (OLI) y el ThermalInfraRed Sensor (TIRS). Estos dos instrumentos recogen datos de imagen de nueve bandas de onda corta y dos bandas térmicas de onda larga, respectivamente. El satélite ha sido desarrollado con una vida útil 5,25 años la misión, pero tiene suficiente combustible a bordo para brindar por más de diez años de operaciones. El Landsat 8 fue lanzado el 11 de febrero de 2013. (Pineda, 2011)

2.2.8. Clasificación de imágenes

La clasificación espectral es la base fundamental para mapear objetivamente las áreas de una imagen que tiene características espectrales (reflectancia) similares. Las clasificaciones se conciben también como una manera de comprimir el contenido de información de la imagen (reducción de la información de varias bandas a una imagen clasificada). No hay límites teóricos sobre la dimensionalidad de información usada para una clasificación, aunque la clasificación de un número grande de bandas puede ser una limitación (computacionalmente intensivo). Se recomienda realizar clasificaciones con imágenes (bandas) con alto contenido de información y una proporción grande de señal/ruido. Existen diferentes métodos para clasificar una imagen (Pineda, 2011), de los cuales dos son los más representativos:

Clasificación no supervisada

Según Rodríguez, et al. (2007) citado en Montesinos y Leyton (2017), este método de mapeo de clases no requiere de campos de prueba. El agrupamiento de clases es meramente estadístico y depende de la capacidad del algoritmo aplicado de asociar el valor del pixel registrado en la imagen satelital con la evaluación de las firmas espectrales obtenidas al finalizar el proceso.

Clasificación supervisada

La clasificación supervisada es el procedimiento más usado para un análisis cuantitativo de la imagen y es controlado por la persona que realiza la clasificación. Este tipo de clasificación usa algoritmos adecuados para etiquetar píxeles que se usan como representantes de cada tipo de cobertura o clase seleccionada; estos píxeles etiquetados forman campos de entrenamiento (reconocimiento de la firma espectral) que sirven para identificar a los miembros de cada clase. Esta asociación de clases se basa en un modelo de distribución probabilística de las clases de interés. El espacio multiespectral es partido dentro de clases específicas usando una localización óptima de las superficies. En la clasificación supervisada es necesario contar con información adicional como son Fotografías aéreas, mapas temáticos, etc. para poder definirla asignación de los píxeles de la imagen a una clase previamente seleccionada (Richards y Jia, 1999) citado en (Pineda, 2011)

2.2.9. Programa CORINE Land Cover

Este gran interés en el estudio de los cambios de uso y cobertura de suelo ha llevado a generar proyectos a nivel internacional que registren, identifiquen y sistematicen los cambios de uso y cobertura de suelo producidos en el territorio. Uno de estos proyectos es el programa europeo CORINE (Coordination of Information on the Environment), que nació con el objetivo de capturar datos de tipo numérico y geográfico para la creación de una base de datos europea a escala 1:100.000 sobre la Cobertura y/o Uso del Territorio. Luego aparecieron proyectos relacionados, como Land Cover, cuyo objetivo era proporcionar información localizada geográficamente sobre los usos y coberturas del suelo de los estados miembros de la Unión Europea. De este modo, se pretendía que esta información, básica para el control medioambiental, fuera homogénea para toda la comunidad. (Sandoval , 2011)

El requisito básico para implementar el programa es la existencia de cambios espectrales, que son detectados mediante el uso de sensores remotos; estos cambios son visiblemente percibidos en la comparación de dos imágenes tomadas en diferentes periodos de tiempo, y los resultados se presentan en forma de polígonos, líneas o puntos (Feranec et al. 2007). Estos resultados

toman alta importancia científica, ambiental y política como base para el ordenamiento territorial, orientado a la toma de decisiones, la formulación de políticas de protección y conservación de los recursos naturales (Alva y León 2014).

2.2.10. Programa CORINE Land Cover Perú

En el Perú, el Ministerio del Ambiente (MINAM) en cumplimiento a sus funciones y competencias asignadas en materia de Ordenamiento Territorial, emitió la Resolución Ministerial N° 135-2013-MINAM, que aprueba la Guía Metodológica para la elaboración de los Instrumentos Técnicos Sustentatorios para el Ordenamiento Territorial.

En principio la Leyenda CORINE Land Cover adaptada al Perú es una leyenda jerárquica de 4 niveles con 74 clases de coberturas y usos de la tierra. Nivel I (6u), Nivel II (19u), Nivel III (43u), Nivel IV (6u) la propuesta de una leyenda estándar permite realizar comparaciones entre las unidades establecidas a nivel Nacional (MINAM, 2012).

La metodología usó como insumos rasters (imágenes satelitales y modelos de elevación digital) de la zona de estudio, áreas de entrenamiento para las diferentes coberturas y usos a identificar e información complementaria que se genera a partir de las dos primeras. Asimismo, se requirió el uso de softwares que permitieron el procesamiento de las imágenes satelitales, la determinación de las clases a identificadas y la integración de los resultados. Un mapa de cobertura y uso actual de las tierras, permite conocer (sin necesidad de recorrer in situ) la orientación y distribución espacial de las principales actividades económicas y productivas del medio a estudiar para un momento determinado. Esta Información puede servir como punto de partida, para la toma de decisiones públicas o privadas, tendientes a efectuar o implementar programas de reordenamiento territorial, como consecuencia de la aplicación de recomendaciones técnicas, propuestas por los estudios de Zonificación ecológica y Económica, orientadas hacia el desarrollo rural sostenible. (Valdivia, 2014)

Tabla 3. Propuesta de la Leyenda CORINE Land Cover Adaptado para el Perú

NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III	NIVEL IV
1. Áreas Artificializadas	1.1 Áreas urbanizadas	1.1.1 Tejido urbano continuo	
		1.1.2 Tejido urbano discontinuo	
	1.2 Áreas industriales e infraestructuras	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 Artificializadas, no agrícolas	1.4.1 Áreas verdes urbanas	
		1.4.2 Instalaciones recreativas	
2. Áreas Agrícolas	2.1 Cultivos transitorios		
	2.2 Cultivos permanentes		
	2.3 Pastos		
	2.4 Áreas agrícolas heterogéneas		
	2.5 Mosaico de áreas agrícolas y áreas mayormente naturales		
3. Bosques y áreas mayormente naturales	3.1 Bosques	3.1.1 Bosque denso bajo	
		3.1.2 Bosque abierto bajo	
		3.1.3 bosque denso alto	
		3.1.4 Bosque abierto alto	
		3.1.5 Bosque fragmentado	
	3.2 Bosque 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 en transición	3.3.3.1 Vegetación arbustiva / herbácea densa
			3.3.3.2 Vegetación arbustiva / herbácea abierta
		3.3.4 Vegetación arbustiva / herbácea	
		3.3.5 Arbustal / área intervenida	
		3.3.6 Herbazal / área intervenida	
		3.3.7 Arbustal - Herbazal / área intervenida	
	3.4 Área sin o con poca vegetación	3.4.1 Áreas arenosas naturales	
		3.4.2 Afloramientos rocosos	
		3.4.3 Tierras desnudas (incluye áreas erosionadas naturales y también degradadas)	
		3.4.4 Áreas quemadas	
		3.4.5 Glaciares	
4. Áreas húmedas	4.1 Áreas húmedas continentales	4.1.1 Áreas pantanosas	
		4.1.2 Turberos y bofedales	
		4.1.3 Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	
	4.2 Áreas húmedas costeras	4.2.1 Pantanos costeros	
		4.2.2 Salitral	
		4.2.3 Sustratos y sedimentos expuestos en bajamar	
5. Superficies de agua	5.1 Aguas continentales	5.1.1 Ríos (50 m)	
		5.1.2 Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	
		5.1.3 Lagunas, lagos y ciénagas naturales estacionales	
		5.1.4 Canales	
		5.1.5 Cuerpos de agua artificiales	
	5.2 Aguas costeras	5.2.1 Lagunas costeras	
		5.2.2 Mares y océanos	
		5.2.3 Estanques para acuicultura marina	
6. Nubes	6.1 Nubes		
	6.2 Sombras		

Fuente: MINAM 2012, citado en AIDER, 2014

2.2.11. Tasa de cambio de cobertura y uso del suelo

La tasa de cambio es un indicador de presión que permite conocer la magnitud y velocidad con que se está presentando este proceso, su evaluación es necesaria para conocer la dinámica y magnitud del cambio, así como sus efectos. La mejor forma de cuantificar este proceso es mediante el análisis de la dinámica de la cubierta vegetal relacionándola con el espacio tiempo (Berry et al, 1998. Citado por Velásquez et al, 2002). La FAO (1996) propone la siguiente formula que expresa el cambio en porcentaje de la superficie del año inicial:

Donde:

$$tc = \left[\left({}^{S_2}/_{S_1}\right)^{\frac{1}{n}} - 1\right] x\ 100$$

Tc= tasa de cambio (en %)

S1= superficie en la fecha inicial

S2= superficie en la fecha final

n= diferencia de años entre fecha inicial y final

2.2.12. Vía Vecinal

Según el manual de Carreteras – Diseño geométrico del Ministerio de Transportes y comunicaciones (2014), son vías transitables, que no alcanzan las características geométricas de una carretera, que por lo general tienen un índice medio diario anual menor a 200 veh/día. Sus calzadas deben tener un ancho mínimo de 4,00 m, la superficie de rodadura puede ser afirmada o sin afirmar.

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

2.3.1. Análisis Multitemporal

La metodología de análisis multitemporal, es una técnica de análisis que permite obtener conclusiones diferenciadas relacionadas con las transformaciones espaciales de una región. El procesamiento multitemporal implica que las series de datos provenientes de diferentes fechas, tienen que convertirse en un conjunto único de datos. Según Meh y Peinado (1997).

2.3.2. Calibración Radiométrica

Este proceso permite convertir la información de la imagen original (bruta) de cada pixel, de Niveles Digitales -ND- a Niveles de Reflectancia captada por el sensor en el tope de la atmosfera, es decir, sin los efectos de la misma, lo que permite disminuir los efectos de dispersión o absorción causados por la presencia de partículas en la atmósfera.

2.3.3. Corrección Atmosférica

La corrección atmosférica es utilizada para eliminar el efecto de la dispersión de la radiación electromagnética originada por parte de los gases y partículas en suspensión de la atmósfera.

2.3.4. Deforestación

Es la transformación del bosque en otro uso de la tierra o reducción de la cubierta de copa por debajo del umbral mínimo del 10%. (FAO, 2005). Por otro lado, la convención marco sobre el cambio climático define “deforestación” como la conversión por actividad humana directa de tierras boscosas en tierras no forestales. (MINAM, 2015)

2.3.5. Firmas Espectrales

Se llama firma espectral a la radiación reflejada en función de la longitud de onda. Diferentes tipos de superficies, como el agua, la tierra desnuda o la vegetación, reflejan la radiación de manera distinta en varios canales.

2.3.6. Imágenes Satelitales

Los satélites de observación de recursos naturales orbitan a unos 700 km. de altura en sentido Norte – Sur, y llevan a bordo una serie de sensores que captan la radiación solar reflejada por las distintas zonas de la superficie terrestre, y las separa en diversas bandas del espectro electromagnético. A medida que el satélite avanza en su órbita, va "observando" líneas de pequeños elementos, las que, ubicadas una al lado de la otra, forman cuadros llamados imágenes satelitales. (Hurtado, Lombardi, & Bejar, 2008)

2.3.7. Mapas

Un mapa es una representación gráfica y métrica de una porción de territorio generalmente sobre una superficie bidimensional, pero que puede ser también esférica como ocurre en los globos terráqueos.

2.3.8. Percepción Remota

La teledetección o percepción remota es la ciencia y el arte de obtener información acerca de un objeto, área, o fenómeno a través del análisis de datos adquiridos por un dispositivo que no está en contacto con el objeto, área o fenómeno bajo investigación (Lillesand, 2004). Por otra parte Chuvieco (2008) define la teledetección como aquella técnica que permite obtener información a distancia de los objetos situados sobre la superficie terrestre.

2.3.9. Pixel

La unidad más pequeña de una imagen de satélite, es muy importante: los píxeles, juntos, proporcionan toda la información que compone una imagen entera.

2.3.10. Raster

Datos geográficos digitales que usan celdas de igual tamaño que, poseen un valor.

2.3.11. Resolución

La resolución de una imagen es la distancia más pequeña que el sensor puede identificar.

2.3.12. Uso del suelo

Uso de suelo se entiende por “el destino asignado por el hombre a cada unidad de territorio” es decir, la función humana que se da al espacio en tanto la cobertura de suelo se refiere a “las unidades vegetales que cubren la superficie terrestre” (Romero, 2005).

2.3.13. Sistemas de Información geográfico

Un SIG es un sistema de información compuesto por hardware, software y procedimientos para capturar, manejar, manipular, analizar, modelizar y representar datos georreferenciados, con el objetivo de resolver problemas de gestión y planificación” (Comas y Ruiz, 1993, Lucioni, 2007, citado por Valdivia, 2015).

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

Por la finalidad de la investigación es de tipo aplicada, descriptiva cuantitativa no experimental; por el tratamiento de los datos se mantiene la función cuantitativa, de campo y gabinete.

Según la naturaleza y el objeto del estudio se aplicarán protocolos establecidos por el Ministerio del ambiente (2015), se obtendrán las capas de uso del suelo para todos los periodos y el lapso de tiempo, a través de la aplicación de técnicas de teledetección empleando la metodología CORINE Land Cover.

Con respecto al periodo de tiempo de análisis, el estudio será longitudinal, ya que se evaluó el fenómeno entre 1985 y 2018. Dividido por periodos de años, siendo el Periodo 1 (1985 – 1990), Periodo 2 (1990 – 1995), Periodo 3 (1995 – 2000), Periodo 4 (2000 – 2005), Periodo 5 (2005 – 2010), Periodo 6 (2010 – 2015) y lapso 1 (2015 – 2018).

3.2. ÁREA DE ESTUDIO

El trabajo de investigación se desarrolló en la vía vecinal UC - 561 se encuentra ubicado en el distrito de Campo Verde, con una longitud de 13.30 km, el área de influencia cuenta con una superficie total de 1326.20 ha, está ubicado en la longitud 74° 56´ O y latitud 8° 41´ S, con altitud promedio de 193 m.s.n.m., en la provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali.



Figura 5. Mapa de Ubicación Localización de la vía vecinal UC - 561

3.2.1. Situación actual de la vía vecinal

El área de estudio, la vía vecinal UC – 561, fue registrada con fecha 24 de noviembre del 2014, en los registros de la Sub Gerencia de Ordenamiento Territorial actualmente Dirección General de Ordenamiento Territorial, cuenta con una longitud de 13.30 km, además se identificó un centro poblado, de acuerdo a las bases gráficas, el cual es, centro poblado La Frontera. El clima es caluroso – húmedo, muy tropical propio de la subregión selva baja, se caracteriza por temperaturas regularmente constantes con promedios de 25ºC, alcanzando temperaturas máximas de 33.7ºC y mínimas de 18.9ºC, excepcionalmente puede llegar hasta los 41ºC; la humedad es alta, entre 83 % y 90 %, las lluvias en los meses de octubre hasta abril son muy intensas, y la precipitación anual es de 2,500 mm; algunas veces llega a los 5,000 mm.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. Población

La población lo constituye el área total, dentro de un buffer de 500 mts a ambas márgenes de la vía vecinal UC – 561, con un área de 1326.20 ha.

3.3.2. Muestra

Para determinar una muestra donde la variable no es cuantitativa sino categórica, se debe emplear la distribución binomial de probabilidad (Chuvieco, 2008). La expresión es:

$$n = \frac{z^2 * p * q}{e^2}$$

Donde:

n: tamaño de la muestra.

z: Nivel de confianza (Tomando un 95% de confiabilidad) (Z = 1.96)

p: Indica el porcentaje de aciertos estimados. (85%)

q: Indica el porcentaje de errores (15%)

e: error permitido (10%)

Con la aplicación de la formula se estima que el tamaño de muestra (puntos de entrenamientos) fue de 50 puntos (ver figura 88 en el Anexo 1) de los cuales 36 puntos (72%) fueron validados con visitas en campo y 14 puntos (28%) fueron validadas con imágenes de alta resolución, estos puntos fueron generados a través de un muestreo aleatorio simple, el cual será ejecutado a través del software ArcGis, con su herramienta “Create Random Point”.

3.4. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

a) Materiales

- Tablero de campo
- Útiles de escritorio
- Botas de jebe
- Linterna
- Pilas
- Carpa
- Machete
- Capota

b) Equipos

- GPS Garmin Map 62
- Laptop Core i7/ 16gb de RAM/ 3tb de HDD/+ 1 monitor de 29”
- Cámara fotográfica
- Impresora

c) Programas

- Programa ArcGis 10.4.1 (versión de Prueba)
- Software ENVI 5.3 (versión de Prueba)
- Microsoft Office 2016
-

3.5. METODOLOGÍA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.5.1. Fase previa de gabinete

Se descargó ocho (8) imágenes satelitales de los años 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 y 2018, descargadas del servidor WEB de la NASA y Servidor WEB European Space Agency. Las imágenes fueron procesadas con ayuda del programa ENVI 5.3 (versión de prueba).

La imagen de satélite ortorectificado Landsat LC 8 de acuerdo a la ubicación de la vía vecinal corresponde al código de path (006) - row (066), con resolución de 30 metros en bandas multiespectral y 15 metros en la banda pancromática.

Las imágenes de satélite ortorectificado Landsat LT 5 corresponden al código de Path (006 y 007) – Row (066), con resolución de 30 mts en bandas multiespectral.

En la figura 6 se muestra las características ya mencionadas de las imágenes de satélite Landsat 5 TM y en la figura 7 se muestra las características de la imagen Landsat 8 OLI

Satélite	Bandas espectrales	Longitudes de Onda (µm)	Resolución
Landsat Thematic Mapper 5 (TM5)	Banda 1-Azul	0,45-0,52	30m
	Banda 2-Verde	0,53-0,61	30m
	Banda 3-Rojo	0,63-0,69	30m
	Banda 4-Infrarojo cercano	0,78-0,90	30m
	Banda 5-Infrarrojos de onda corta	1,55-1,75	30m
	Banda 6-Infrarojo térmico	10,4-12,5	60m
	Banda 7-Infrarojos de onda corta	2,09-2,35	30m

Figura 6. Características de la imagen de satélite Landsat 5 TM

Fuente: (Roy D. P.,et al 2014) citado en Tuesta (2017)

Satélite	Bandas Espectrales	Longitud de Onda (µm)	Resolución
OLI	Banda 1-Costero/Aerosol	0,433-0,453	30m
	Banda 2-Azul	0,450-0,515	30m
	Banda 3-Verde	0,525-0,600	30m
	Banda 4-Roja	0,630-0,680	30m
	Banda 5-Infrarrojo cercano (NIR)	0,845-0,885	30m
	Banda 6-Infrarrojo de onda corta (SWIR 1)	1,560-1,660	30m
	Banda 7-Infrarrojo de onda corta (SWIR 2)	2,100-2,300	30m
	Banda 8-Pancromátca	0,500-0,680	15m
	Banda 9-Cirrus	1,360-1,390	30m

Figura 7. Características de la imagen de satélite Landsat 8 OLI

Fuente: (Roy D. P.,et al 2014) citado en Tuesta (2017)

Así mismo se descargó la imagen Sentinel 2B de código 18LWR para realizar validaciones en caso esta las requiera y de la misma forma se obtuvo una imagen del Satélite Peruano Peru_sat del mes de septiembre 2018 con la misma finalidad que la imagen Sentinel.

Tabla 4. Imágenes satelitales

AÑO	DETALLE	FUENTE	APLICACIÓN	RGB
1985	Imagen Landsat LT 05 LT5_006066_1985195	Servidor Web de la NASA (U.S. Department of the Interior U.S. Geological Survey URL: https://earthexplore.usgs.gov)	clasificación	543
1990	Imagen Landsat LT 05 LT5_006066_1990225	Servidor Web de la NASA (U.S. Department of the Interior U.S. Geological Survey URL: https://earthexplore.usgs.gov)	clasificación	543
1995	Imagen Landsat LT 05 LT5_007066_1995118	Servidor Web de la NASA (U.S. Department of the Interior U.S. Geological Survey URL: https://earthexplore.usgs.gov)	clasificación	543
2000	Imagen Landsat LT 05 LT5_006066_2000189	Servidor Web de la NASA (U.S. Department of the Interior U.S. Geological Survey URL: https://earthexplore.usgs.gov)	clasificación	543
2005	Imagen Landsat LT 05 LT5_006066_2005234	Servidor Web de la NASA (U.S. Department of the Interior U.S. Geological Survey URL: https://earthexplore.usgs.gov)	clasificación	543
2010	Imagen Landsat LT 05 LT5_006066_2010232	Servidor Web de la NASA (U.S. Department of the Interior U.S. Geological Survey URL: https://earthexplore.usgs.gov)	clasificación	543
2015	Imagen Landsat LC 08 LC8_006066_2015214	Servidor Web de la NASA (U.S. Department of the Interior U.S. Geological Survey URL: https://earthexplore.usgs.gov)	clasificación	543
2018	Imagen Sentinel 2B T18LWR_A007873_20180908T1	Servidor Web de la NASA (U.S. Department of the Interior U.S. Geological Survey URL: https://earthexplore.usgs.gov)	Validación	432
2018	PERÚ _SAT 20180909151559_PMS	Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial	Validación	-
2018	Imagen Landsat LC 08 LC8_006066_2018254	Servidor Web de la NASA (U.S. Department of the Interior U.S. Geological Survey URL: https://earthexplore.usgs.gov)	clasificación	432

En la tabla 5 se muestra las dos combinaciones de bandas que se utilizó, las combinaciones de color natural y color infrarrojo

Tabla 5. Combinaciones de banda Landsat 5 TM

COMBINACIONES DE BANDA	RGB
Color natural	**543**
Color infrarrojo	**432**

Fuente: (Franz, 2017)

En la tabla 6 se muestra las diversas combinaciones de bandas con el satélite Landsat 8, de las cuales para esta investigación se utilizó, las combinaciones de color natural, falso color urbano, color infrarrojo y análisis de vegetación.

Tabla 6. Combinaciones de banda Landsat 8 LC

COMBINACIONES DE BANDA	RGB
Color natural	**432**
falso color Urbano	**764**
Color infrarrojo	**543**
Agricultura	**652**
Penetración Atmosférica	**765**
Vegetación saludable	**562**
Tierra/agua	**564**
Natural con remoción atmosférica	**753**
Infrarrojo de onda corta	**754**
Análisis de vegetación	**654**

Fuente: (Franz, 2017)

Para la información cartográfica y temática oficial, fue necesario contar con los Shapefiles. Los shapefiles básicos utilizados en el estudio fueron adquiridos de diferentes fuentes, debiendo ser descargados desde el portal web del Geoservidor MINAM y otros que fueron adquiridos del portal web del Gobierno Regional de Ucayali e información de sus Direcciones Regionales y/o Gerencias Regionales, así mismo se recopiló información del Instituto Nacional de Estadística e informática (INEI) a través de su biblioteca virtual, además de los Gobiernos Locales (Municipalidad provincial de Coronel Portillo y la Municipalidad Distrital de Campo verde) a través de sus áreas de catastro y desarrollo urbano, siendo almacenadas en un geodatabase.

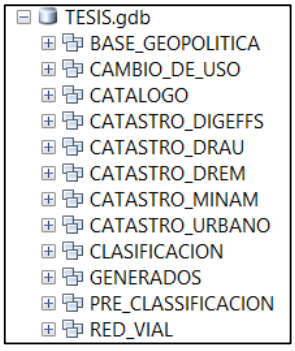


Figura 8. Bases de datos obtenidas

De igual manera, se realizó una visita previa, para reconocer las vías de acceso a la zona, el tiempo aproximado de recorrido y reconocer el centro poblado, La frontera.

El ingreso a la zona de interés es por vía terrestre, tomando como punto de partida la ciudad de Pucallpa, en ruta a la ciudad de Neshuya, ubicado en el kilómetro 60 de la Carretera Federico Basadre, hasta la entrada del centro poblado La frontera, ingresando los 13.30 Kilómetros por la vía vecinal.



Figura 9. Vista de rutas y accesos

Fuente: Google Earth – Satélite Copernicus

La entrada a la Vía Vecinal UC – 561 se encuentra ubicado a la altura de la empresa OLAMSA en el kilómetro 59, al frente de la mencionada empresa, se encuentra ubicado el Centro Poblado la Frontera perteneciente al sector el Cóndor.

3.5.2. Fase de Gabinete

Se describe a continuación la metodología en cuanto al objetivo al que se desea llegar:

- **Para describir las categorías del cambio de uso de suelo**

En base a las imágenes satelitales descargadas, se trabajó con el software Arcgis 10.4.1, para generar el área de influencia de la Vía vecinal UC – 561, a

través de herramienta Buffer integrado en el software, de la misma forma con el software Envi 5.3, se cargó las imágenes satelitales para realizar una inspección visual de las posibles categorías de suelo en base a la metodología de leyenda CORINE Land Cover.

En la figura 10 se muestra el diagrama de flujo de los procesos realizados para el procesamiento de las imágenes satelitales.

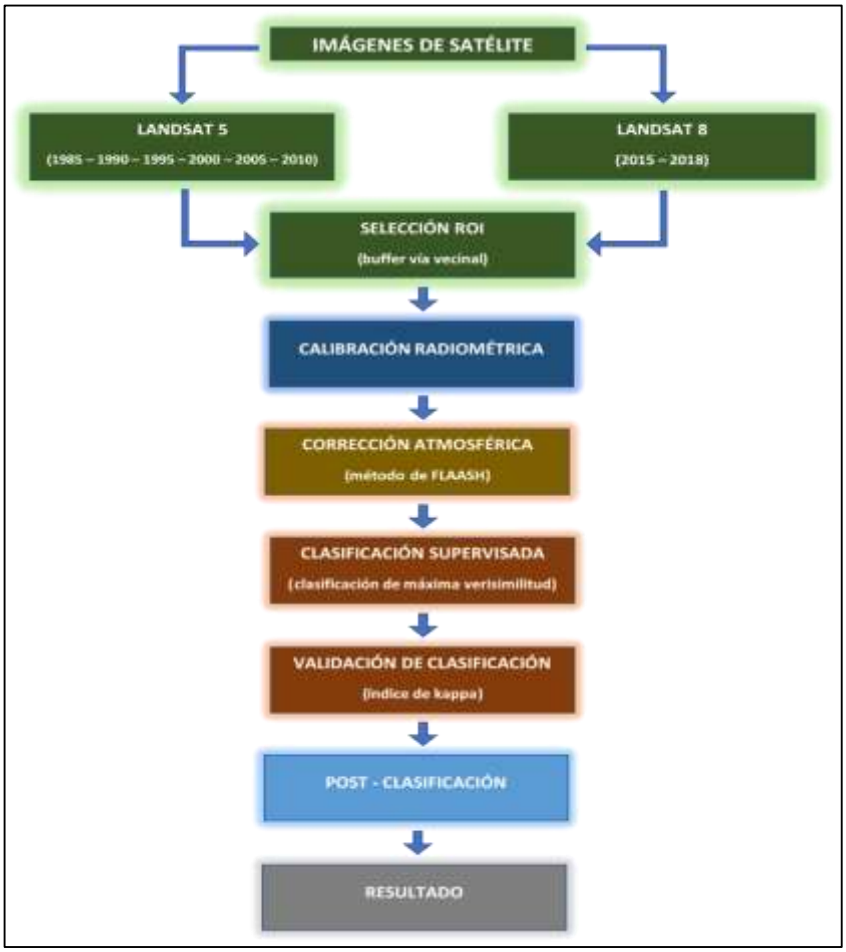


Figura 10. Procesos para generar las coberturas de cambio de uso

Fuente: Modificado de la metodología de uso actual del suelo MINAM 2012

Se procede a definir la región de interés (ROI). La región de interés de las imágenes Landsat TM 5 y Landsat LC8, será el buffer generado de 500 mts en ambos márgenes de la vía vecinal UC - 561, la cual servirá de mascará para realizar los cortes a las imágenes satelitales. Este proceso se muestra en la **figura 11**.

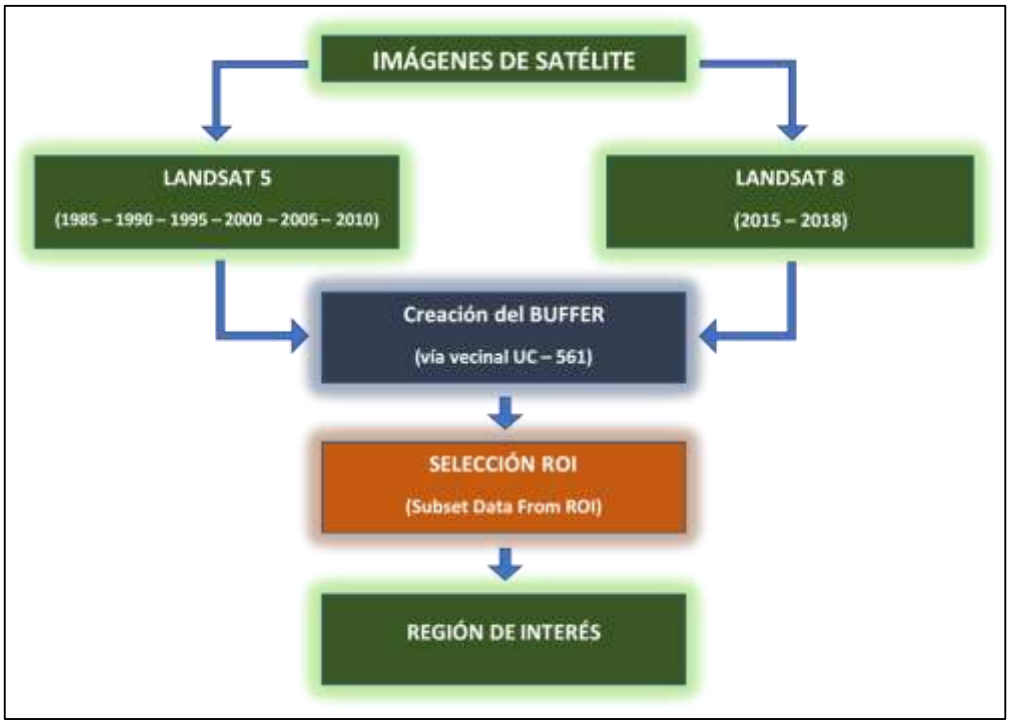


Figura 11. Proceso de selección de Región de interés

Se realizó el proceso de selección de ROI a través de la herramienta SUBSET DATA FROM ROI integrada en Envi, con el shapefile (.shp) generado del buffer de la vía Vecinal UC – 561, este proceso se utilizó para las imágenes satelitales de los años 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 y 2018. El buffer generado de la vía vecinal UC – 561, tiene un área SIG de 1336.20 ha, **(ver figura 12)**

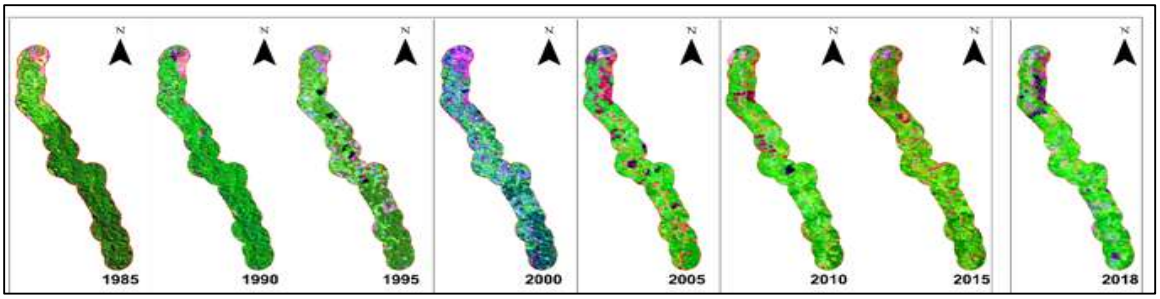


Figura 12. Proceso de selección ROI - para todas las imágenes satelitales.

Luego de haber obtenido el ROI se transformó los valores de los pixeles de la imagen de niveles digitales a niveles de reflectancia en el techo de la atmósfera TOA (Top of Atmosphere). El proceso a seguir se muestra en la figura 13. Para realizar este proceso se hizo uso de la herramienta (Radiometric Calibration) integrada al ENVI.



Figura 13. Diagrama de flujo de calibración de imagen

Se realizó el proceso calibración radiométrica, calibración de tipo Radiancia con las regiones de interés previamente obtenidas de los años 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 y 2018.

La distorsión radiométrica es un error que influye en la radiación o valor radiométrico de un elemento de la escena, es decir del pixel. La señal viaja a través de la atmosfera, la iluminación del sol afecta a los valores radiométricos, los cambios estacionales afectan a los valores radiométricos, las fallas del sensor o el ruido en el sistema afectan los valores y también porque el terreno influye en la radiación originando así fallas y ruido en los sensores.

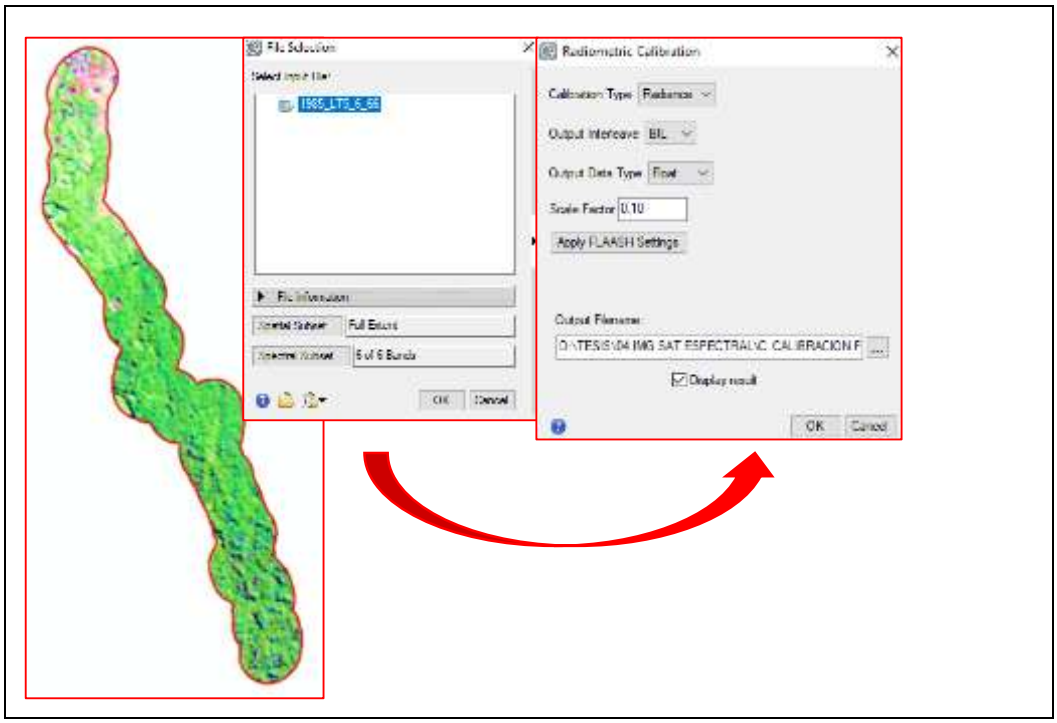


Figura 14. Proceso de Calibración radiométrica

Obtenida la calibración de la imagen se procede a la corrección. La corrección atmosférica es un proceso que se aplica a las imágenes satelitales, con el propósito de eliminar el efecto de los aerosoles y la radiancia intrínseca. Con el proceso de corrección atmosférica se logra mejorar la calidad visual de la imagen; así como, eliminar el componente intrusivo de la atmósfera. El proceso se muestra en la figura 15.

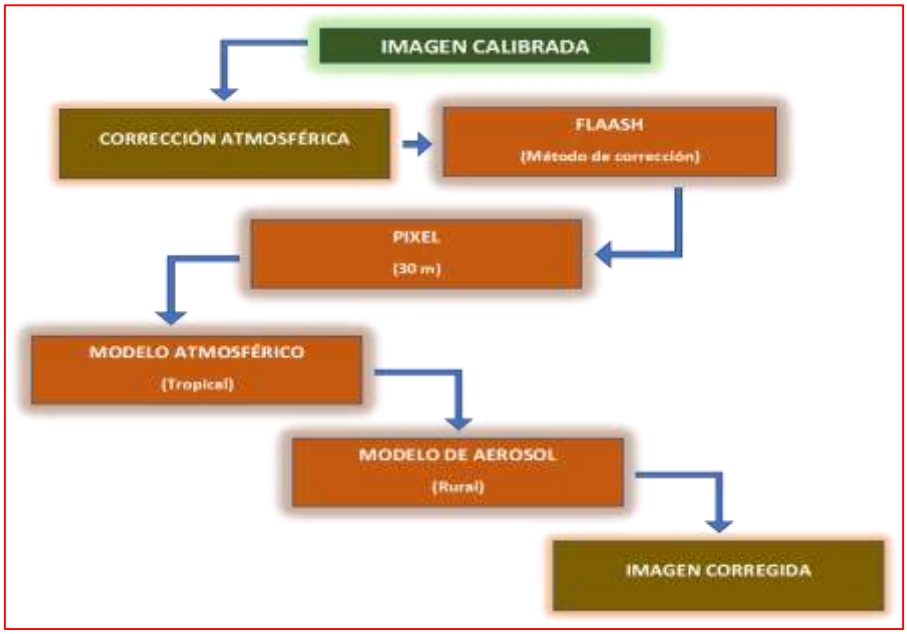


Figura 15. diagrama de flujo de corrección atmosférica

Para corregir estos aspectos, se utilizará el proceso denominado como Método de FLAASH (Flash line of sight Atmospheric analysis Hypercubes). **(ver figura 16)**

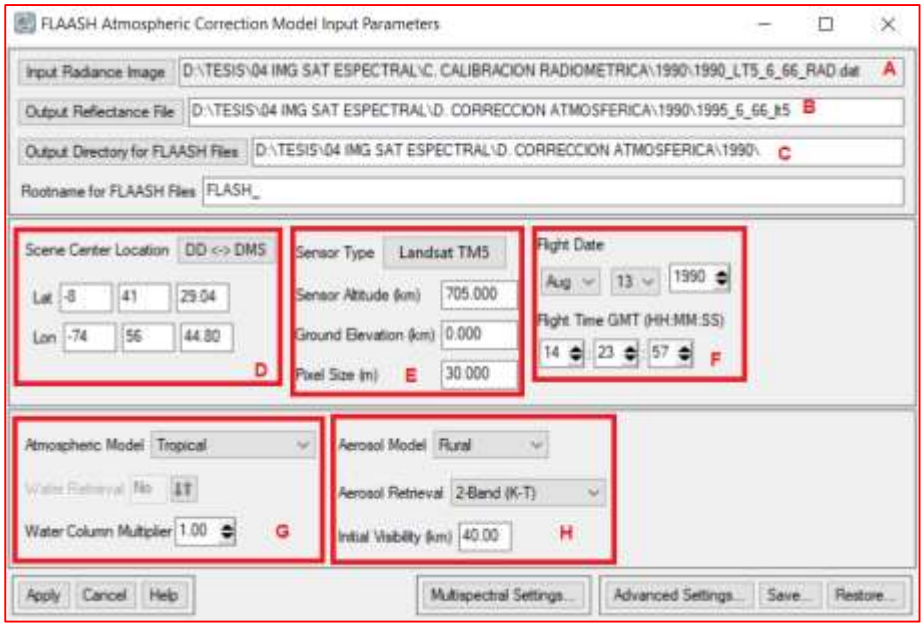


Figura 16. Método de FLAASH, aplicado a la Imagen satelital Landsat 5 TM – 1990

A. Se cargó la imagen corregida radiométricamente.
B. Se otorgó un nombre al proceso de corrección atmosférica.
C. Se deberá guardar el proceso correspondiente al método de FLAASH
D. Si la imagen fue procesada correctamente, en los campos de latitud y longitud, se mostrará la localización del centro de la imagen en coordenadas geográficas.
E. Se eligió el tipo de sensor de la imagen a corregir, para el caso de las imágenes Landsat 5, se elegirá el sensor de tipo Landsat TM5 y para las imágenes Landsat 8, se elegirá el sensor de tipo Landsat 8-OLI.
F. Se colocó los datos de hora de adquisición de la imagen satelital y la fecha de adquisición las cuales son de importancia para aplicar le método de FLAASH.
G. Se elegirá el modelo atmosférico, para el caso de la amazonia peruana y por las características de la zona, se trabajará con el modelo Tropical.
H. Se deberá seleccionar el modelo de aerosol para la zona, la cual será modelo rural, ya que los aerosoles en las áreas no sufren demasiadas alteraciones por fuentes urbanas o industriales.

Como resultado de todos los procesos se obtiene la imagen corregida atmosféricamente y lista para ser procesada.

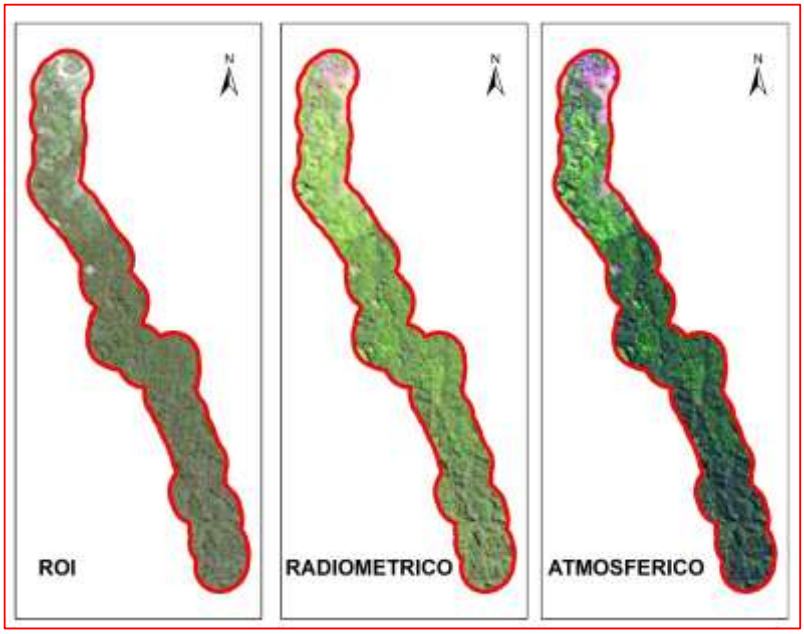


Figura 17. Resultado final de imagen satelital del año 1985 Landsat 5 TM

El Gobierno Regional de Ucayali mediante Ordenanza regional N° 015 – 2017 GRU – CR aprobó la Zonificación económica y ecológica, del cual se extrajo la metodología de leyenda CORINE Land Cover adaptado para la región de Ucayali. **Ver tabla 7**

Para desarrollar una correcta clasificación se tomarán en cuenta siete áreas de interés, las cuales serán representadas a través de procesos manuales para la elección de los pixeles correspondientes. Se determinó siete tipos de coberturas pertenecientes al nivel II de la metodología de leyenda las cuales son:

- Áreas urbanizadas – código 1.1
- Infraestructura (vias) – código 1.2
- Cultivos permanentes – código 2.2
- Pastos - código 2.3
- Bosque – código 3.1
- Área con vegetación herbácea y/o arbustivo – código 3.3
- Área sin o con poca vegetación – código 3.4

Tabla 7. Superficies metodología CORINE Land Cover adaptadas para Ucayali, Nivel II

NIVEL I	NIVEL II
1. Áreas Artificializadas	1.1 Áreas urbanizadas
	1.2 Áreas industriales e infraestructuras
	1.3 Áreas de extracción de minería e hidrocarburos y escombreras
	1.4 Áreas verdes Artificializadas, no agrícolas
2. Áreas Agrícolas	2.1 Cultivos transitorios
	2.2 Cultivos permanentes
	2.3 Pastos
	2.4 Áreas agrícolas heterogéneas
	2.5 Mosaico de áreas agrícolas y áreas mayormente naturales
3. Bosques y áreas mayormente naturales	3.1 Bosques
	3.2 Bosque plantados
	3.3 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo
	3.4 Área sin o con poca vegetación
4. Áreas húmedas	4.1 Áreas húmedas continentales
	4.2 Áreas húmedas costeras
5. Superficies de agua	5.1 Aguas continentales
	5.2 Aguas costeras
6. Nubes	6.1 Nubes
	6.2 Sombras
7. Islotes	7.1 Islotes en aguas continentales
	7.2. Islotes en aguas costeras

Fuente: Adaptado de la Zonificación Ecológica y Económica base para el ordenamiento Territorial de la región Ucayali, 2015

Para ello se realizó el método de teledetección inductivo el cual se basa en la observación experimental para extraer leyes. Intentando establecer una relación cualitativa y cuantitativa entre el parámetro a estimar y los valores del sensor, a partir de observaciones in situ, tomadas en el momento de adquirir la imagen. Es decir, se pueden obtener funciones de ajuste local que ponen en relación los datos de la imagen con el parámetro de interés. (Pagot, 2018)

Ventajas: sencillez, fácil de calibrar y posibilidad de estimar su exactitud, ya que se contrastan con observaciones de la misma variable que se estima.

Desventajas: escasa capacidad de generalización, ya que sólo podrían aplicarse con las mismas o similares condiciones a la situación en que se generaron (condiciones ambientales del lugar, sensor, rango de la variable que se estima, condiciones de observación o atmosférica, etc.) (Valdivia, 2014)

Se analizó las firmas espectrales de cada uno de los tipos de coberturas para poder obtener una clasificación aceptable para la investigación. En la figura 18, se muestra que, no absorbe la radiación y la empieza a reflejar desde las bandas rojo, verde y azul.



Fuente: Espectral profile, Envi 5.3

Figura 18. Firma espectral del área urbanizada

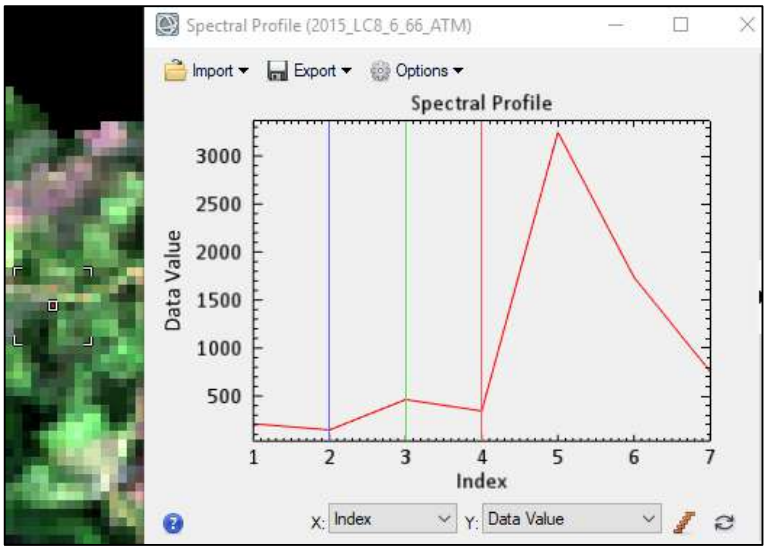
En la figura 19, se muestra que, no absorbe la radiación y la empieza a reflejar desde las bandas rojo, verde y azul, estas áreas de infraestructura suelen parecerse a las áreas sin o con poca vegetación.



Fuente: Espectral profile, Envi 5.3

Figura 19. Firma espectral de infraestructura

En la figura 20, se muestra que, en las bandas rojo, verde y azul, se absorbe la radiación solar, y la refleja en la banda del infrarrojo, estas coberturas tienen similitudes con las áreas de pastos, bosque y las áreas con vegetación herbácea y arbustiva.



Fuente: Espectral profile, Envi 5.3

Figura 20. Firma espectral de los cultivos permanentes

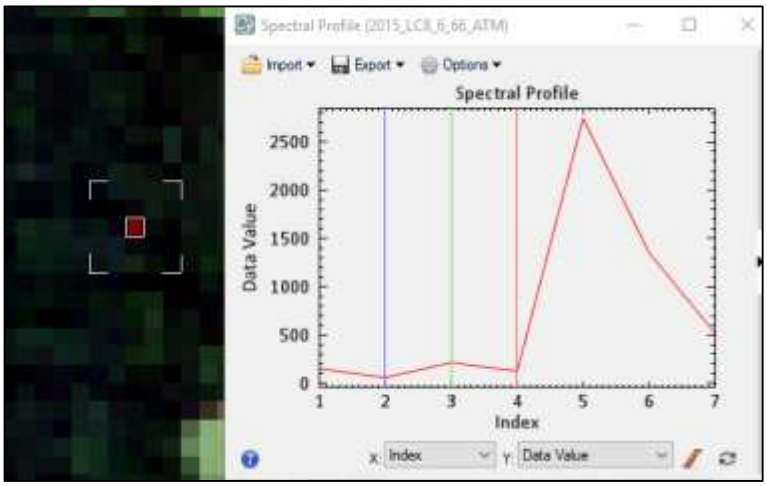
En la figura 21, se muestra que, en las bandas rojo, verde y azul, se absorbe la radiación solar, y la refleja en la banda del infrarrojo, estas coberturas tienen similitudes con las áreas de bosque y las áreas con vegetación herbácea y arbustiva.



Fuente: Espectral profile, Envi 5.3

Figura 21. Firma Espectral de área pastos.

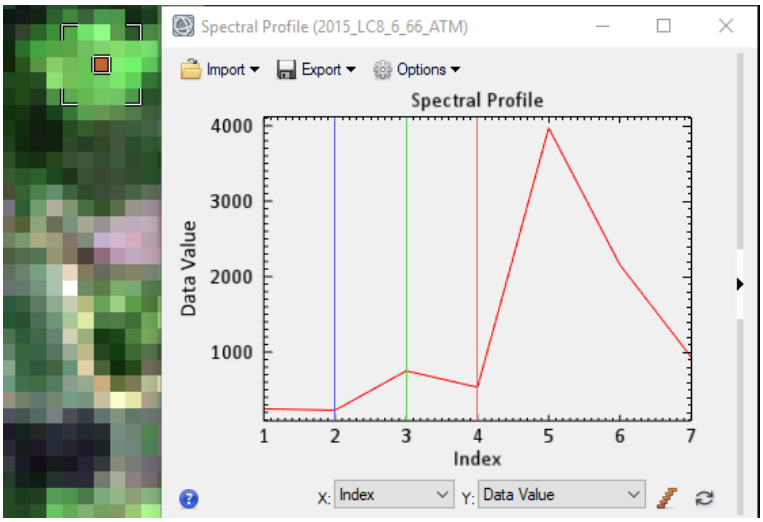
En la figura 22, se muestra que, en las bandas rojo, verde y azul, se absorbe la radiación solar, y la refleja en la banda del infrarrojo.



Fuente: Espectral profile, Envi 5.3

Figura 22. Firma espectral del área bosque

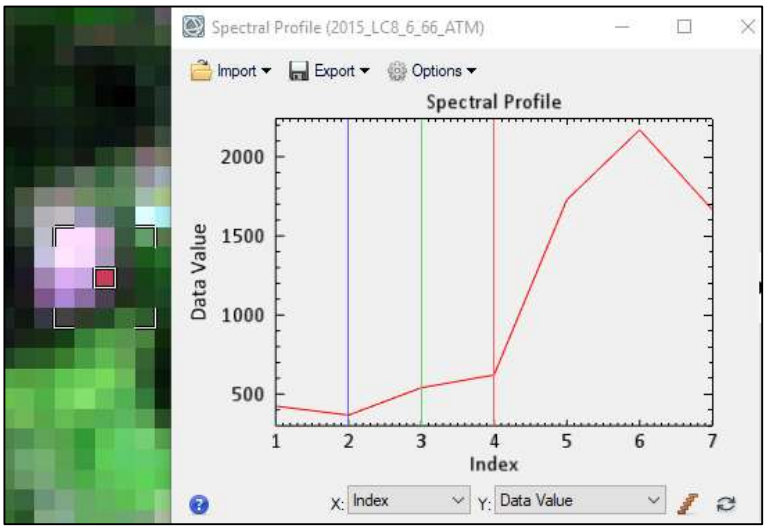
En la figura 23, se muestra que, solo absorbe la radiación la banda 2 de la imagen, y se refleja en la banda 3 y 4, llegando a su punto máximo de reflexión en la banda del infrarrojo.



Fuente: Espectral profile, Envi 5.3

Figura 23. Firma espectral del área con vegetación herbácea y/o arbustiva

En la figura 24, se muestra que, solo absorbe la radiación la banda 2 de la imagen, y se refleja en la banda 3 y 4, llegando a su punto máximo de reflexión en la banda del infrarrojo.

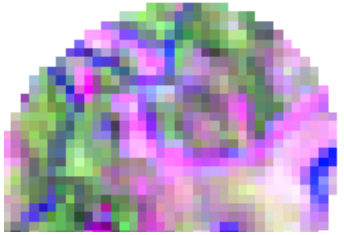
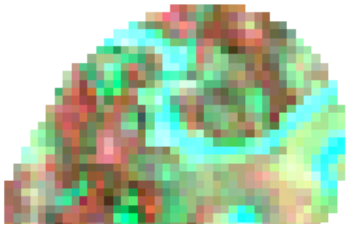


Fuente: Espectral profile, Envi 5.3

Figura 24. Firma espectral del área sin o con poca vegetación

En la tabla 8 se procede a reconocer los tipos de coberturas para poder seleccionar las muestras para la clasificación.

Tabla 8. Reconocimiento de coberturas

Cobertura	Criterio de Identificación	Visualización RGB	Visualización Infrarrojo
Área Urbanizada	**RGB:** generan una alta reflectancia, generan colores blancos y brillantes. **Infrarrojo:** Heterogeneidad cromática, agrupación de pixeles de diversos colores, colores distinguibles entre celeste y blanco.		
Infraestructura	**RGB:** Tonalidad de color rosado, de forma lineal notable, fácil de confundirse con área sin o con poca vegetación (según el año de la imagen). **Infrarrojo:** Heterogeneidad cromática, color distinguible celeste, fácil confusion para el software con las áreas urbanizadas.		
Cultivos permanentes	**RGB:** color verde estable, y se los diferencias por la particularidad de formas rectangulares. **Infrarrojo:** color rojo con textura homogénea.		

Pastos	**RGB:** color predominante de la gama del verde **Infrarrojo:** colores de la gama del rojo, aunque intercalados con colores de la gama del claros como el café		
Bosque	**RGB:** Color verde oscuro **Infrarrojo:** Color rojo intenso con negro, de textura rugosa.		
Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	**RGB:** Color verde claro **Infrarrojo:** Color rosado y con textura rugosa.		
Área sin o con poca vegetación	**RGB:** Colores rosados, azules y morados, son las extensiones de áreas con mayor observación **Infrarrojo:** color verdoso y marrón.		

Luego de los reconocimientos de las áreas y la clasificación, se obtuvo errores de clasificación, los errores en la clasificación se determinaron visualmente, en pleno conocimiento del operador y comparando los resultados con información secundaria, la información secundaria fueron las imágenes de alta resolución para contrastarlo con la clasificación, además de los archivos en formatos shapefiles que podían generar información vectorial de la zona de interés.

Una vez realizado la clasificación, se debe verificar la calidad de la misma, para ello se utiliza la herramienta **Confusion Matrix Using Ground Truth Roi** integrada a Envi 5.3, la medición de la matriz contempla los pixeles clasificados, como los que no fueron, para ellos en la matriz se utilizan parámetros, tales como, la exactitud global, exactitud del usuario, exactitud del productor e índice de kappa. El índice de kappa refleja la concordancia inter-observador y puede ser calculado en tablas de cualquier dimensión, siempre y cuando se contrasten dos observadores.

El índice de kappa tienes valores de 0 a 1, mientras más cercano a uno, mayor será el grado inter-observador. Por el contrario, un valor de $\kappa = 0$ refleja que la concordancia observada es precisamente la que se espera a causa exclusivamente del azar.

Tabla 9. Índice de Coeficiente Kappa

Coeficiente Kappa	Fuerza de la Concordancia
0. 00	Pobre (*Poor*)
0.01 - 0.20	Leve (*Slight*)
0.21 - 0.40	Aceptable (*Fair*)
0.41 - 0.60	Moderada (*Moderate*)
0.61 - 0.80	Considerable (*Substantial*)
0.81 - 1.00	Casi perfecta (*Almost perfect*)

Fuente: Cerda et al 2008, citado por *(Montesinos & Tuesta, 2017)*

Obtenida todas las coberturas clasificadas se procede a realizar la transformación de la información generada en formato raster a formato vectorial (shapefile), a fin de facilitar su manejo y edición, para lo cual se hace uso del software ArcGis 10.4.1

Con los formatos shapefiles ya obtenidos, uno de los factores importantes para el desarrollo de este proyecto fue definir la escala de trabajo, los aspectos considerados son: unidad mínima de mapeo y el área de estudio. A partir de estas características se definió que la escala de trabajo para este estudio es 1: 25.000 ya que es la más conveniente para su interpretación y desarrollo, así mismo se definió la unidad mínima de mapeo a 1.56 ha, para ello se utilizó la herramienta **Eliminate** integrada en Arcgis.

ESCALA DE TRABAJO	UMM	ALCANCE
1:1 000 000	15 Km2	Formulación de políticas nacional. Planificación a escala nacional. Cuencas o ecosistemas transfronterizos. Identificación general de proyectos.
1:3 000 000	150 Km2	
1:100 000	6,25 Ha	Formulación e implementación de políticas regionales. Planificación a escala regional: departamentos, regiones, cuencas.
1:500 000		
1:50 000	6,25 Ha	Planificación a escala subregional – local: provincias, Subcuencas, municipios, distritos. Factibilidad técnica de proyectos.
1:100 000	25 Ha	
1:25 000	1,56 Ha	Implementación de programas y proyectos a nivel local: Municipios, microcuencas. Estudios de factibilidad técnica y económica de proyectos.
1:50 000	6.25 Ha	
1:25 000	1.56 Ha	Monitoreo y seguimiento especifico.
1:5 000	0.06 Ha	

Figura 25. Unidad Mínima de mapeo y alcance de la investigación

Fuente: Serie Manuales de Educación y Capacitación Ambiental (Perez, 2004)

Como resultado de la distribución de los puntos por cada una de las categorías se obtuvo la siguiente tabla:

Tabla 10. Distribución de los puntos por cobertura

CÓDIGO DE LEYENDA	COBERTURA NIVEL II	CANTIDAD DE PUNTOS	%
1.1	ÁREAS URBANIZADAS	1	2
1.2	INFRAESTRUCTURA	3	6
2.2	CULTIVOS PERMANENTES	5	10
2.3	PASTOS	13	26
3.1	BOSQUES	1	2
3.3	ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO	14	28
3.4	ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN	13	26
TOTAL		50	100

- **Para determinar y cuantificar el cambio de uso del suelo**

Obtenidas todas las categorías de uso, se procede a intersectar el año de inicio con el año final en el software Arcgis, a manera que, las áreas intersectadas mostraran los cambios de una cobertura a otra, para esto, se hará uso de la herramienta de geo procesamiento llamada **intersect** integrada al software Arcgis.

Para indicar los resultados, se diseñó una matriz de tabulación cruzada o de cambios que se obtiene de cruzar los mapas “tiempo 1 y tiempo 2”. En la matriz de la tabla 11, las filas indican las categorías del mapa en el tiempo 1 y las columnas las categorías del mapa en el tiempo 2. Pontius *(2005)*. La matriz ayuda a diferenciar la transición de las diferentes coberturas (ver tabla 12) y localizar los cambios en la cobertura de suelo para su posterior análisis de las muestras reales que provocan estos cambios.

Tabla 11. Matriz de tabulación cruzada para dos mapas de diferentes fechas

		Año 2				
Año 1		**cobertura 1**	**cobertura 2**	**cobertura 3**	**. . .**	**Área Año 1**
		1	2	3	**. . .**	
cobertura 1	10	**11**	**12**	**13**	**. . .**	
cobertura 2	20	**21**	**22**	**23**	**. . .**	
cobertura 3	30	**31**	**32**	**33**	**. . .**	
.	**.**	**.**	**.**	**.**	**. . .**	
.	**.**	**.**	**.**	**.**	**. . .**	
.	**.**	**.**	**.**	**.**	**. . .**	
Área año 2						

Fuente: (Pontius G. R. y Malanson J., 2005)

Los valores (10, 20, 30, …) serán usados para el año inicial del periodo y los valores (1,2, 3, …) serán utilizados para los años finales del periodo.

A manera de ejemplo para las matrices de las tablas de cambios de coberturas, se muestra que los números múltiplos de 11 son aquellas áreas que en 5 años de análisis se mantuvieron intactas sin cambio alguno.

Tabla 12. Ejemplo de cambio de cobertura

cambio de cobertura	
Se mantuvo la cobertura 1	11
De cobertura 1 **(año 1)** a cobertura 2 **(año 2)**	12
De cobertura 1 **(año 1)** a cobertura 3 **(año 2)**	13
De cobertura 2 **(año 1)** a cobertura 1 **(año 2)**	21
.	.
.	.
.	.
se mantuvo la cobertura 3	33

En la tabla 13, se muestra los valores determinados para cada una de las coberturas encontradas.

Tabla 13. Valores determinados para la diversas coberturas

Cobertura	**año inicial**	**año final**
Área Urbanizada	10	1
Infraestructura	20	2
Cultivos permanentes	30	3
Pastos	40	4
Bosques	50	5
Áreas con vegetación herbácea y o arbustiva	60	6
Área sin o con poca vegetación	70	7

En la tabla 14, se muestra la tabla de atributos habiendo intersectado las coberturas del año 1985 con las coberturas del año 1990.

Tabla 14. Proceso de obtención de matriz

NIVEL_II 1985	NIVEL_II 1990	VAL_1985	VAL_1990	cambio
BOSQUES	BOSQUE	30	3	33
BOSQUES	ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO	30	4	34
BOSQUES	ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN	30	5	35
ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO	BOSQUE	40	3	43
ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO	ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO	40	4	44
ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO	ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN	40	5	45
ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN	BOSQUE	50	3	53
ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN	ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO	50	4	54
ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN	ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN	50	5	55
BOSQUES	ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO	30	4	34
ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN	ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO	50	4	54
ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO	ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO	40	4	44
ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN	ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO	50	4	54
ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO	ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN	40	5	45
ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN	ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN	50	5	55

Fuente: Tabla de atributos Arcgis

En la tabla 15, se muestra que luego del debido proceso manual obtenemos el cambio de cobertura correspondiente a este periodo.

Tabla 15. Obtención de los cambios de cobertura

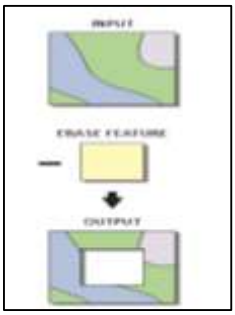
VAL_1985	VAL_1990	cambio	cambio de cobertura
30	3	33	bosque a bosque
30	4	34	bosque a áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo
30	5	35	bosque a área sin o con poca vegetación
40	4	44	áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo a áreas con vegetación herbácea y/o arbus
40	5	45	áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo a área sin o con poca vegetación
50	4	54	área sin o con poca vegetación a áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo
50	5	55	área sin o con poca vegetación a área sin o con poca vegetación

Fuente: Tabla de atributos Arcgis

- **Para la estimación de deforestación**

Se procedió a trabajar con la cobertura de área sin o con poca vegetación, ya que esta cobertura según la metodología CORINE Land Cover representa los suelos desnudos y áreas quemadas. Se trabajó con la herramienta Erase integrada a Arcgis.

En la figura 26, el proceso de Erase muestra esta teoría.



Fuente: Tool help de Arcgis

Figura 26. Procedimiento de herramienta Erase

- **Para la determinar las tasas de cambios y deforestación**

Para las tasas de cambios se trabajara con todas las coberturas, aplicando la fórmula de la FAO (1996).

$$tc = \left[\left({}^{S_2}/_{S_1} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right] x\ 100$$

Donde:

Tc= tasa de cambio (en %)

S1= superficie en la fecha inicial

S2= superficie en la fecha final

n= diferencia de años entre fecha inicial y final

Por otro lado, para las tasas de deforestación se trabajara exclusivamente con la cobertura Bosque, ya que la formula recomendada por Puyravaud (2003), trabaja solo con la cobertura Bosque. Cuya fórmula es:

$r = (\frac{1}{t2-t1} * ln\frac{s2}{s1})$ x 100

Donde:

r= tasa de deforestación (en %)

t1= Año inicial

t2 = Año final

S1= superficie en la fecha inicial

S2= superficie en la fecha final

Así mismo es de importancia conocer la deforestación promedio, cuya fórmula es:

$$R = \frac{A2 - A1}{t2 - t1}$$

Donde:

R: Deforestación promedio para un periodo determinado

A1: área de bosque inicial

A2: área de bosque final

t1: año inicial

t2: año final

3.5.3. Fase de campo

Durante esta fase se realizó las visitas a la zona de influencia de la tesis en las cuales se validó los puntos de muestreo (50 puntos), quedando registrados en las fichas de campo respectivo, así mismo todas las fotos tomadas cuentan con sus coordenadas (UTM). En la tabla 16, se muestra los puntos generados con la herramienta Create Random Point integrada al arcgis.

Tabla 16. Puntos de muestreo

ID	X	Y	COBERTURA
1	504014	9043953	ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO
2	504445	9044346	INFRAESTRUCTURA
3	504360	9041543	PASTOS
4	507119	9034898	ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO
5	506933	9037044	ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN
6	506974	9036814	ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN
7	507831	9034970	PASTOS
8	506013	9037936	PASTOS
9	504971	9041322	PASTOS
10	504855	9040577	ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN
11	505611	9040946	ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN
12	507514	9034647	ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO
13	504963	9044491	INFRAESTRUCTURA
14	507525	9033732	PASTOS
15	505641	9039731	ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO
16	505834	9038350	CULTIVOS PERMANENTES
17	505328	9041356	ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN
18	507376	9037341	ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO
19	504357	9041895	PASTOS
20	507122	9038040	ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN
21	505375	9038339	ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO
22	504810	9042333	ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN
23	508051	9035293	BOSQUE
24	503980	9042568	PASTOS
25	505624	9038881	ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN
26	504373	9042275	ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN
27	507104	9035448	ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN
28	507792	9036379	ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO
29	504145	9041572	PASTOS
30	503843	9043277	PASTOS
31	505167	9039962	CULTIVOS PERMANENTES
32	507781	9034174	ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN
33	506945	9038855	ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO
34	504863	9043032	ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO
35	506209	9037606	ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO
36	506931	9035983	ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO
37	504006	9044460	ÁREAS URBANIZADAS
38	507681	9034288	ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN
39	504497	9040947	ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO
40	505595	9040389	PASTOS
41	507359	9034612	ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO
42	505044	9039160	ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO
43	505121	9040997	CULTIVOS PERMANENTES
44	506276	9038814	ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN
45	507348	9035419	PASTOS
46	504297	9043141	PASTOS
47	506540	9038345	CULTIVOS PERMANENTES
48	504358	9043841	INFRAESTRUCTURA
49	507472	9033747	PASTOS
50	506778	9037369	CULTIVOS PERMANENTES

3.5.4. Tratamiento de datos

- **Etapa de Gabinete**

Se realizó el análisis de la información a colectar a través de la aplicación del método prospectivo, además se utilizará imagen satelital de diferentes años, y documentación recolectada en formatos Shapefiles.

- **Análisis de datos**

La información obtenida en campo se usó para validar la información generada previamente en gabinete. Para determinar las superficies de la leyenda CORINE Land Cover se utilizó el software Arcgis 10.4.1 y ENVI 5.3.

CAPITULO IV
RESULTADOS

4.1. COBERTURAS CORINE LAND COVER

Los años comprendidos entre los seis periodos y un lapso de tiempo, dieron como resultado siete (7) tipos de coberturas de Nivel II de CORINE Land Cover. Las cuales se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 17. Coberturas identificadas nivel II de la leyenda CORINE Land Cover

CÓDIGO DE LEYENDA I	COBERTURA NIVEL I	CÓDIGO DE LEYENDA II	COBERTURA NIVEL II
1	ÁREAS ARTIFICIALIZADAS	1.1	ÁREAS URBANIZADAS
		1.2	INFRAESTRUCTURA
2	ÁREAS AGRÍCOLAS	2.2	CULTIVOS PERMANENTES
		2.3	PASTOS
3	BOSQUES Y ÁREAS MAYORMENTE NATURALES	3.1	BOSQUES
		3.3	ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO
		3.4	ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN

A continuación, se describen las coberturas que fueron identificadas, para lo cual, la numeración presentada responde a la metodología de la leyenda CORINE Land Cover, en adelante “CLC”, para el Nivel II son:

(1.1) Áreas Urbanizadas. - Las zonas urbanizadas incluyen los territorios cubiertos por infraestructura urbana y todos aquellos espacios verdes y redes de comunicación asociados con ellas, que configuran un tejido urbano.

(1.2) Infraestructuras. - Son espacios Artificializados con infraestructuras de comunicaciones como carreteras, autopistas y vías férreas, La superficie debe ser mayor a cinco (5) hectáreas.

(2.2) Cultivos Permanentes. - comprende los territorios dedicados a cultivos cuyo ciclo vegetativo es mayor a un año, produciendo varias cosechas sin necesidad de volverse a plantar.

(2.3) Pastos. - Comprende las tierras cubiertas con hierba densa de composición florística, dedicadas a pastoreo permanente por un período de dos o más años. Una característica de esta cobertura es que en un alto porcentaje su presencia se debe a la acción antrópica.

(3.1) Bosques. - Comprende las áreas naturales o semi naturales, constituidas principalmente por elementos arbóreos de especies nativas o exóticas. Los árboles son plantas leñosas perennes con un solo tronco principal, que tiene una copa más o menos definida.

(3.3) Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo. - Comprende un grupo de coberturas vegetales de tipo natural y producto de la sucesión natural, cuyo hábito de crecimiento es arbustivo y herbáceo, desarrolladas sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales, con poca o ninguna intervención antrópica.

(3.4) Área sin o con poca vegetación. - Comprende aquellos territorios en los cuales la cobertura vegetal no existe o es escasa, compuesta principalmente por suelos desnudos y quemados, así como por coberturas arenosas y afloramientos rocosos.

4.2. CLASIFICACIÓN DE IMÁGENES SATELITALES

4.2.1. Cobertura año 1985

Mediante el desarrollo de la metodología CORINE Land Cover, utilizando métodos de percepción remota, se obtuvo la siguiente clasificación que se muestra en la figura 27, para este año, se logró identificar tres (3) tipos de coberturas del nivel II de CORINE Land Cover, siendo estas, la cobertura de bosque (3.1), Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo (3.3) y Áreas sin o con poca vegetación (3.4), validando la clasificación el coeficiente de kappa obtenido con el valor de 0.87 con una concordancia observada de 95.38%

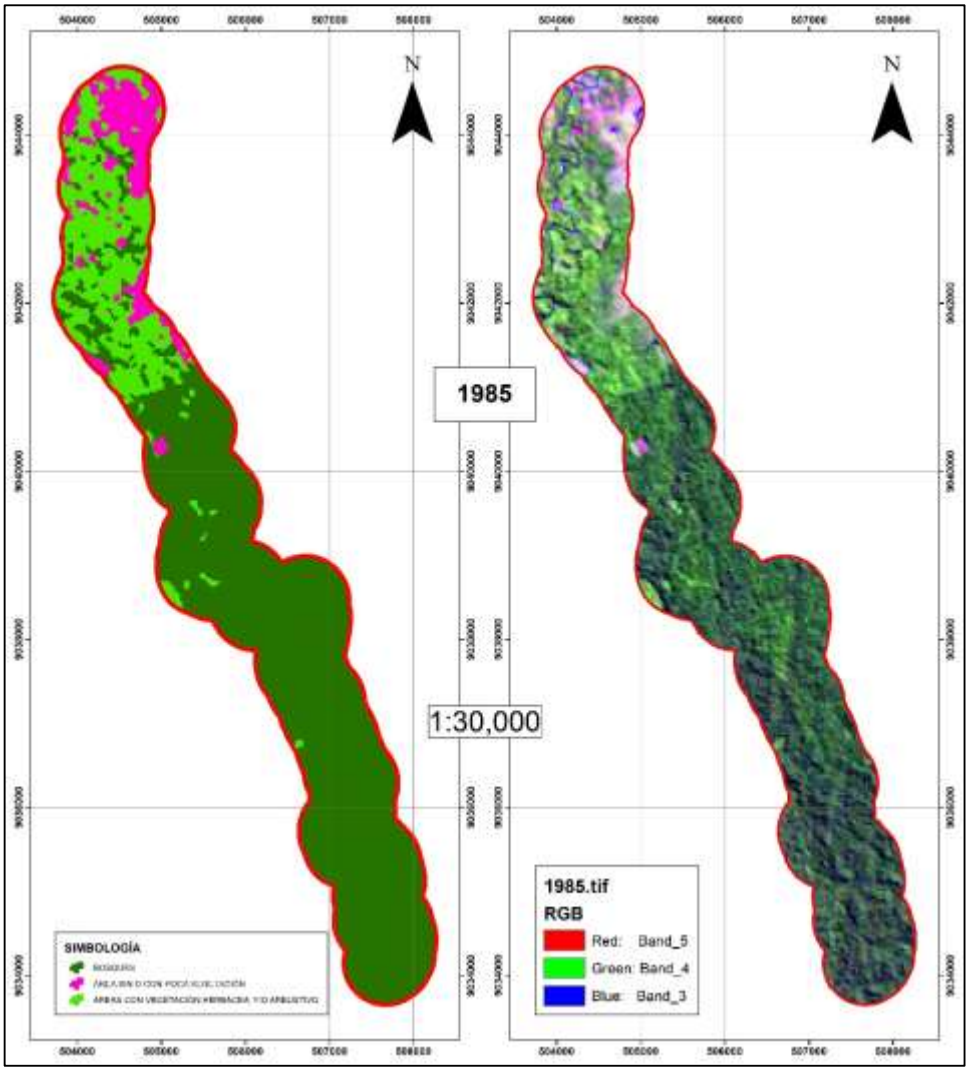


Figura 27. Comparación entre la clasificación y la imagen satelital año 1985

La cobertura bosque (3.1) ocupa un área de 970.05 ha, el cual representa el 72.60 % del área de análisis, así mismo la cobertura de Áreas con vegetación

herbácea y/o arbustiva (3.3) ocupa un área de 252.47 ha, el cual representa el 18.89 % del área de análisis, por último, el área sin o con poca vegetación (3.4) ocupa un área de 113.68 Ha, el cual representa el 8.51% del área de análisis.

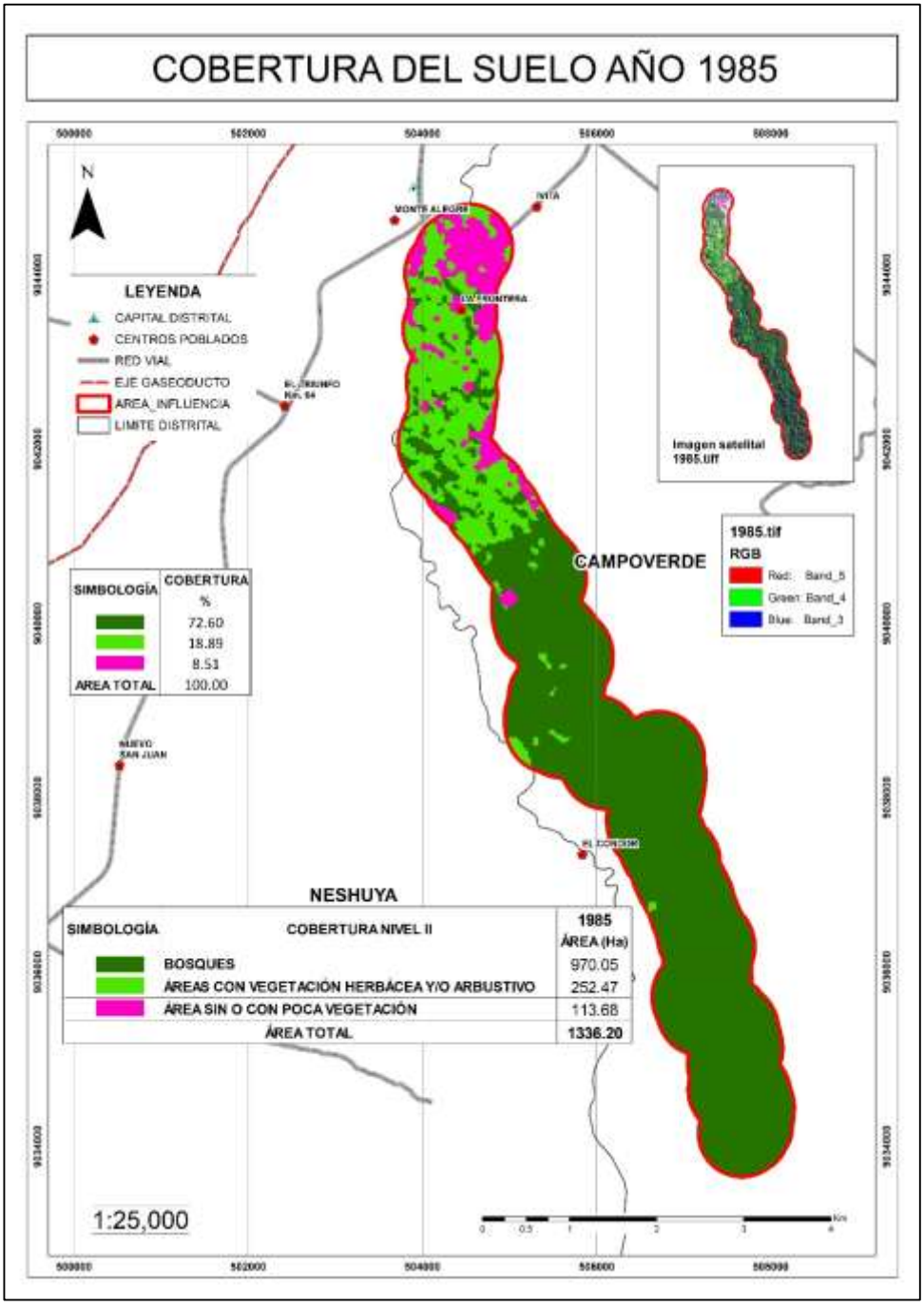


Figura 28. Mapa de Clasificación de cobertura de suelo 1985

4.2.2. Cobertura año 1990

En la figura 29, se muestra tres (3) tipos de coberturas del nivel II - CLC, siendo estas, la cobertura de bosque (3.1), Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo (3.3) y Áreas sin o con poca vegetación (3.4), validando la clasificación el coeficiente de kappa obtenido con el valor de 0.93 con una concordancia observada de 97.40%

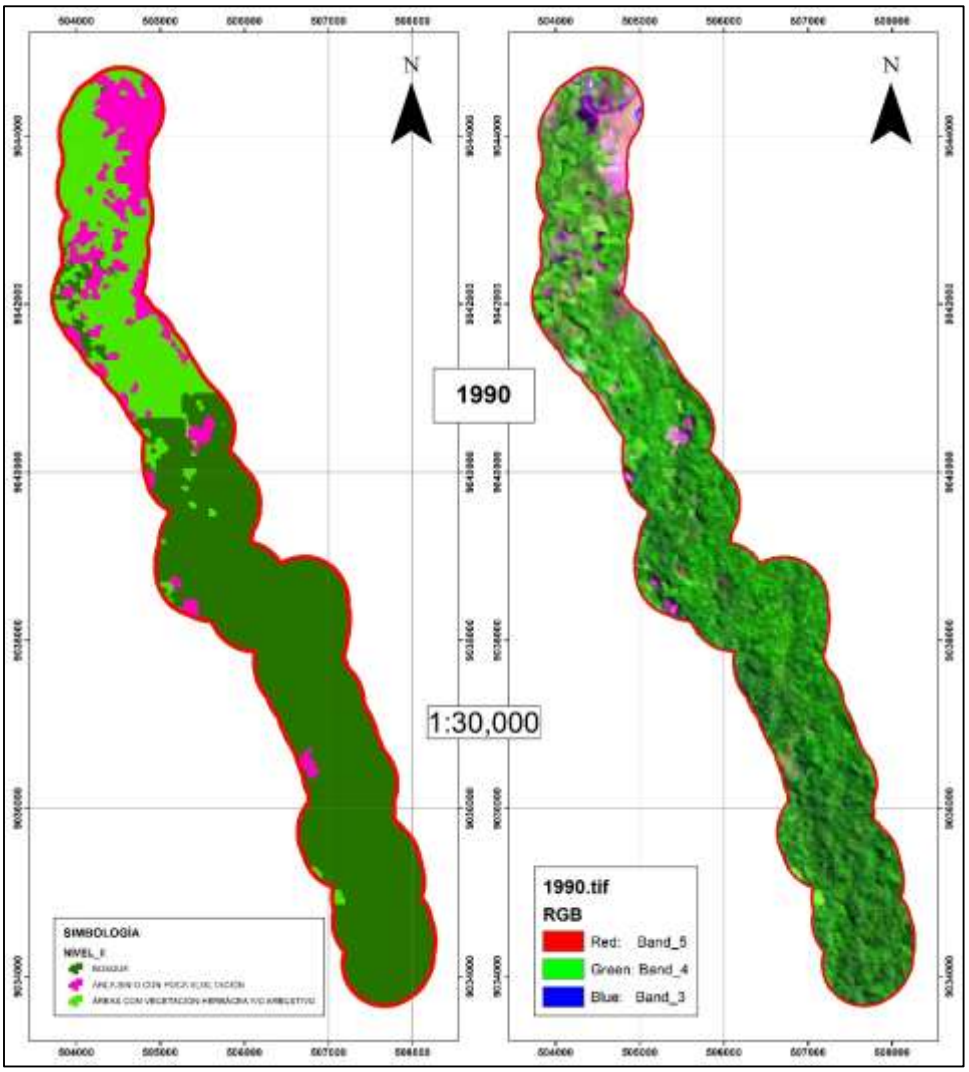


Figura 29. Comparación entre la clasificación y la imagen satelital año 1990

La cobertura bosque (3.1) ocupa un área de 872.65 ha, el cual representa el 65.31 % del área de análisis, así mismo la cobertura de Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva (3.3) ocupa un área de 308.86 ha, el cual representa el 23.11% del área de análisis, por último, el área sin o con poca vegetación (3.4) ocupa un área de 154.69 Ha, el cual representa el 11.58% del área de análisis.

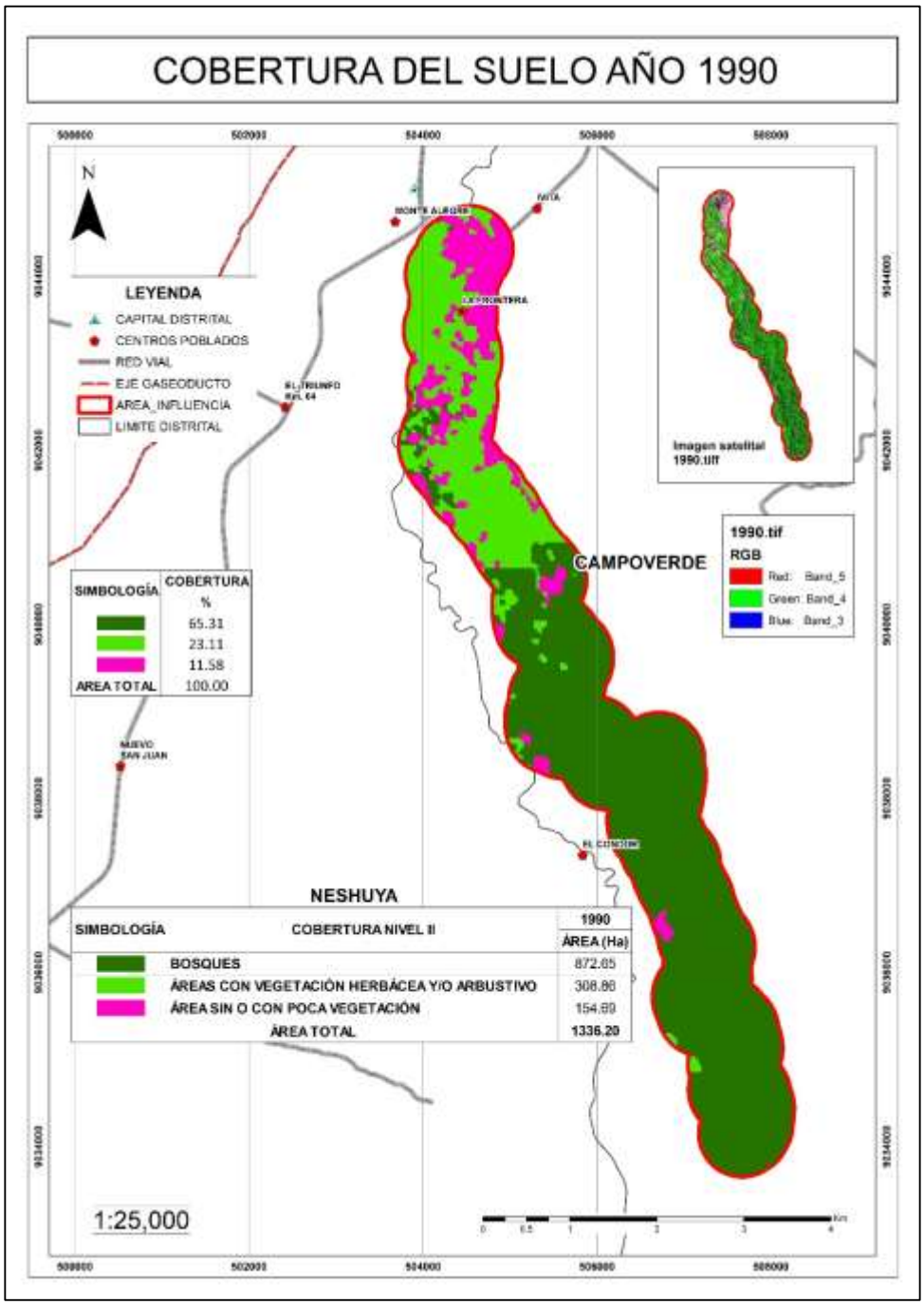


Figura 30. Mapa de Clasificación de cobertura de suelo 1990

4.2.3. Cobertura año 1995

En la figura 31, se muestra tres (3) tipos de coberturas del nivel II - CLC, siendo estas, la cobertura de bosque (3.1), Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo (3.3) y Áreas sin o con poca vegetación (3.4), validando la clasificación el coeficiente de kappa obtenido con el valor de 0.98 con una concordancia observada de 99.29 %

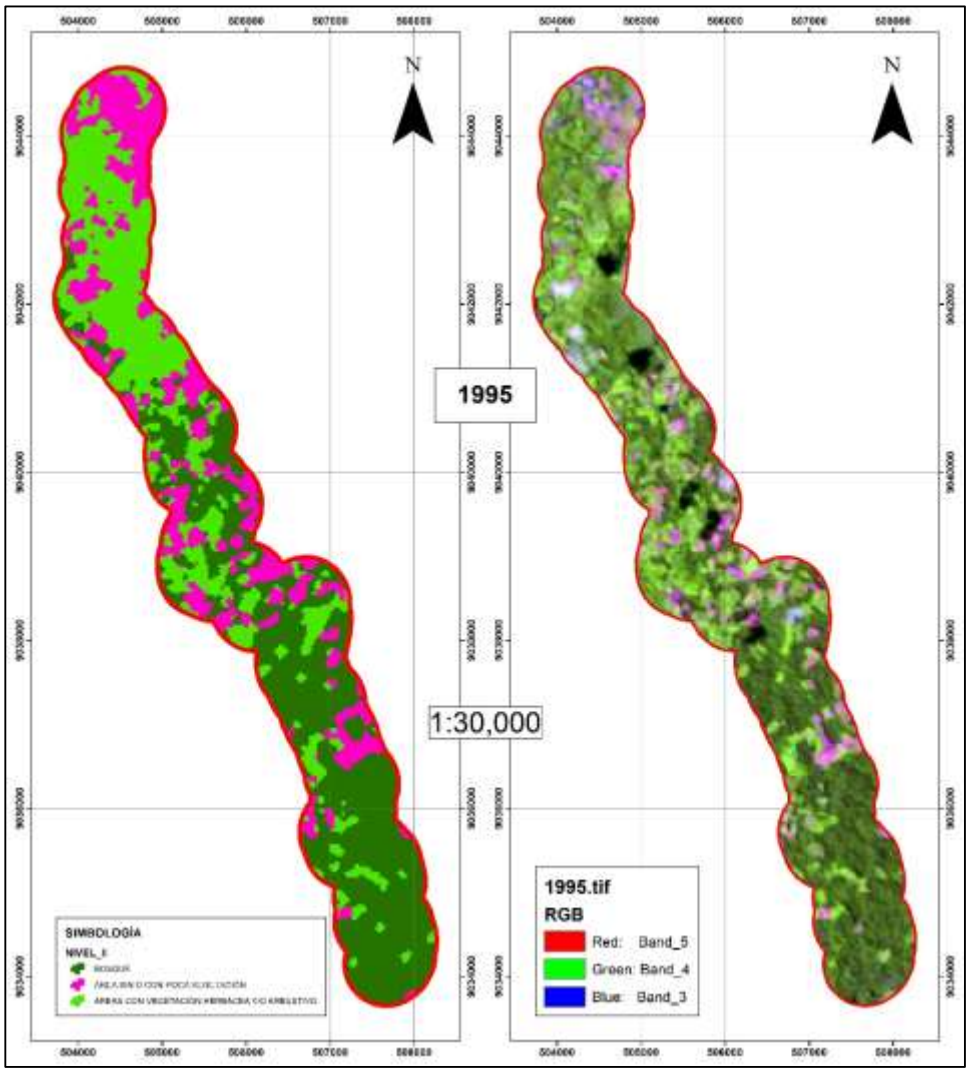


Figura 31. Comparación entre la clasificación y la imagen satelital año 1995

La cobertura bosque (3.1) ocupa un área de 606.11 ha, el cual representa el 45.36 % del área de análisis, así mismo la cobertura de Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva (3.3) ocupa un área de 424.15 ha, el cual representa el 31.74% del área de análisis, por último, el área sin o con poca vegetación (3.4) ocupa un área de 305.94 Ha, el cual representa el 22.90% del área de análisis.

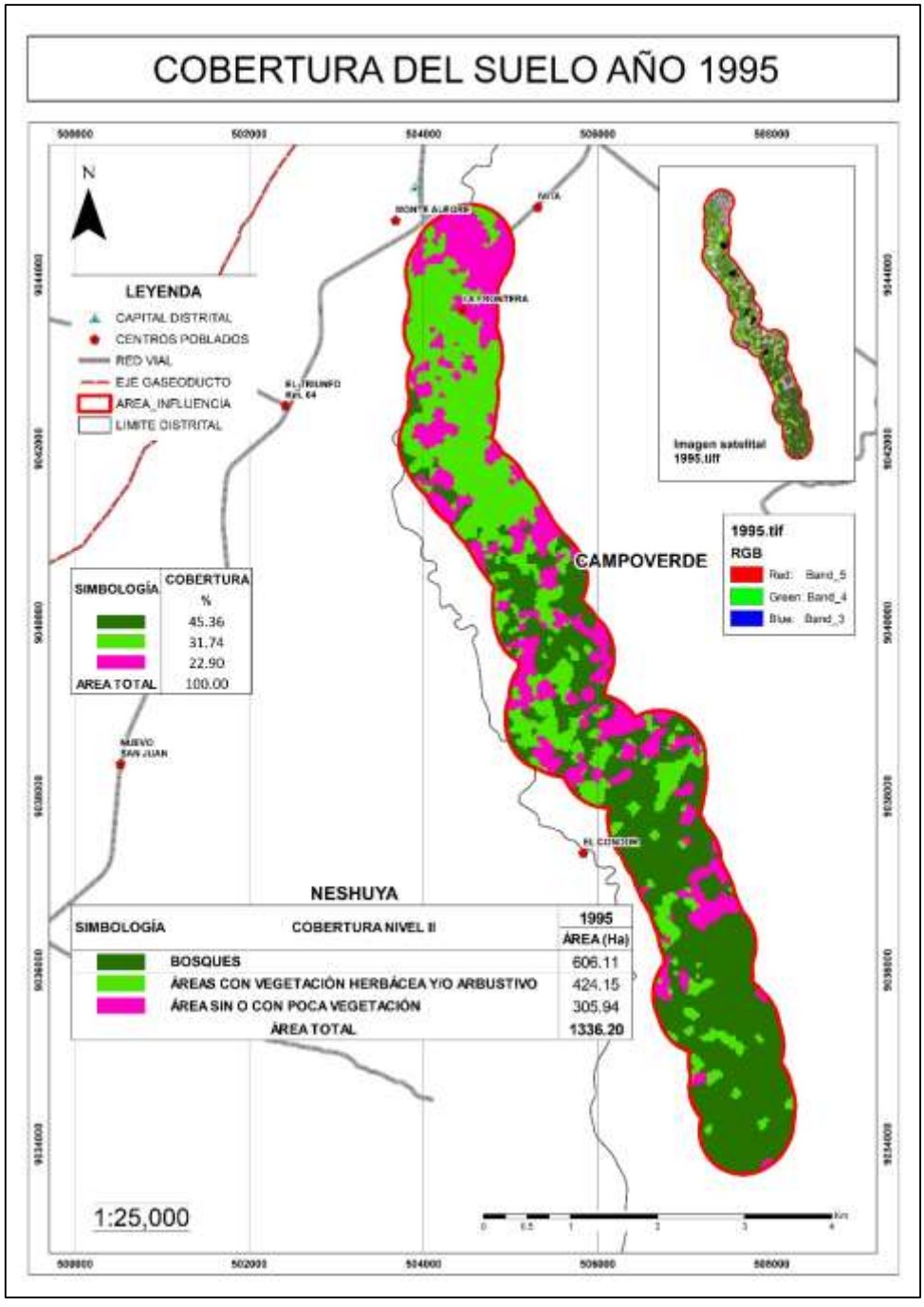


Figura 32. Mapa de Clasificación de cobertura de suelo 1995

4.2.4. Cobertura año 2000

En la figura 33, se muestra tres (3) tipos de coberturas del nivel II - CLC, siendo estas, la cobertura de bosque (3.1), Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo (3.3) y Áreas sin o con poca vegetación (3.4), validando la clasificación el coeficiente de kappa obtenido con el valor de 0.98 con una concordancia observada de 99.05 %

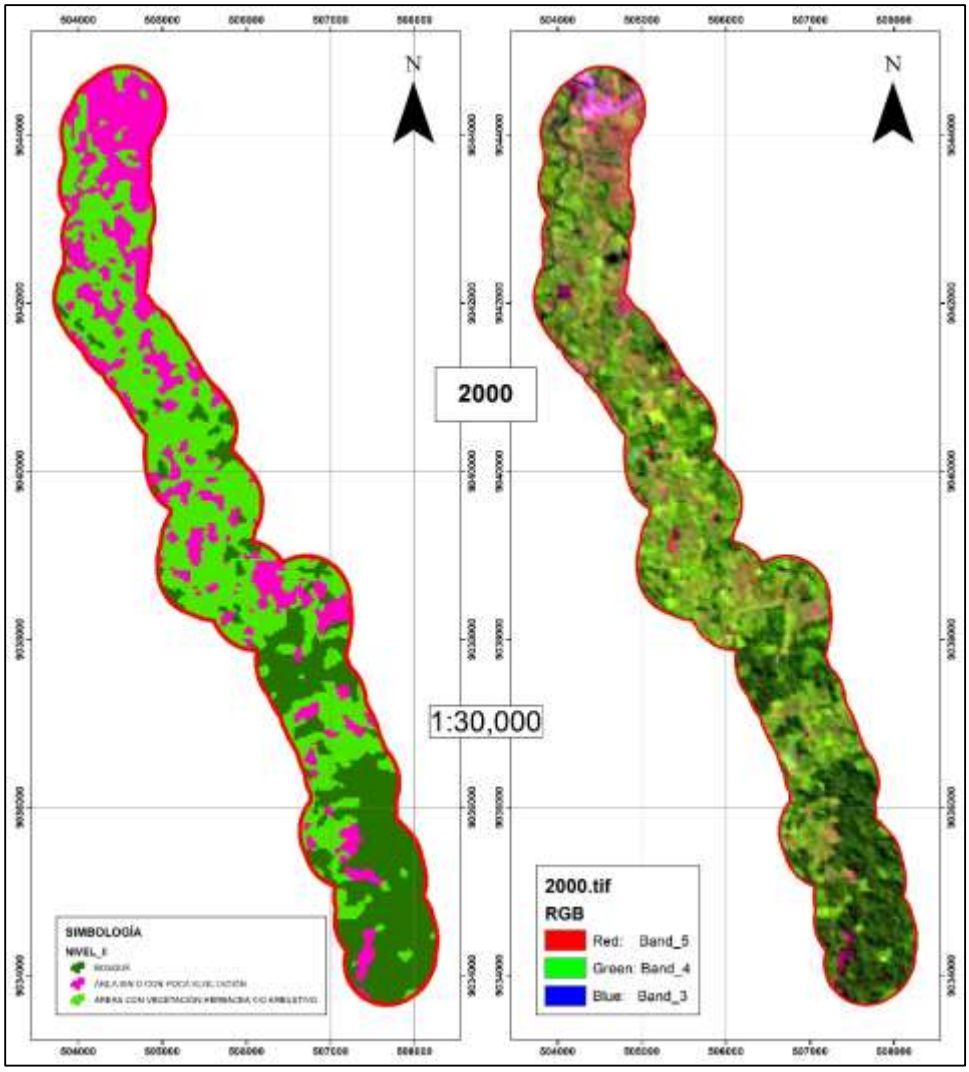


Figura 33. Comparación entre la clasificación y la imagen satelital año 2000

La cobertura bosque (3.1) ocupa un área de 367.56 ha, el cual representa el 27.53% del área de análisis, así mismo la cobertura de Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva (3.3) ocupa un área de 638.74 ha, el cual representa el 47.80% del área de análisis, por último, el área sin o con poca vegetación (3.4) ocupa un área de 329.90 Ha, el cual representa el 24.69% del área de análisis.

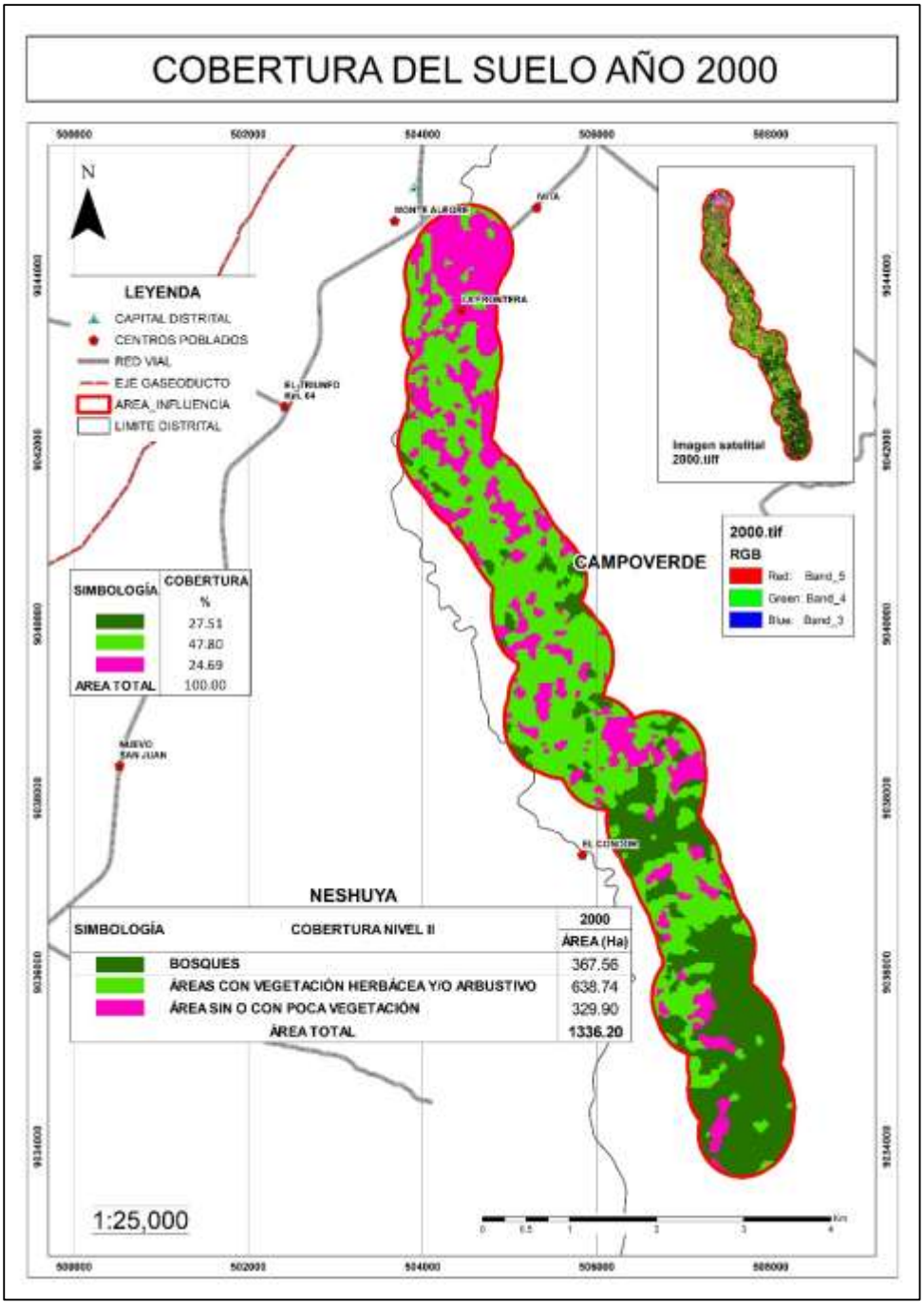


Figura 34. Mapa de Clasificación de cobertura de suelo 2000

4.2.5. Cobertura año 2005

En la figura 35, se muestra seis (6) tipos de coberturas del nivel II - CLC, siendo estas, Áreas urbanizadas (1.1), Áreas de infraestructura (1.2), Cultivos permanentes (2.2), bosque (3.1), Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo (3.3) y Áreas sin o con poca vegetación (3.4), validando la clasificación el coeficiente de kappa obtenido con el valor de 0.90 con una concordancia observada de 93.30 %

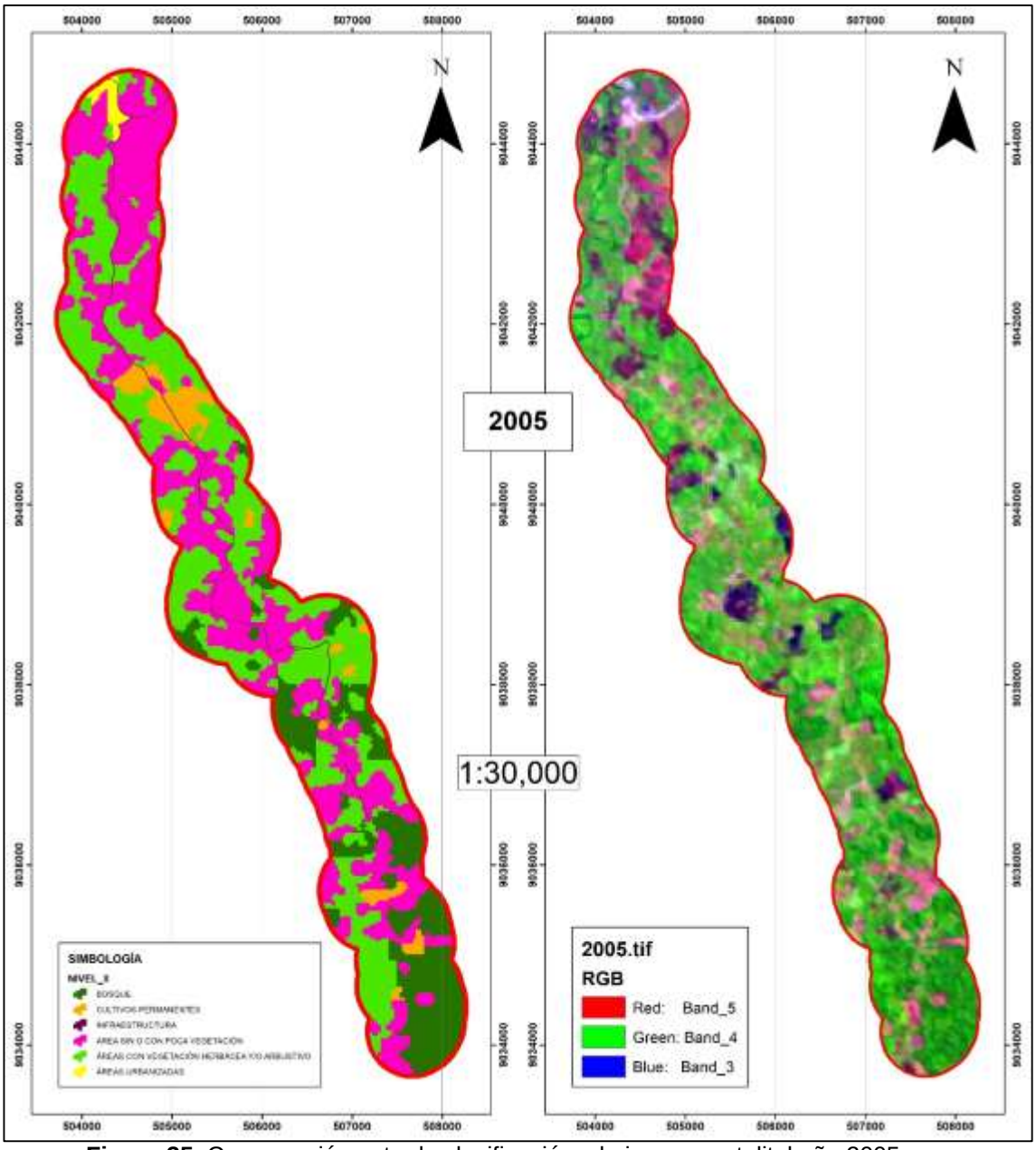


Figura 35. Comparación entre la clasificación y la imagen satelital año 2005

La cobertura de Áreas urbanizadas (1.1), ocupa un área de 11.99 Ha, el cual representa 0.90%, la siguiente cobertura, Áreas de infraestructura (1.2), ocupa un área de 11.40 Ha, el cual representa el 0.85%; los cultivos (2.2), ocupan un área de 61.19 Ha, representando un 4.58%; el bosque (3.1) ocupa un área de 218.82 Ha, el cual representa el 16.38% del área de análisis, así mismo la cobertura de Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva (3.3) ocupa un área de 503.05 Ha, el cual representa el 37.65% del área de análisis, por último, el área sin o con poca vegetación (3.4), ocupa un área de 529.75 Ha, el cual representa el 39.65% del área de análisis.

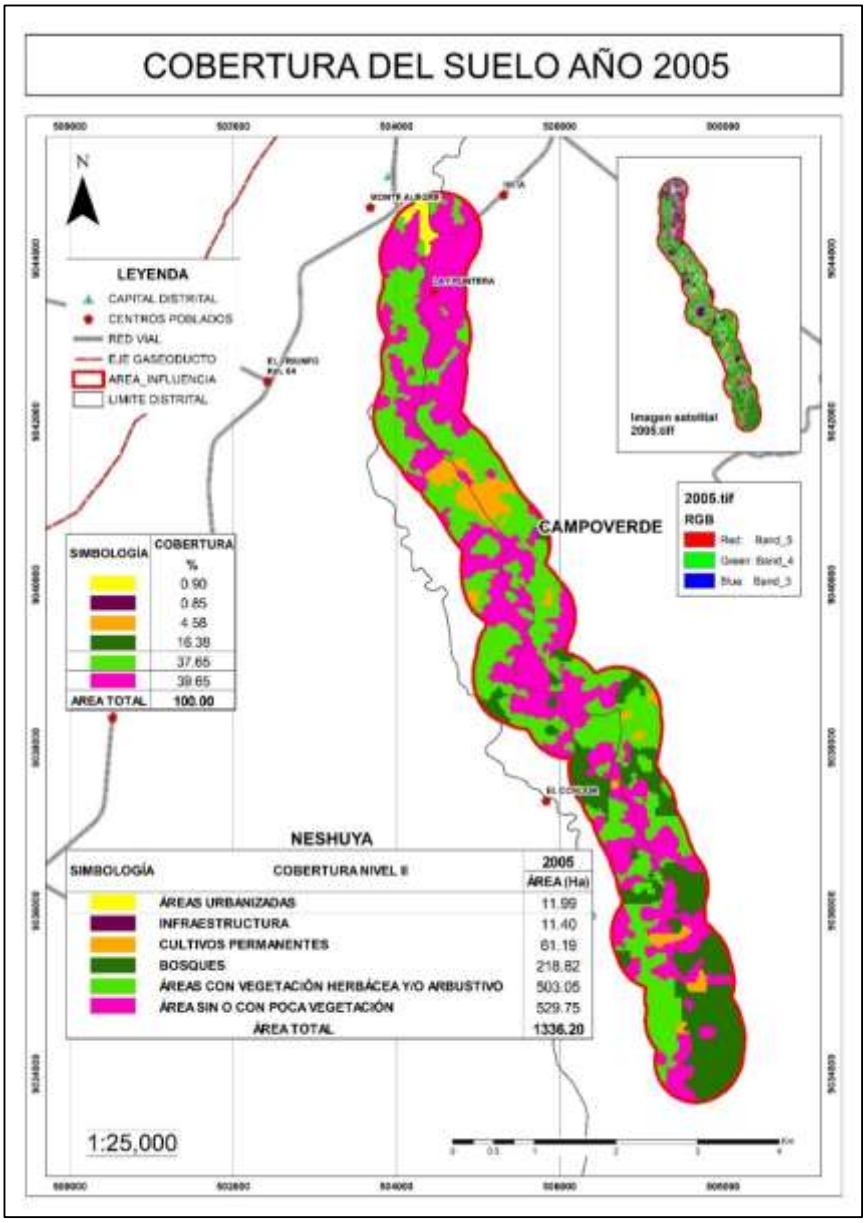


Figura 36. Mapa de Clasificación de cobertura de suelo 2005

4.2.6. Cobertura año 2010

En la figura 37, se muestra siete (7) tipos de coberturas del nivel II - CLC, siendo estas, Áreas urbanizadas (1.1), Áreas de infraestructura (1.2), Cultivos permanentes (2.2), Pastos (2.3), bosque (3.1), Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo (3.3) y Áreas sin o con poca vegetación (3.4), validando la clasificación el coeficiente de kappa obtenido con el valor de 0.94 con una concordancia observada de 95.24%

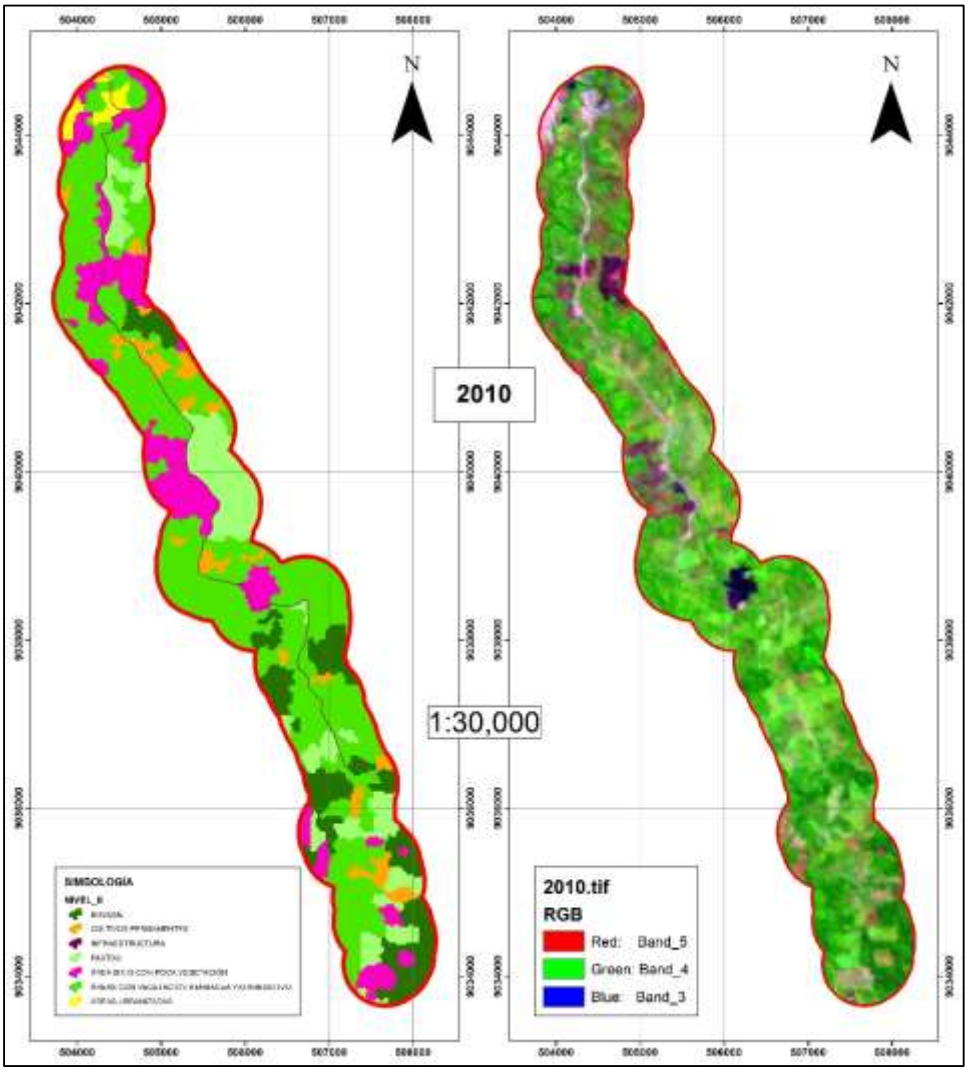


Figura 37. Comparación entre la clasificación y la imagen satelital año 2010

La cobertura de Área urbanizadas (1.1), ocupa un área de 20.04 Ha, el cual representa 1.50% del área de análisis, la siguiente cobertura, Área de infraestructura (1.2), ocupa un área de 11.40 Ha, el cual representa el 0.85%; los cultivos (2.2), ocupan un área de 66.37 Ha, representando un 4.97%; el pasto (2.3) ocupa un área de 191.50 Ha, el cual representa el 14.33%; el bosque (3.1) ocupa un área de 178.03 Ha, el cual representa el 13.32% del área de análisis, así mismo la cobertura de Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva (3.3) ocupa un área de 660.46 Ha, el cual representa el 49.43% del área de análisis, por último, el área sin o con poca vegetación (3.4), ocupa un área de 208.40 Ha, el cual representa el 39.65% del área de análisis.

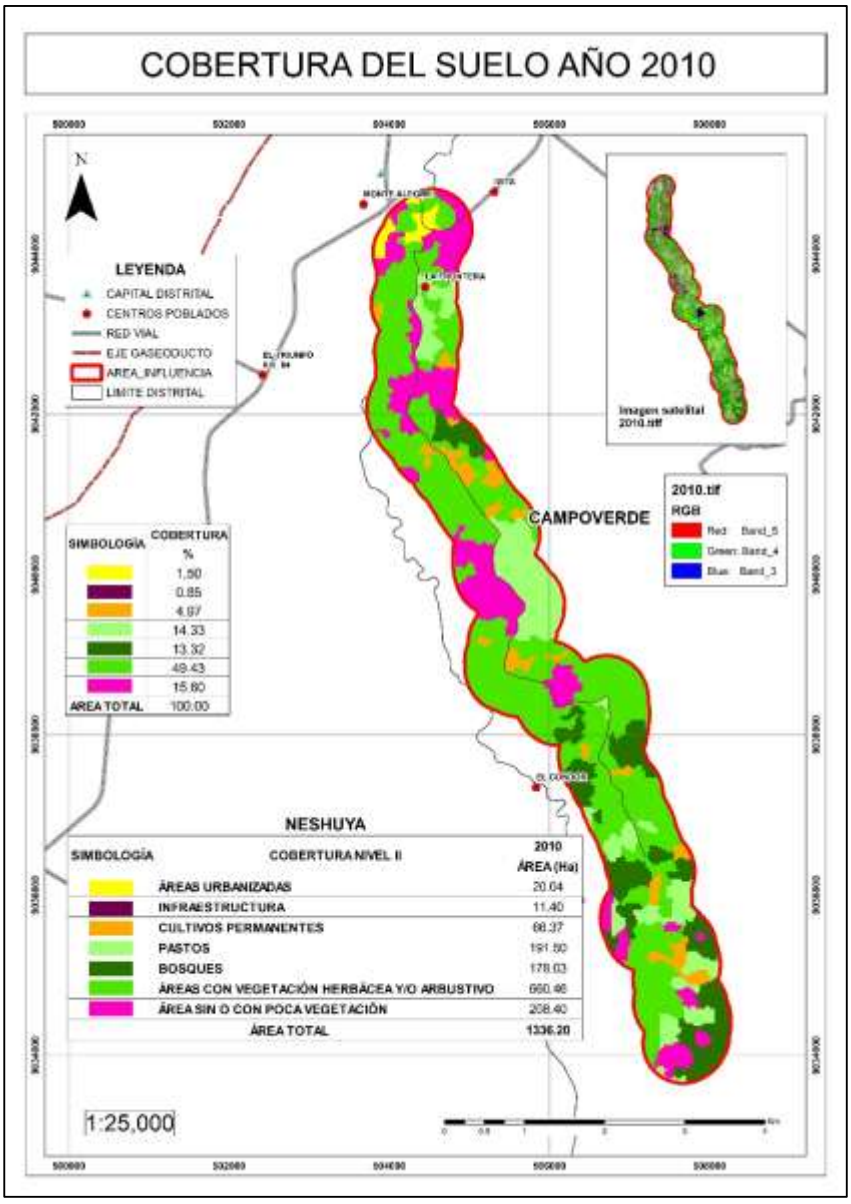


Figura 38. Mapa de Clasificación de cobertura de suelo 2010

4.2.7. Cobertura año 2015

En la figura 39, se muestra siete (7) tipos de coberturas del nivel II - CLC, siendo estas, Áreas urbanizadas (1.1), Áreas de infraestructura (1.2), Cultivos permanentes (2.2), Pastos (2.3), bosque (3.1), Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo (3.3) y Áreas sin o con poca vegetación (3.4), validando la clasificación el coeficiente de kappa obtenido con el valor de 0.94 con una concordancia observada de 94.88%

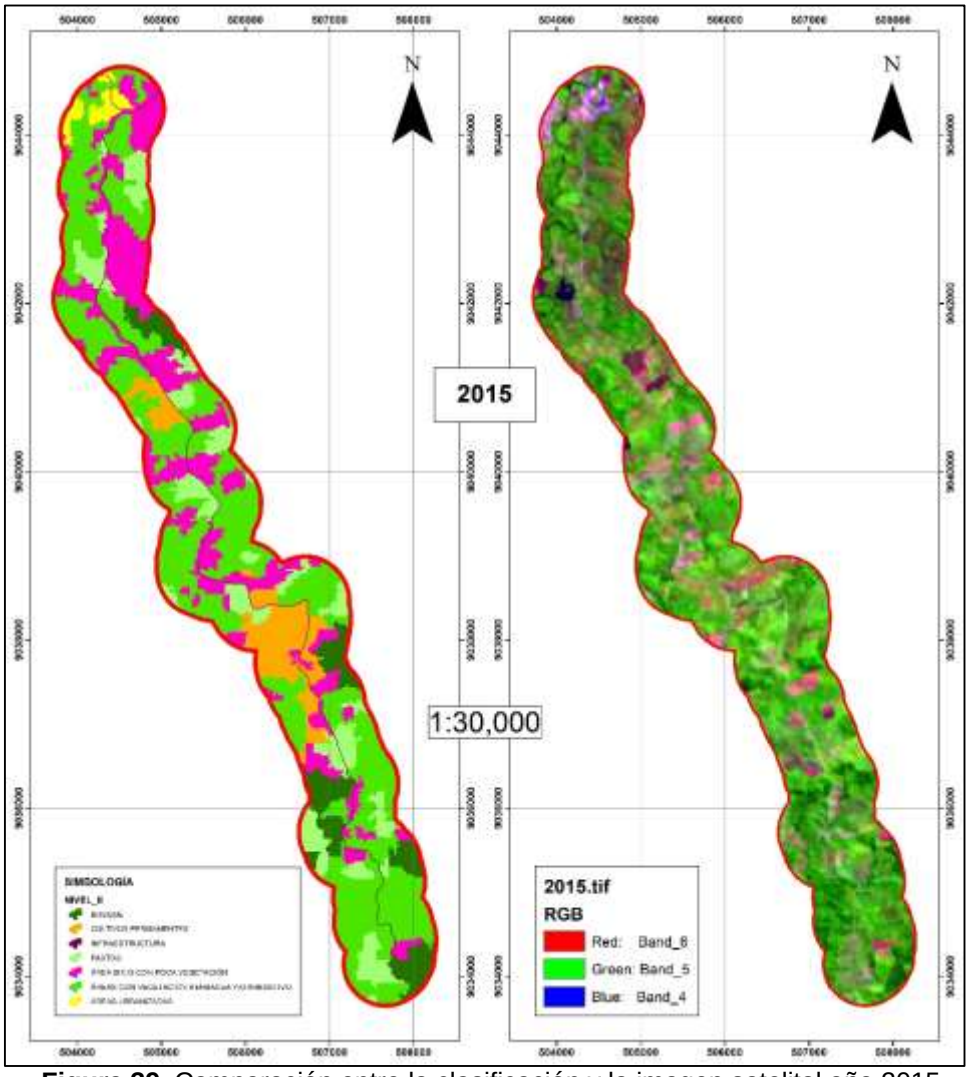


Figura 39. Comparación entre la clasificación y la imagen satelital año 2015

La cobertura de Área urbanizadas (1.1), ocupa un área de 22.40 Ha, el cual representa 1.68% del área de análisis, la siguiente cobertura, Área de infraestructura (1.2), ocupa un área de 14.43 Ha, el cual representa el 1.08%; los cultivos (2.2), ocupan un área de 104.46 Ha, representando un 7.82%; el pasto (2.3) ocupa un área de 178.52 Ha, el cual representa el 13.36%; el bosque (3.1) ocupa un área de 105.04 Ha, el cual representa el 7.86% del área de análisis, así mismo la cobertura de Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva (3.3) ocupa un área de 631.34 Ha, el cual representa el 47.25% del área de análisis, por último, el área sin o con poca vegetación (3.4), ocupa un área de 280.01 Ha, el cual representa el 20.96% del área de análisis.

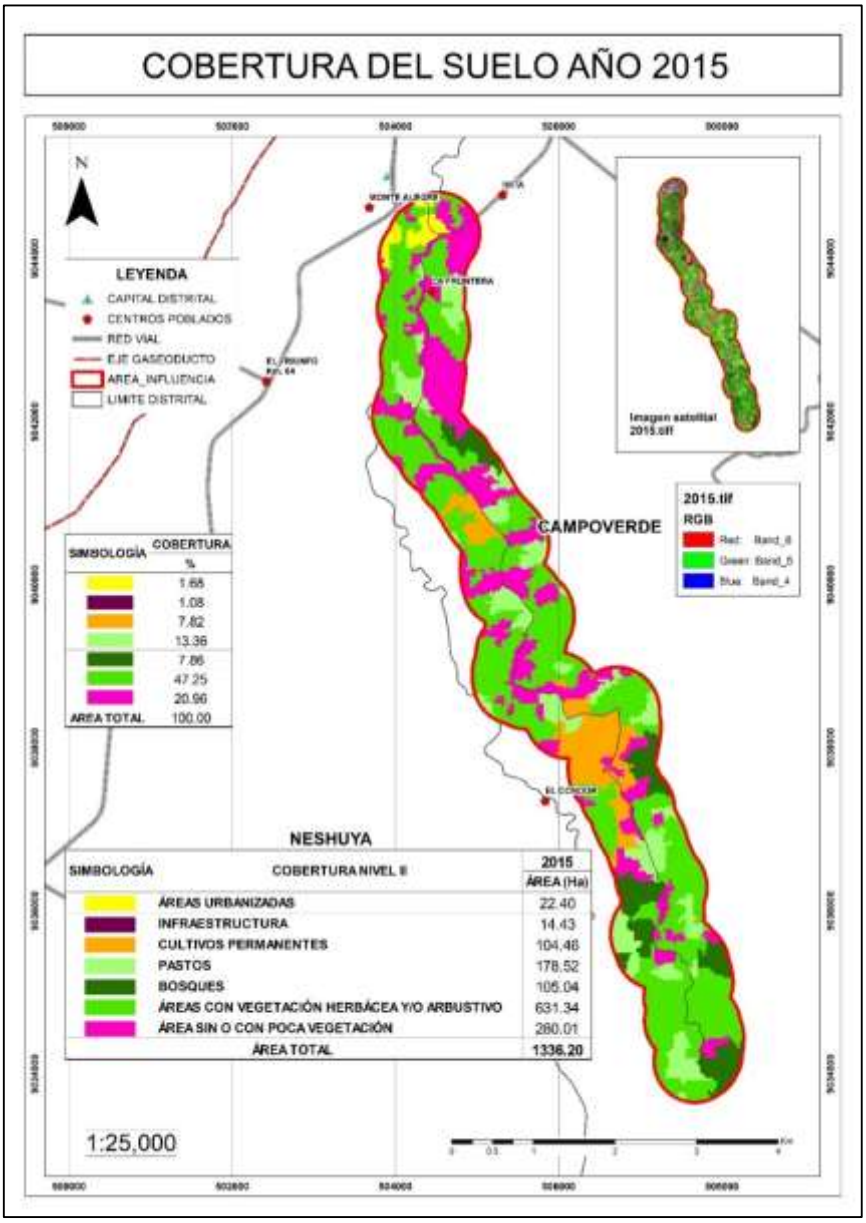


Figura 40. Mapa de Clasificación de cobertura de suelo 2015

4.2.8. Cobertura año 2018

En la figura 41, se muestra siete (7) tipos de coberturas del nivel II - CLC, siendo estas, Áreas urbanizadas (1.1), Áreas de infraestructura (1.2), Cultivos permanentes (2.2), Pastos (2.3), bosque (3.1), Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo (3.3) y Áreas sin o con poca vegetación (3.4), validando la clasificación el coeficiente de kappa obtenido con el valor de 0.94 con una concordancia observada de 94.88%

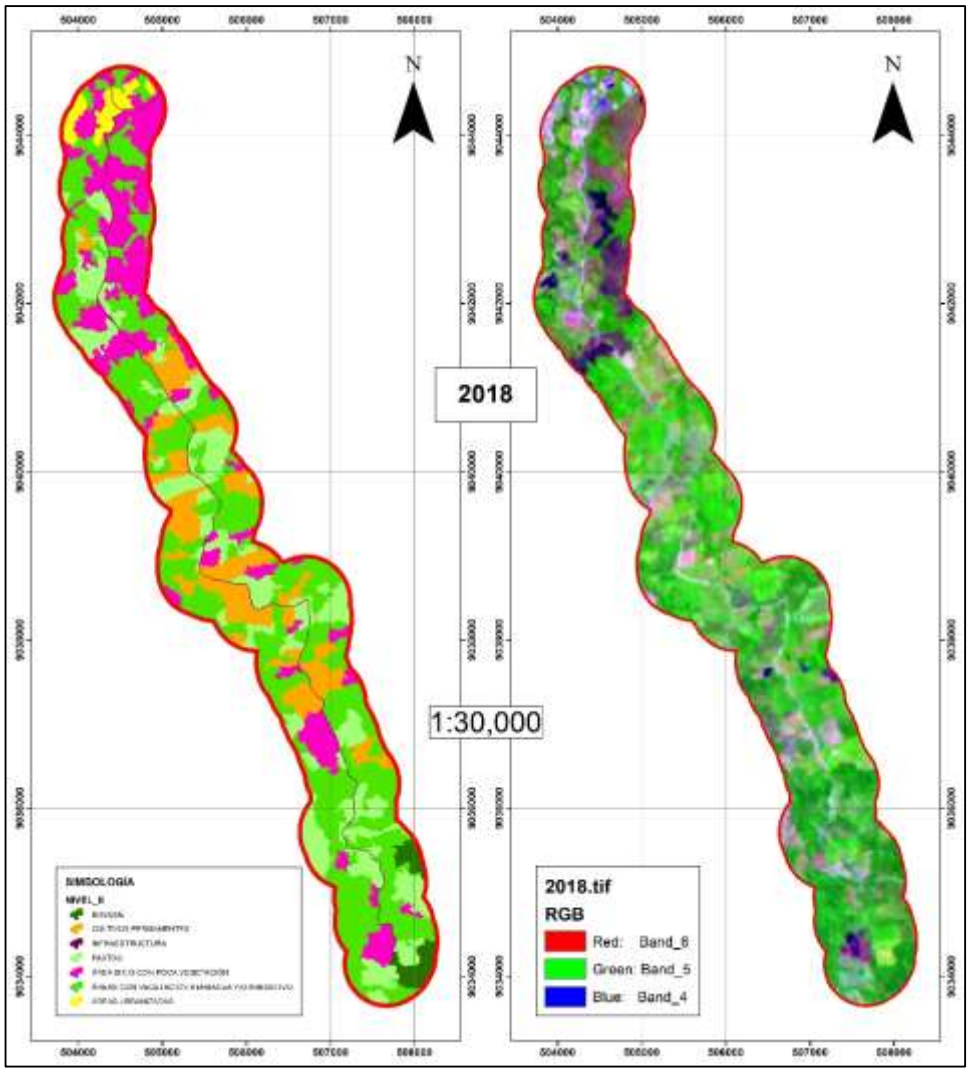


Figura 41. Comparación entre la clasificación y la imagen satelital año 2018

La cobertura de Área urbanizadas (1.1), ocupa un área de 28.32 Ha, el cual representa el 2.12% del área de análisis, la siguiente cobertura, Área de infraestructura (1.2), ocupa un área de 14.43 Ha, el cual representa el 1.08%; los cultivos (2.2), ocupan un área de 181.96 Ha, representando un 13.62%; el pasto (2.3) ocupa un área de 274.42 Ha, el cual representa el 20.54%; el bosque (3.1) ocupa un área de 27.75 Ha, el cual representa el 2.08% del área de análisis, así mismo la cobertura de Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva (3.3) ocupa un área de 556.47 Ha, el cual representa el 41.65% del área de análisis, por último, el área sin o con poca vegetación (3.4), ocupa un área de 252.85 Ha, el cual representa el 18.92% del área de análisis.

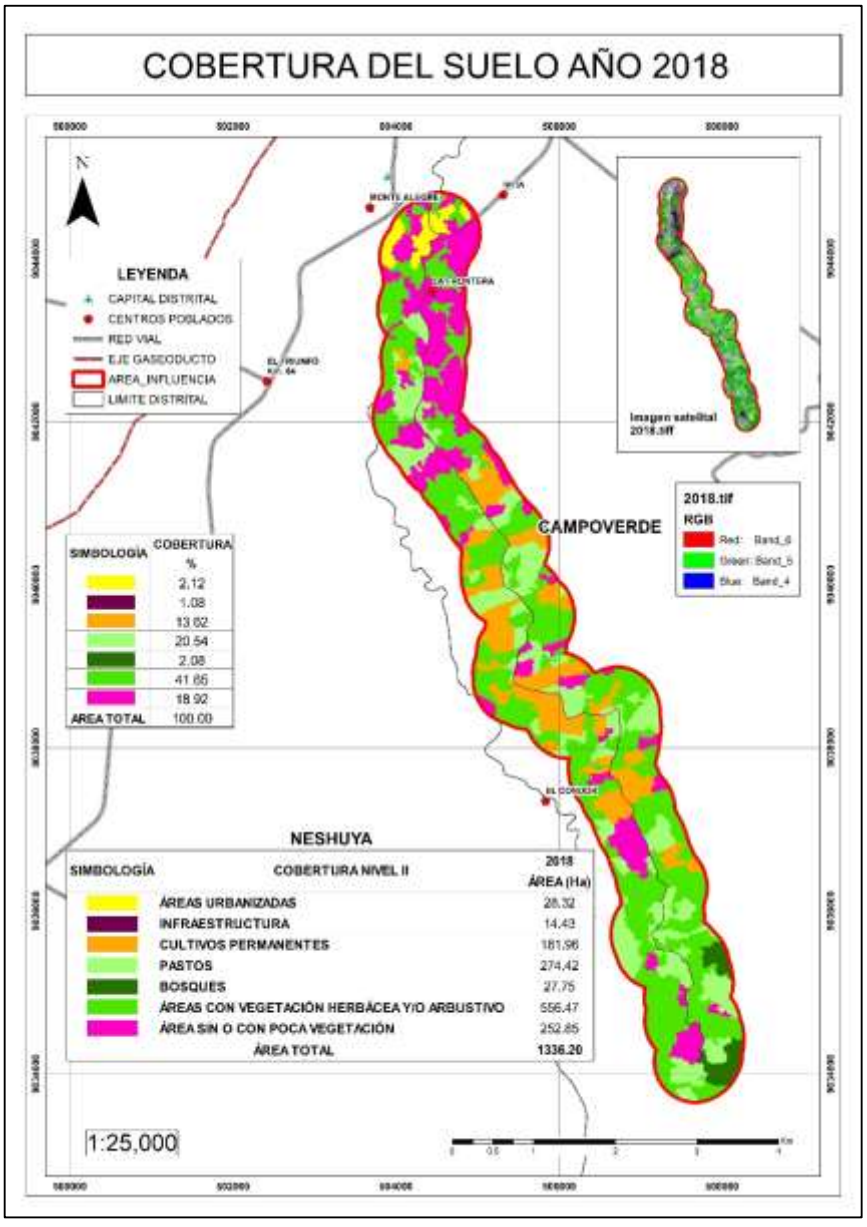


Figura 42. Mapa de Clasificación de cobertura de suelo 2018

4.2.9. Comportamiento de las coberturas

En la tabla 18, se muestra los resultados de la clasificación durante el total del periodo de análisis, la cual muestra que, las coberturas de áreas urbanizadas, infraestructura y cultivos permanentes aparecen después del año 2000, y solo la cobertura de pasto aparece después del año 2005.

Tabla 18. Resumen de coberturas encontradas.

COBERTURA NIVEL II	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2018
ÁREAS URBANIZADAS	0.00	0.00	0.00	0.00	11.99	20.04	22.40	28.32
INFRAESTRUCTURA	0.00	0.00	0.00	0.00	11.40	11.40	14.43	14.43
CULTIVOS PERMANENTES	0.00	0.00	0.00	0.00	61.19	66.37	104.46	181.96
PASTOS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	191.50	178.52	274.42
BOSQUES	970.05	872.65	606.11	367.56	218.82	178.03	105.04	27.75
ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO	252.47	308.86	424.15	638.74	503.05	660.46	631.34	556.47
ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN	113.68	154.69	305.94	329.90	529.75	208.40	280.01	252.85
ÁREA TOTAL	**1336.20**	**1336.20**	**1336.20**	**1336.20**	**1336.20**	**1336.20**	**1336.20**	**1336.20**

En la figura 43, se muestra el comportamiento del área Urbanizada (1.1), la cual presenta un crecimiento lineal, incrementándose de 11.9 Ha en el 2005 a 28.32 Ha en el 2018.

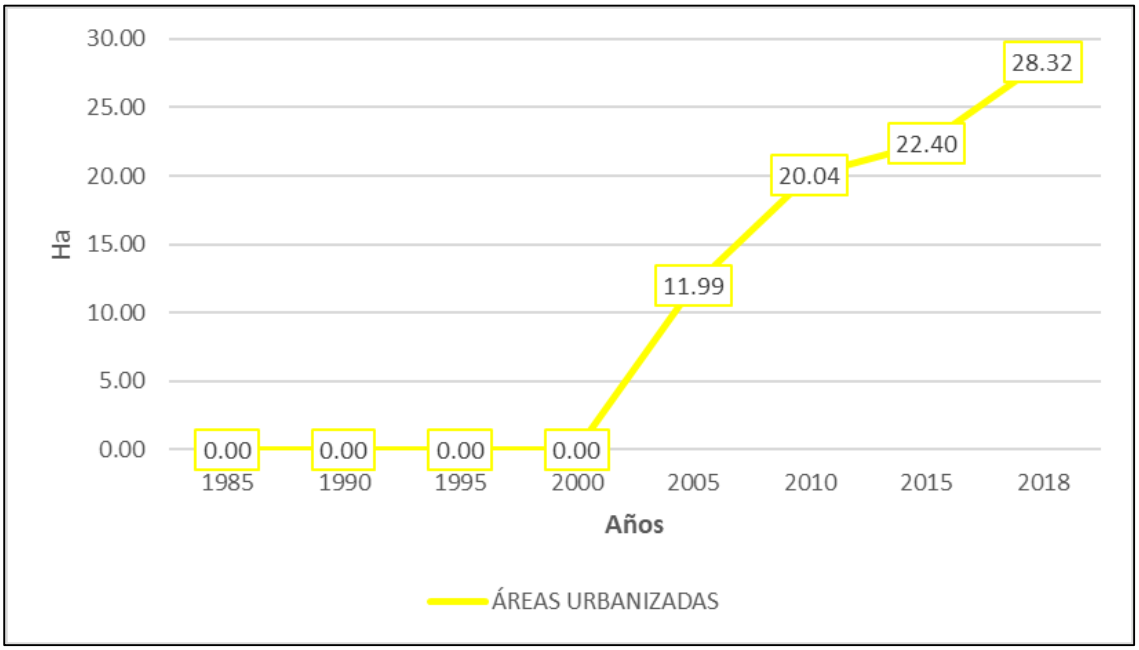


Figura 43. Crecimiento Lineal en hectáreas del área urbanizada.

En la figura 44 se muestra el comportamiento de la infraestructura (1.2), el cual mantiene su área de 11.40 Ha durante los años 2005 y 2010, aumentando su área a 14.43 Ha durante los años 2015 y 2018, manteniéndose a la fecha esta hectárea.

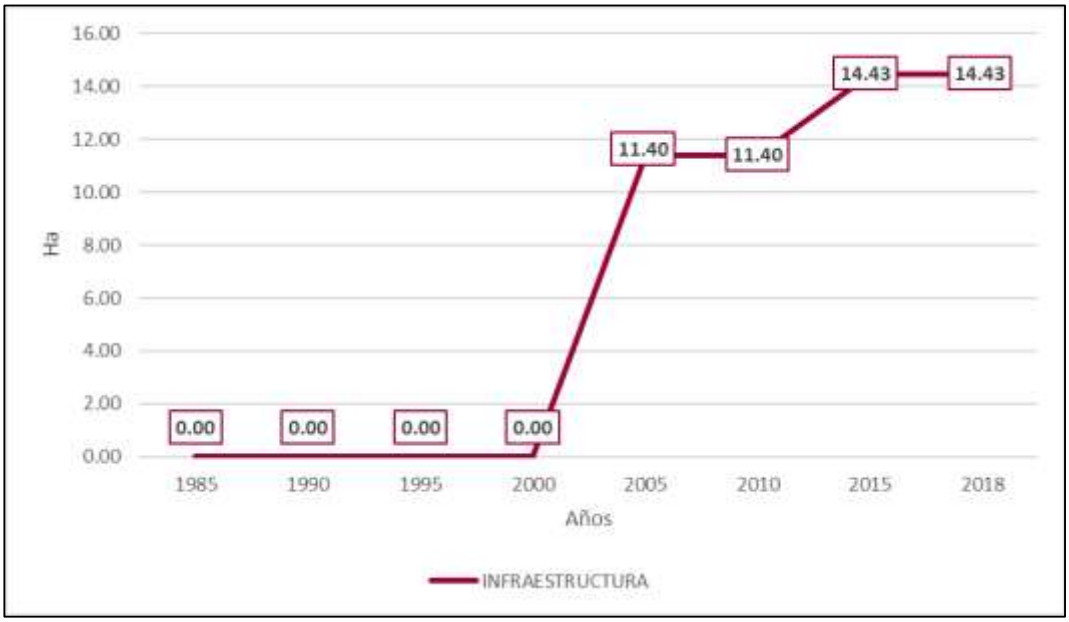


Figura 44. Crecimiento Lineal en hectáreas de la infraestructura.

En la figura 45 se muestra el comportamiento de los cultivos permanentes (2.2), la cual presenta un crecimiento lineal de 61.19 Ha en el 2005 a 181.96 Ha en el 2018.

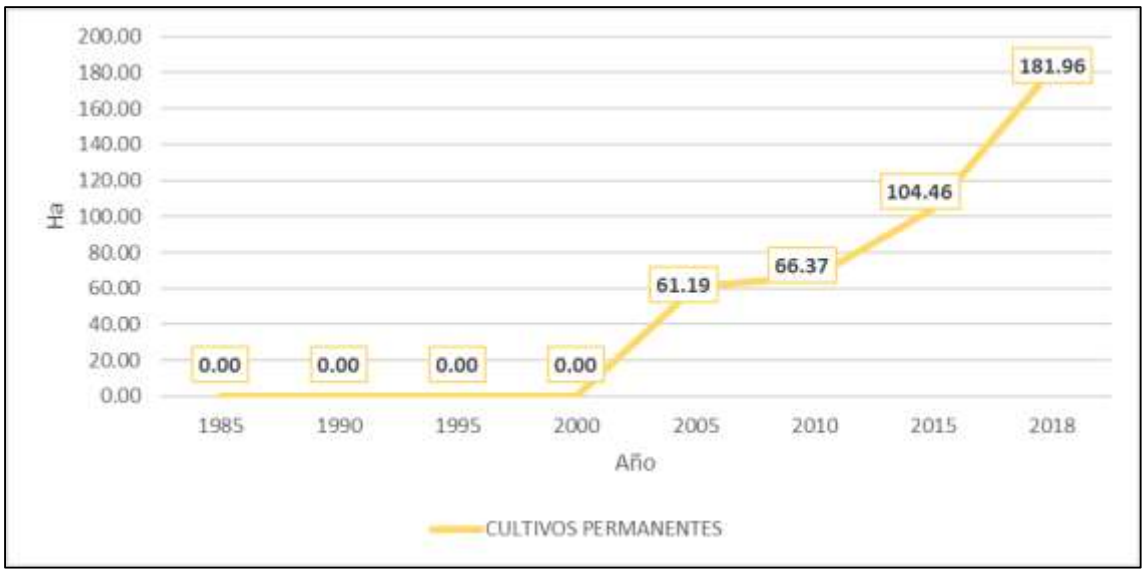


Figura 45. Crecimiento Lineal en hectáreas de los cultivos permanentes.

En la figura 46, se muestra el comportamiento del pasto (2.3), la cual no presenta un crecimiento lineal, ya que en el 2010 tenía un área de 191.50 Ha, disminuyendo al 2015 a un área de 178.52 Ha, volviendo a incrementarse en el 2018 a un área de 274.42 Ha.

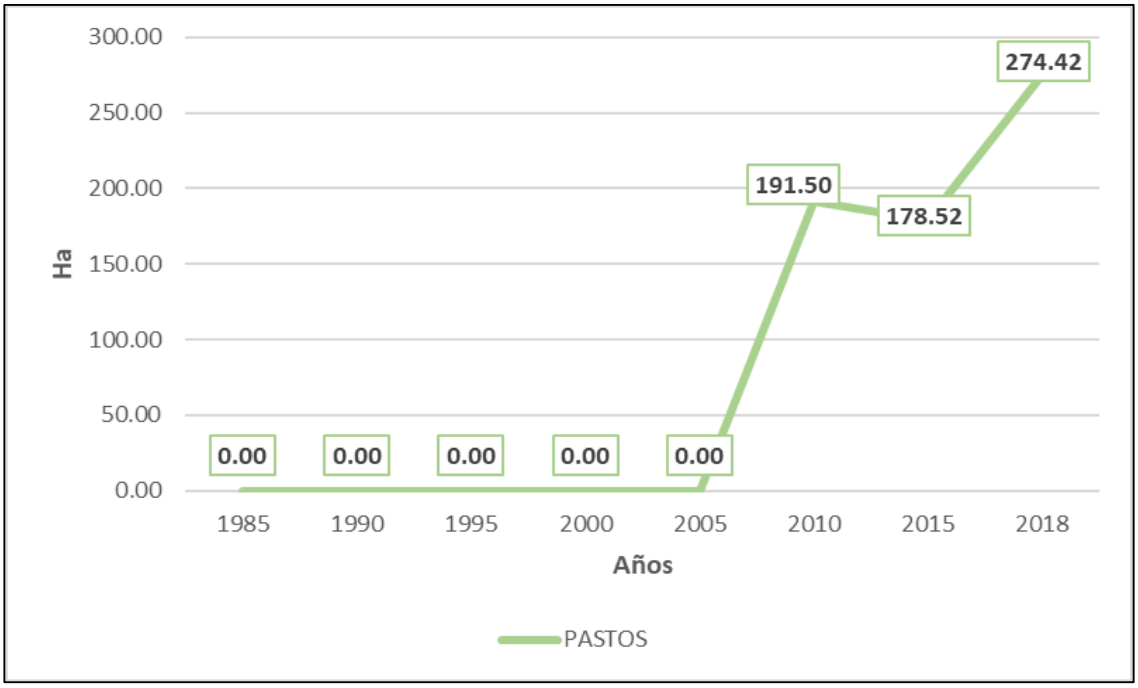


Figura 46. Crecimiento Lineal en hectáreas de pasto.

En la figura 57, se muestra el comportamiento del Bosque (3.1), el cual presenta un decrecimiento lineal, ya que en 1985 tenía un área de 970.05 Ha, disminuyendo considerablemente al 2018 a un área de 27.75 Ha.

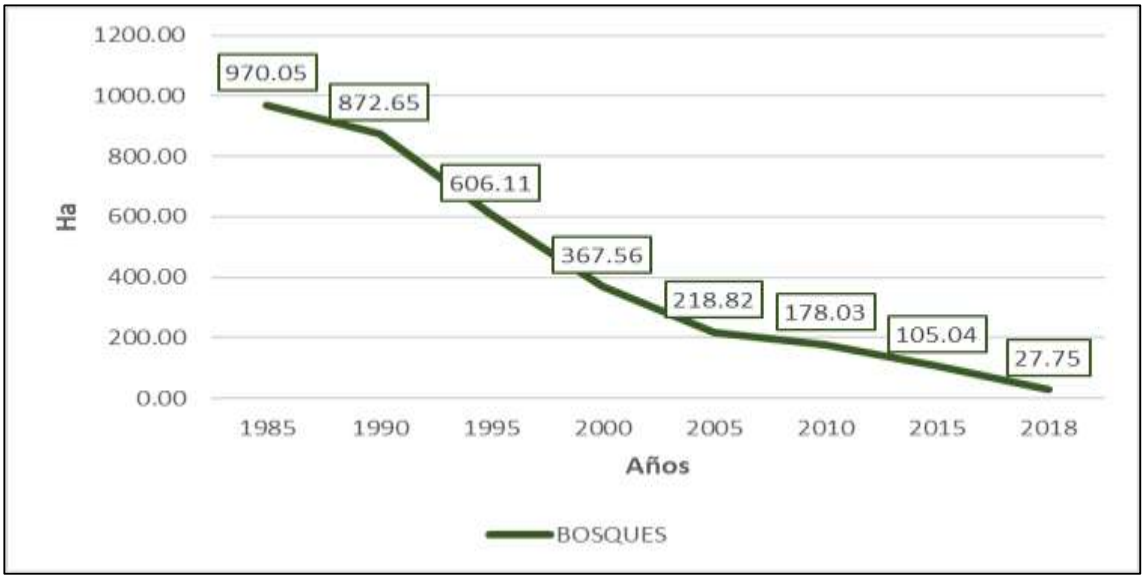


Figura 47. Decrecimiento Lineal en hectáreas de Bosque.

En la figura 48, se muestra el comportamiento del área con vegetación herbácea y/o arbustivo (3.3), la cual presenta un crecimiento lineal desde el año 1985 con un área de 252.47 Ha hasta el año 2000 con un área de 638.74 Ha, presentando una disminución de área en el año 2005 a 503.05 Ha, mostrando un incremento en el 2010 a 660.46 Ha y volviendo a disminuir en el 2018 a 556.47 Ha.

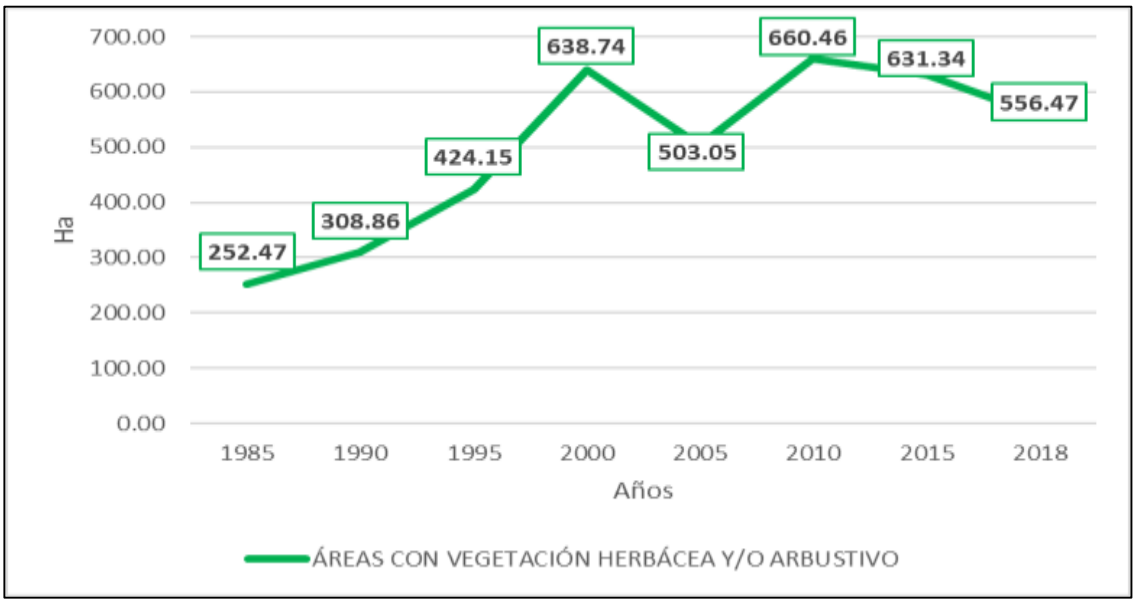


Figura 48. Variación Lineal en hectáreas de las áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo.

En la figura 49, se muestra el comportamiento de los cultivos permanentes (2.2), el cual presenta un crecimiento lineal de 113.68 Ha en 1985 a 529.75 Ha en el 2005, y disminuyendo hasta 252.85 Ha en el 2018.

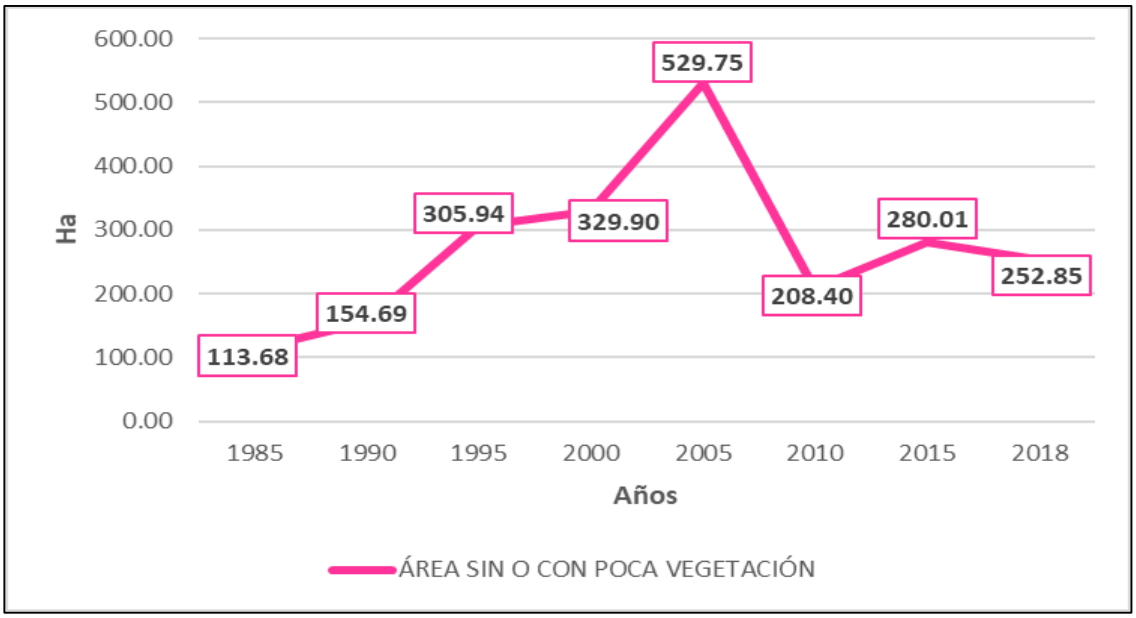


Figura 49. Variación Lineal en hectáreas de las áreas sin o con poca vegetación.

4.3. CAMBIOS DE COBERTURA

Para determinar los cambios de cobertura, se trabajó con seis periodos y un lapso de tiempo, los cuales se detallan a continuación:

4.3.1. Cambios de cobertura durante el Primer Periodo (1985 – 1990)

Las coberturas encontradas en el Periodo I, fueron las pertenecientes a Bosques (3.1), Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo (3.3) y área sin o con poca vegetación (3.4), tal como se muestra en la tabla.

Tabla 19. Periodo I, 1985 - 1990

CÓDIGO DE LEYENDA II	COBERTURA NIVEL II	1985		1990	
		ÁREA (Ha)	%	ÁREA (Ha)	%
1.1	ÁREAS URBANIZADAS	-	-	-	-
1.2	INFRAESTRUCTURA	-	-	-	-
2.2	CULTIVOS PERMANENTES	-	-	-	-
2.3	PASTOS	-	-	-	-
3.1	BOSQUES	970.05	72.60	872.65	65.31
3.3	ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO	252.47	18.89	308.86	23.11
3.4	ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN	113.68	8.51	154.69	11.58
ÁREA TOTAL		**1336.20**	**100.00**	**1336.20**	**100.00**

En la figura 50, de color anaranjado se aprecia las coberturas del año final (1990) y de color verde se aprecian las coberturas iniciales para este periodo (1985), el cual muestra lo siguiente:

- El Bosque con un área de 970.05 Ha (1985) disminuyó su cobertura a 872.65 Ha (1990), existiendo una pérdida de 97.4 Ha.

- Las áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva con un área de 252.47 Ha (1985) en la transición de cinco años, aumento su cobertura a un área de 308.86 Ha (1990), existiendo un aumento de 56.39 ha.

- Las áreas con o sin poca vegetación paso de tener un área de 113.68 Ha (1985), a contar con un área de 154.69 Ha (1990), obteniendo un aumento en su área de 41.01 Ha.

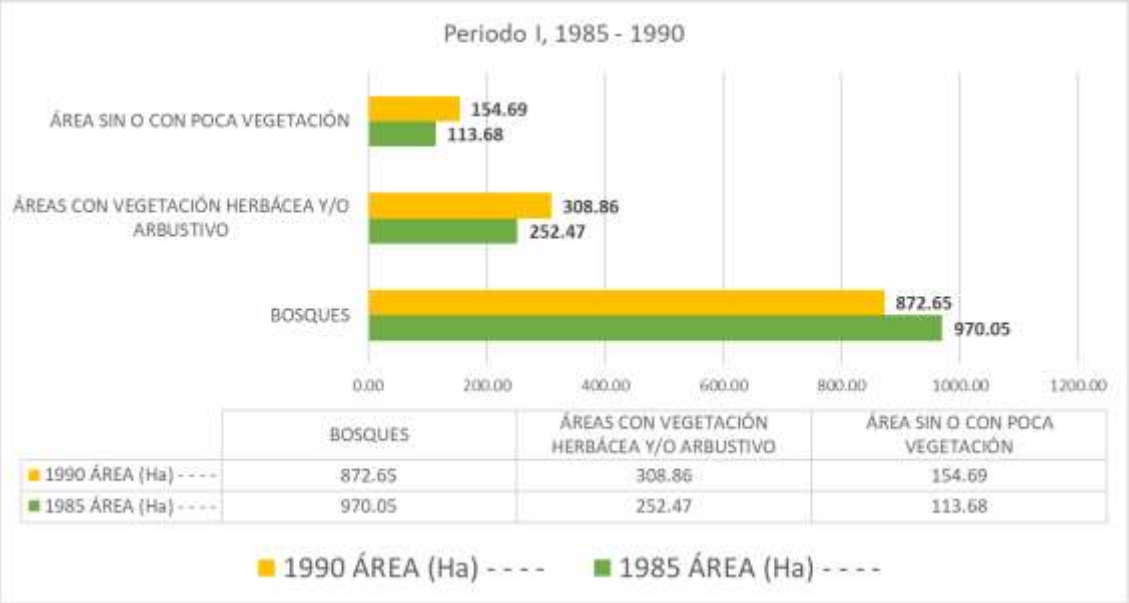


Figura 50. Gráficos de cambios de coberturas para primer periodo

En la tabla 20, se muestra las áreas que presentaron cambios en cuanto a sus coberturas, así como, aquellas que no tuvieron cambio alguno (los mismos que se encuentran resaltados de azul claro), las áreas de las coberturas de 1985 se muestran resaltadas de color verde y las áreas de las coberturas finales 1990 se encuentran resaltadas de color ámbar.

Tabla 20. Cambio de cobertura primer periodo

1985	1990 BOSQUES	VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO	ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN	ÁREA TOTAL 1985 (Ha)
BOSQUES	**872.65**	72.76	24.64	**970.05**
VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO	0.00	**202.82**	49.65	**252.47**
ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN	0.00	33.28	**80.40**	**113.68**
ÁREA TOTAL 1990 (Ha)	**872.65**	**308.86**	**154.69**	**1336.20**

En la figura 51, se muestra las coberturas clasificadas de los años 1985 y 1990, las cuales fueron utilizadas para obtener los cambios de cobertura para este primer periodo, obteniéndose las áreas cambiantes en su cobertura y áreas que mantuvieron su cobertura durante la transición.

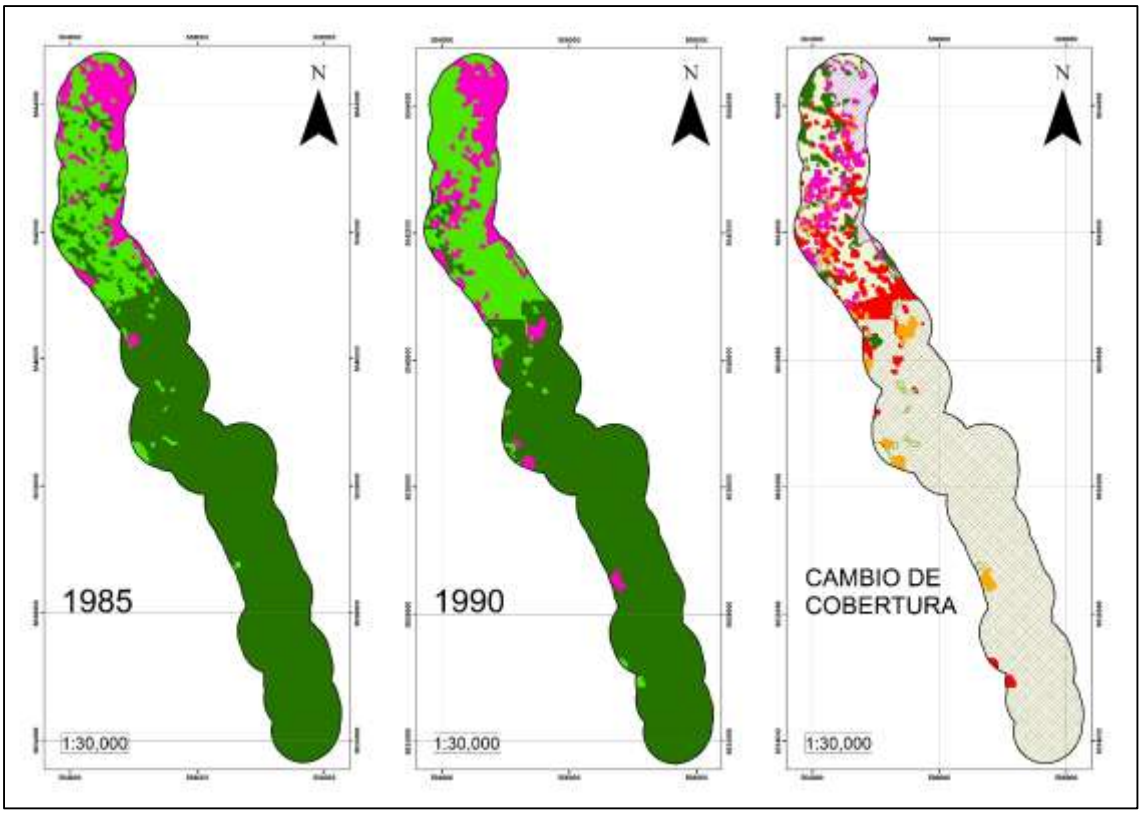


Figura 51. Coberturas clasificadas para cambio de cobertura primer periodo.

En la figura 52, se muestra lo siguiente:

Cambio de cobertura en el Bosque.

- De Bosque a vegetación herbácea y/o arbustivo con un cambio de cobertura de 72.76 Ha.
- De Bosque a Área sin o con poca vegetación con un cambio de cobertura de 24.64 Ha.

Cambio de cobertura en Vegetación herbácea y/o arbustiva.

- De vegetación herbácea y/o arbustivo a área sin o con poca vegetación un cambio en su cobertura de 49.65 Ha

Cambio de cobertura en área sin o con poca vegetación

- De Área sin o con poca vegetación a vegetación herbácea y/o arbustivo con un cambio de 33.28 Ha, existiendo una regeneración natural del suelo.

En el anexo 3 se muestra las coberturas que durante la transición de este periodo mantuvieron sus áreas sin cambios, en el cual, el bosque es cobertura predominante con un área total de 872.65 Ha.

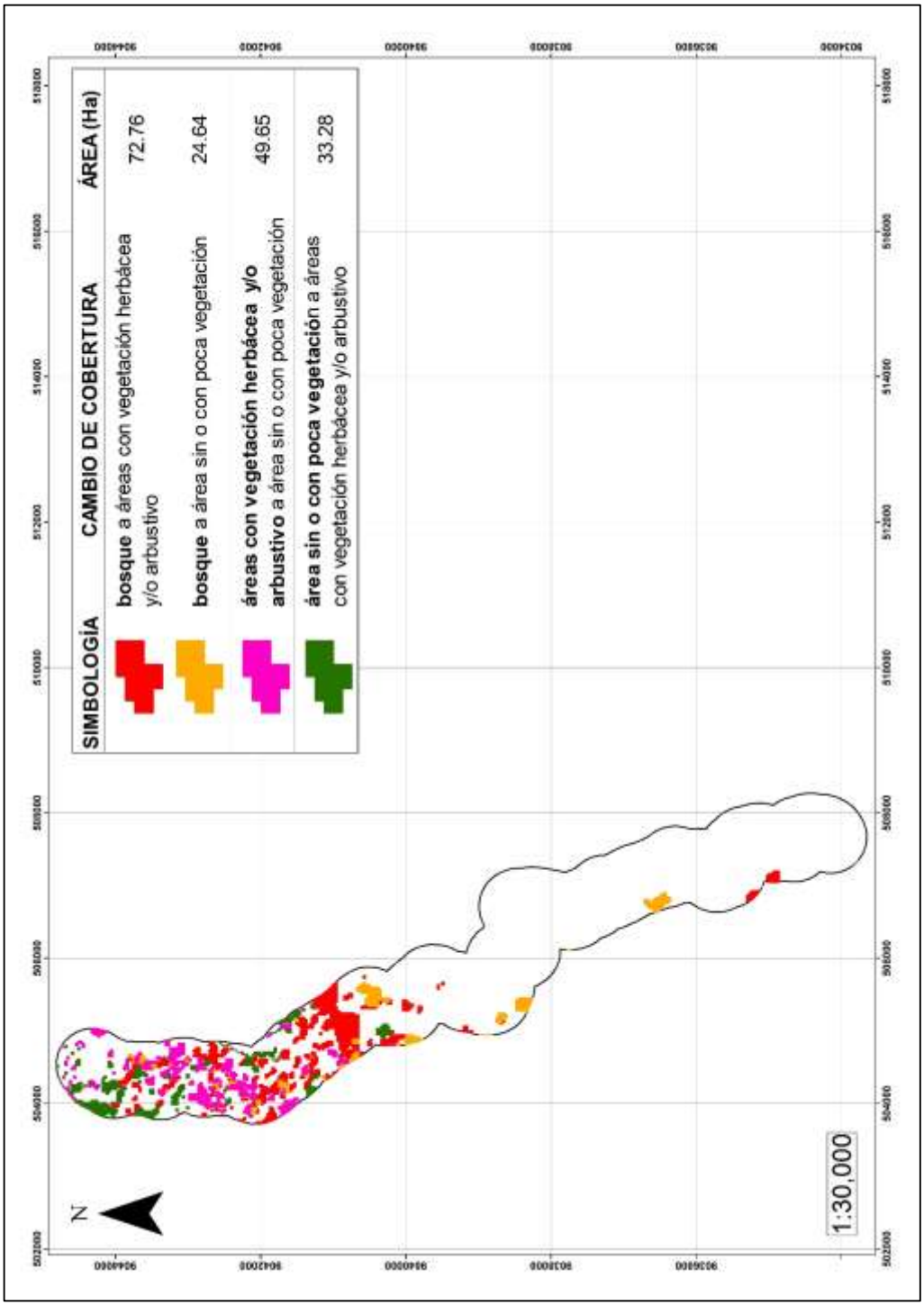


Figura 52. cambios de cobertura primer periodo

4.3.2. Cambios de cobertura durante el segundo Periodo (1990 – 1995)

Las coberturas encontradas en el segundo periodo, fueron las pertenecientes a Bosques (3.1), Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo (3.3) y área sin o con poca vegetación (3.4), tal como se muestra en la tabla.

Tabla 21. Periodo II, 1990 - 1995

CÓDIGO DE LEYENDA II	COBERTURA NIVEL II	1990 ÁREA (Ha)	%	1995 ÁREA (Ha)	%
1.1	**ÁREAS URBANIZADAS**	-	-	-	-
1.2	**INFRAESTRUCTURA**	-	-	-	-
2.2	**CULTIVOS PERMANENTES**	-	-	-	-
2.3	**PASTOS**	-	-	-	-
3.1	**BOSQUES**	872.65	65.31	606.11	45.36
3.3	**ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO**	308.86	23.11	424.15	31.74
3.4	**ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN**	154.69	11.58	305.94	22.90
ÁREA TOTAL		**1336.20**	**100.00**	**1336.20**	**100.00**

En la figura 53, de color anaranjado se aprecia las coberturas del año final (1995) y de color verde se aprecian las coberturas iniciales para este periodo (1990), el cual muestra lo siguiente:

- El bosque con un área de 872.65 Ha (1990) disminuyó su cobertura a 606.11 Ha (1995), existiendo una pérdida de 266.54 Ha.

- Las áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva inicialmente tuvo un área de 308.86 Ha (1990), aumento su cobertura a un área de 424.15 Ha (1995), existiendo un aumento de 115.29 ha.

- Las áreas con o sin poca vegetación paso de tener un área de 154.69 Ha (1990), a contar con un área de 305.94 Ha, obteniendo un aumento en su área de 151.25 Ha.



Figura 53. Cambios de cobertura en el Periodo II

En la tabla 22, se muestra las áreas que presentaron cambios en cuanto a sus coberturas, así como, aquellas que no tuvieron cambio alguno (los mismos que se encuentran resaltados de azul claro), las áreas de las coberturas de 1990 se muestran resaltadas de color verde y las áreas de las coberturas finales 1995 se encuentran resaltadas de color ámbar.

Tabla 22. . Cambio de cobertura primer periodo

1990	1995 BOSQUES	VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO	ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN	ÁREA TOTAL 1990 (Ha)
BOSQUES	**606.11**	129.47	137.07	**872.65**
VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO	0.00	**249.58**	59.28	**308.86**
ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN	0.00	45.10	**109.59**	**154.69**
ÁREA TOTAL 1995 (Ha)	**606.11**	**424.15**	**305.94**	**1336.20**

En la figura 54, se muestra las coberturas clasificadas de los años 1990 y 1995, las cuales fueron utilizadas para obtener los cambios de cobertura para este segundo periodo, obteniéndose áreas que no sufrieron cambios y las áreas de cambios de cobertura.

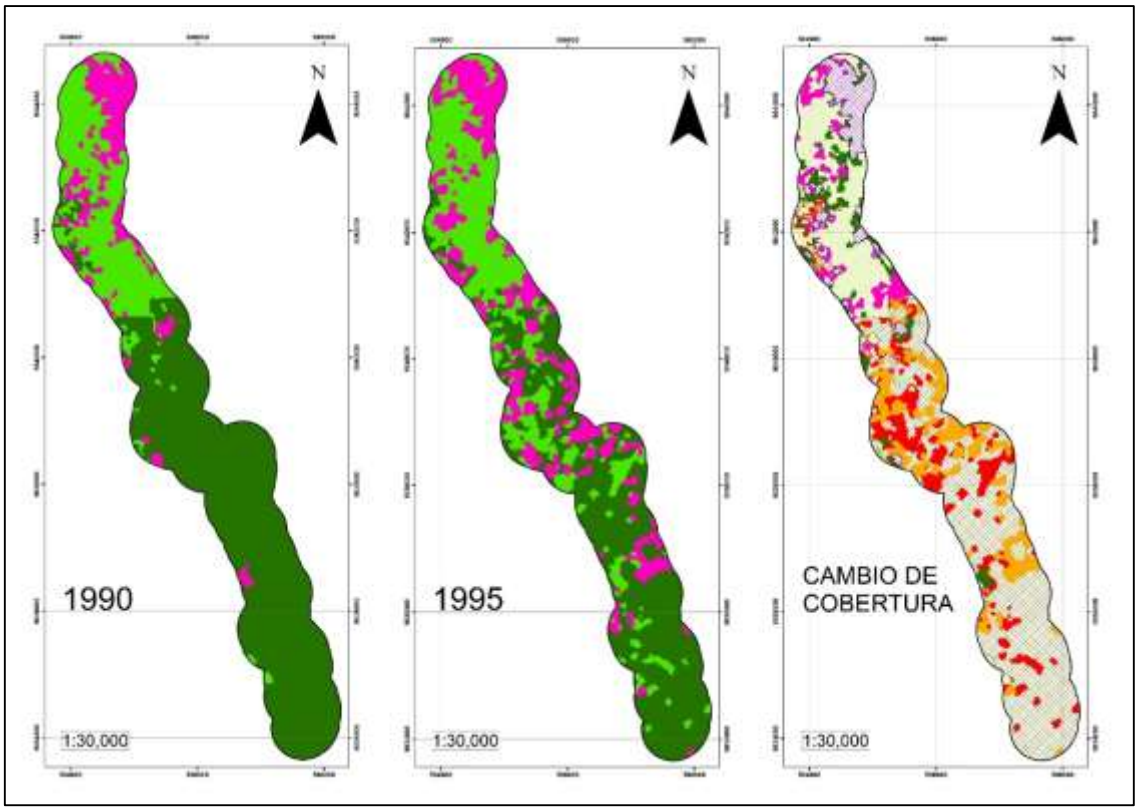


Figura 54. Coberturas clasificadas para cambio de cobertura segundo periodo

En la figura 55, se muestra lo siguiente:

Cambio de cobertura en el Bosque.

- De bosque a vegetación herbácea y/o arbustiva con un cambio de cobertura de 129.47 Ha.
- De Bosque a Área sin o con poca vegetación con un cambio de cobertura de 137.07 Ha.

Cambio de cobertura en Vegetación herbácea y/o arbustiva.

- De vegetación herbácea y/o arbustivo a área sin o con poca vegetación un cambio en su cobertura de 59.28 Ha

Cambio de cobertura en área sin o con poca vegetación

- De Área sin o con poca vegetación a vegetación herbácea y/o arbustivo con un cambio de 45.10 Ha, existiendo una regeneración natural del suelo.
- En el anexo 2 se muestra las coberturas que durante la transición de este periodo mantuvieron sus áreas sin cambios, en el cual, el bosque es cobertura predominante con un área total de 606.11 Ha.

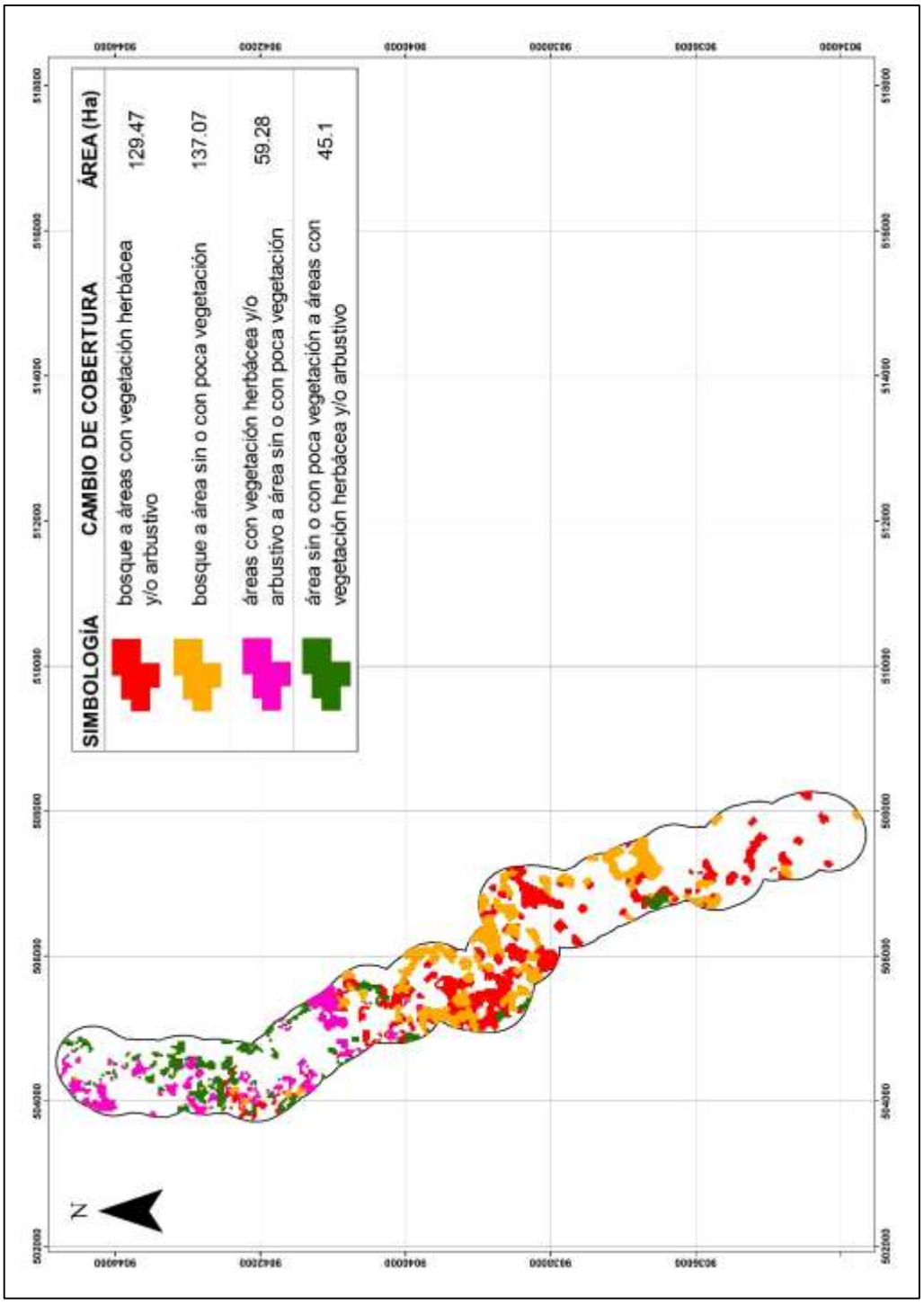


Figura 55. cambios de cobertura segundo periodo

4.3.3. Cambios de cobertura durante el tercer Periodo (1995 – 2000)

Las coberturas encontradas en el segundo periodo, fueron las pertenecientes a Bosques (3.1), Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo (3.3) y área sin o con poca vegetación (3.4), tal como se muestra en la tabla.

Tabla 23. Periodo III, 1995 - 2000

CÓDIGO DE LEYENDA II	COBERTURA NIVEL II	1995		2000	
		ÁREA (Ha)	%	ÁREA (Ha)	%
1.1	ÁREAS URBANIZADAS	-	-	-	-
1.2	INFRAESTRUCTURA	-	-	-	-
2.2	CULTIVOS PERMANENTES	-	-	-	-
2.3	PASTOS	-	-	-	-
3.1	BOSQUES	606.11	45.36	367.56	27.51
3.3	ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO	424.15	31.74	638.74	47.80
3.4	ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN	305.94	22.90	329.90	24.69
	ÁREA TOTAL	**1336.20**	**100.00**	**1336.20**	**100.00**

En la figura 56, de color anaranjado se aprecia las coberturas del año final (2000) y de color verde se aprecian las coberturas iniciales para este periodo (1995), el cual muestra lo siguiente:

- El Bosque con un área de 606.11 Ha (1995) disminuyó su cobertura a 367.56 Ha (2000), existiendo una perdida en la cobertura de 238.55 Ha.

- Las áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva inicialmente tuvo un área de 424.15 Ha (1995), aumento su cobertura a un área de 638.74 Ha (2000), existiendo un aumento de 214.59 ha.

- De la misma forma las áreas con o sin poca vegetación paso de tener un área de 305.94 Ha (1995), a contar con un área de 329.90 Ha (2000), obteniendo un aumento en su área de 23.96 Ha.

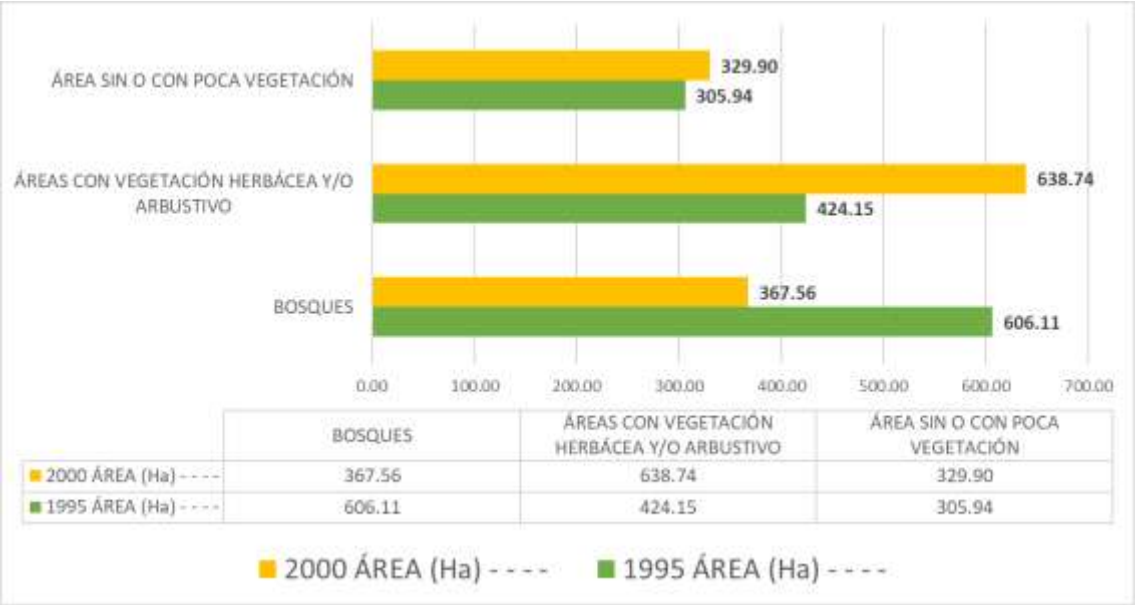


Figura 56. Cambios de coberturas en el tercer periodo

En la tabla 24, se muestra las áreas que presentaron cambios en cuanto a sus coberturas, así como, aquellas que no tuvieron cambio alguno (los mismos que se encuentran resaltados de azul claro), las áreas de las coberturas del 1995 se muestran resaltadas de color verde y las áreas de las coberturas finales del 2000 se encuentran resaltadas de color ámbar.

Tabla 24. Cambio de cobertura tercer periodo

1995	2000			
	BOSQUES	**VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO**	**ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN**	**ÁREA TOTAL 1995 (Ha)**
BOSQUES	367.56	183.37	55.18	606.11
VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO	0.00	298.07	126.08	424.15
ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN	0.00	157.30	148.64	305.94
ÁREA TOTAL 2000 (Ha)	**367.56**	**638.74**	**329.90**	**1336.20**

En la figura 60, se muestra las coberturas clasificadas de los años 1995 y 2000, las cuales fueron utilizadas para obtener los cambios de cobertura para este tercer periodo, obteniéndose áreas que no sufrieron cambios y las áreas de cambios de cobertura.

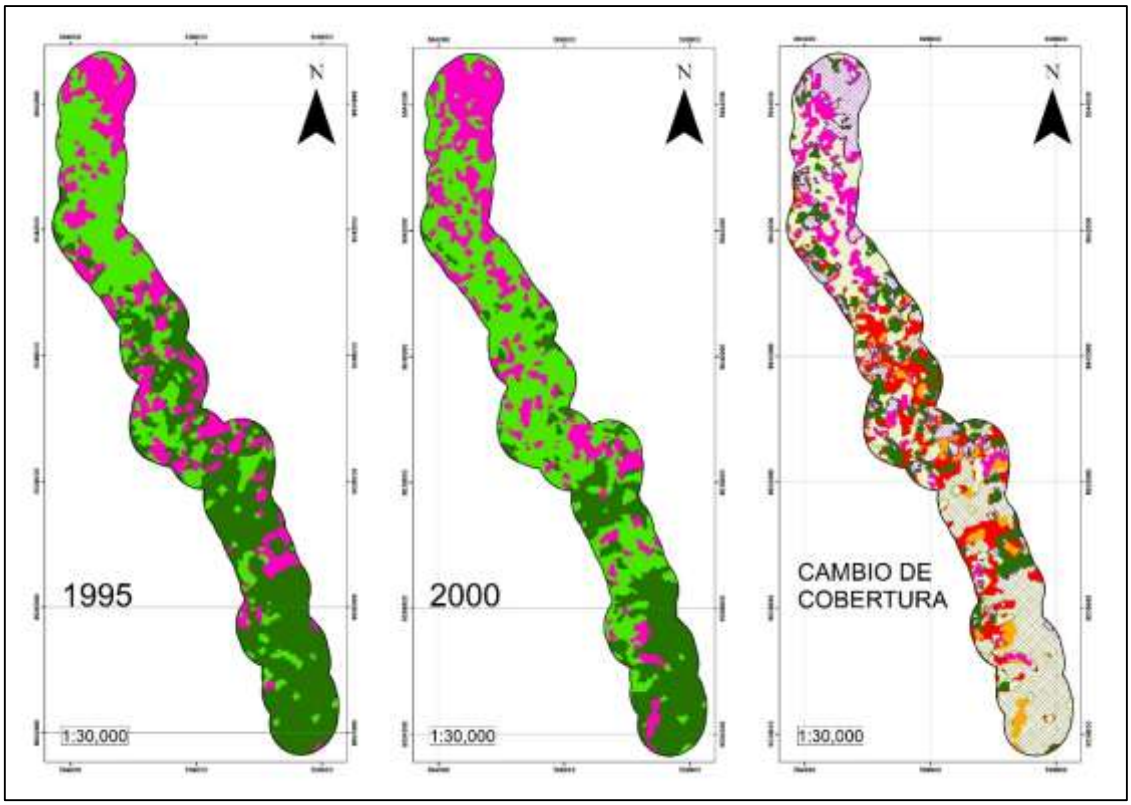


Figura 57. Coberturas clasificadas para cambio de cobertura tercer periodo

En la figura 58, se muestra lo siguiente:

Cambio de cobertura en el Bosque.

- De bosque a vegetación herbácea y/o arbustiva con un cambio de cobertura de 183.37 Ha.
- De Bosque a Área sin o con poca vegetación con un cambio de cobertura de 55.18 Ha.

Cambio de cobertura en Vegetación herbácea y/o arbustiva.

- De vegetación herbácea y/o arbustivo a área sin o con poca vegetación un cambio en su cobertura de 126.08 Ha

Cambio de cobertura en área sin o con poca vegetación

- De Área sin o con poca vegetación a vegetación herbácea y/o arbustivo con un cambio de 157.30 Ha, existiendo una regeneración natural del suelo.

En el anexo 2 se muestra las coberturas que durante la transición de este periodo mantuvieron sus áreas sin cambios, en el cual, el bosque es cobertura predominante con un área total de 367.56 Ha.

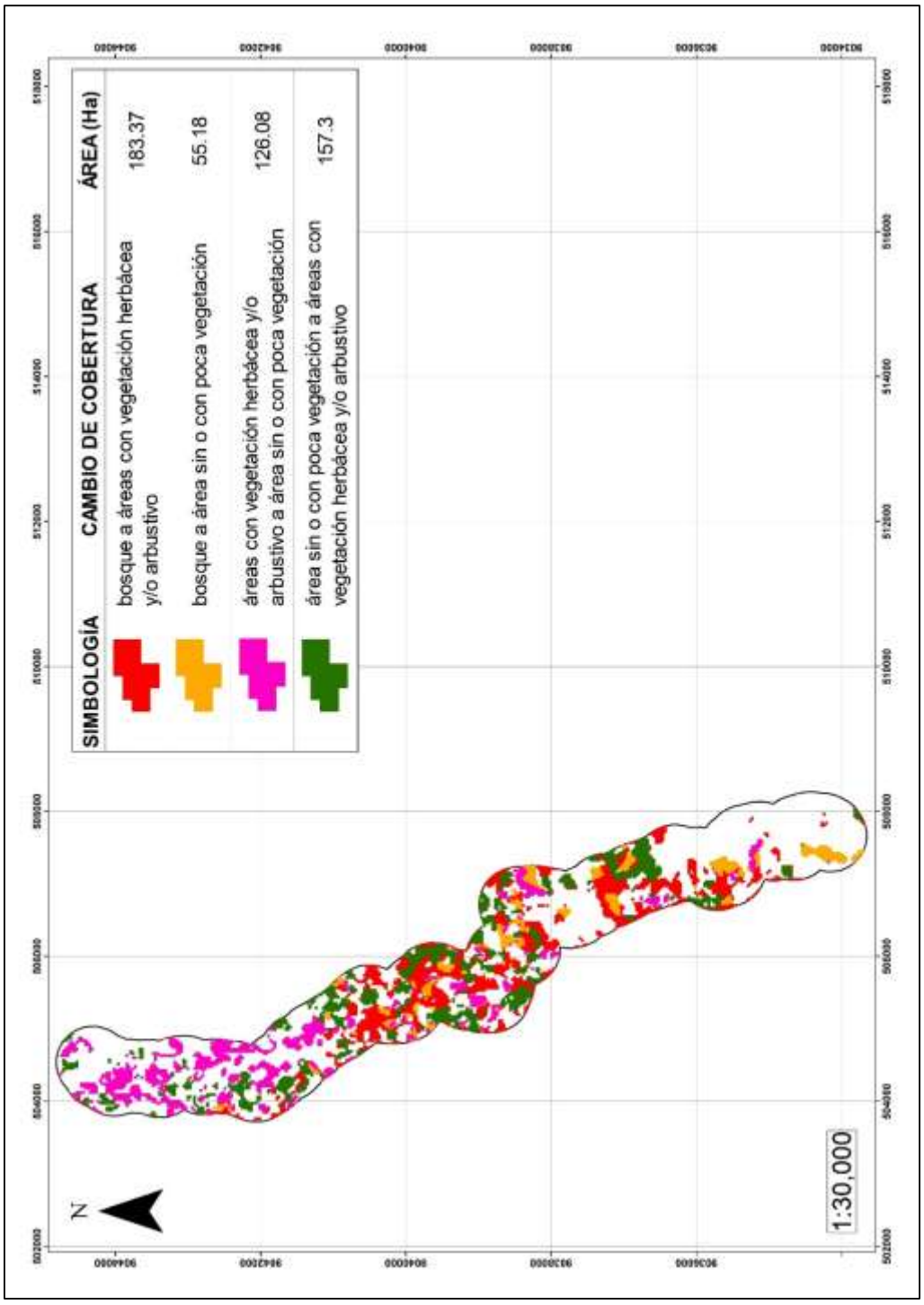


Figura 58. cambios de cobertura tercer periodo

4.3.4. Cambios de cobertura durante el cuarto Periodo (2000 – 2005)

Las coberturas encontradas en el segundo periodo, fueron las pertenecientes a Áreas Urbanizadas (1.1), Infraestructura (1.2), Cultivos permanentes (2.2), Bosques (3.1), Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo (3.3) y área sin o con poca vegetación (3.4), tal como se muestra en la tabla.

Tabla 25. Periodo IV, 2000 - 2005

CÓDIGO DE LEYENDA II	COBERTURA NIVEL II	2000		2005	
		ÁREA (Ha)	%	ÁREA (Ha)	%
1.1	ÁREAS URBANIZADAS	-	-	11.99	0.90
1.2	INFRAESTRUCTURA	-	-	11.40	0.85
2.2	CULTIVOS PERMANENTES	-	-	61.19	4.58
2.3	PASTOS	-	-	-	-
3.1	BOSQUES	367.56	27.51	218.82	16.38
3.3	ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO	638.74	47.80	503.05	37.65
3.4	ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN	329.90	24.69	529.75	39.65
	ÁREA TOTAL	**1336.20**	**100.00**	**1336.20**	**100.00**

En la figura 59, de color anaranjado se aprecia las coberturas del año final (2000) y de color verde se aprecian las coberturas iniciales para este periodo (1995), el cual muestra lo siguiente:

- Las áreas urbanizadas aparecen con un área de 11.99 Ha.
- Las infraestructuras se hacen visible y aparecen con un área de 11.40 Ha
- los cultivos permanentes representan un área de 61.19 Ha.
- El bosque con un área de 367.56 Ha (2000) disminuyó su cobertura a 218.82 Ha (2005), existiendo una pérdida de 148.74 Ha.
- Las coberturas de áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva con un área de 638.74 Ha (2000), disminuyó su cobertura a un área de 503.05 Ha (2005), existiendo una disminución de 135.69 ha.
- Las áreas con o sin poca vegetación paso de tener un área de 329.90 Ha (2000), a contar con un área de 529.75 Ha (2005), obteniendo un aumento en su área de 199.85 Ha.

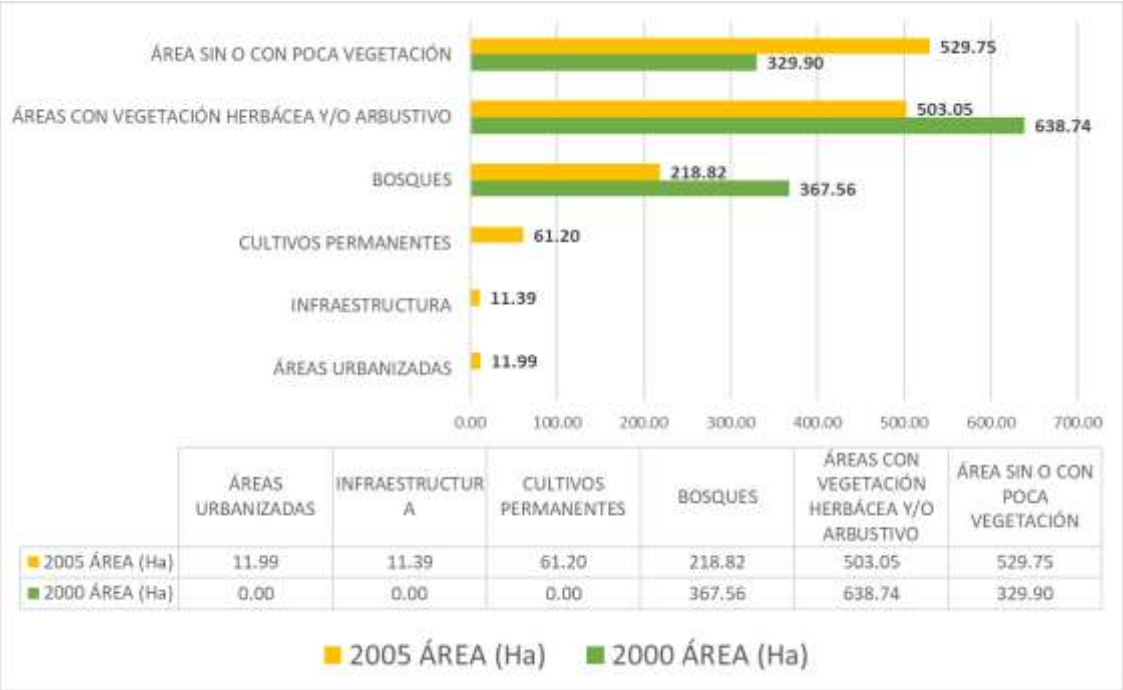


Figura 59. Cambios de coberturas en el cuarto periodo

En la tabla 26, se muestra las áreas que presentaron cambios en cuanto a sus coberturas, así como, aquellas que no tuvieron cambio alguno (los mismos que se encuentran resaltados de azul claro), las áreas de las coberturas del 2000 se muestran resaltadas de color verde y las áreas de las coberturas finales 2005 se encuentran resaltadas de color ámbar.

Tabla 26. Cambio de cobertura cuarto periodo

	2005						
2000	**ÁREA URBANA**	**INFRAESTRUCTURA**	**CULTIVOS**	**BOSQUES**	**VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO**	**ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN**	**ÁREA TOTAL 2000 (Ha)**
BOSQUES	0.00	0.00	7.96	218.82	70.30	70.48	367.56
VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO	0.24	11.40	32.28	0.00	334.96	259.86	638.74
ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN	11.75	0.00	20.95	0.00	97.79	199.41	329.90
ÁREA TOTAL 2005 (Ha)	**11.99**	**11.40**	**61.19**	**218.82**	**503.05**	**529.75**	**1336.20**

En la figura 60, se muestra las coberturas clasificadas de los años 2000 y 2005, las cuales fueron utilizadas para obtener los cambios de cobertura para este tercer periodo, obteniéndose áreas que no sufrieron cambios y las áreas de cambios de cobertura.

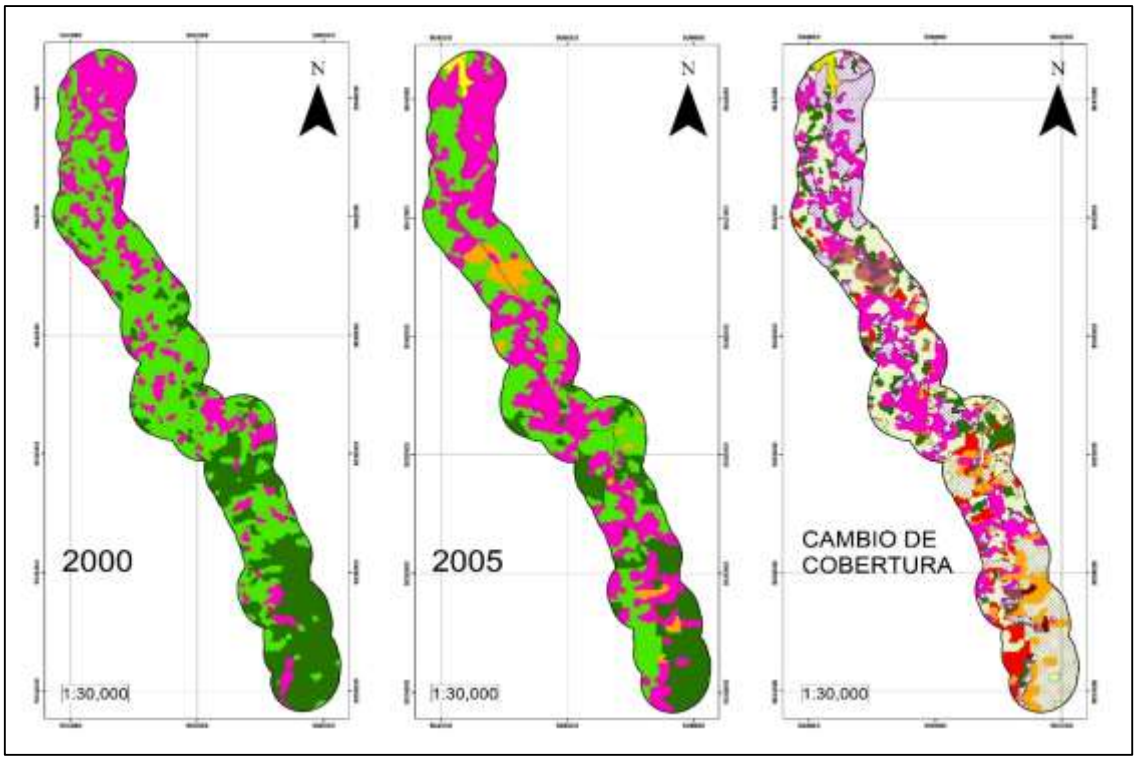


Figura 60. Coberturas clasificadas para cambio de cobertura cuarto periodo

En la figura 61, se muestra lo siguiente:

Cambio de cobertura en el Bosque.

- De Bosque a cultivos con un cambio de cobertura de 7.96 Ha.
- De bosque a vegetación herbácea y/o arbustiva con un cambio de cobertura de 70.30 Ha.
- De Bosque a Área sin o con poca vegetación con un cambio de cobertura de 70.48 Ha.

Cambio de cobertura en Vegetación herbácea y/o arbustiva.

- De vegetación herbácea y/o arbustivo a Área urbana con un cambio de cobertura de 0.24 Ha.
- De vegetación herbácea y/o arbustivo a Infraestructura con un cambio de cobertura de 11.40 Ha.
- De vegetación herbácea y/o arbustivo a cultivos con un cambio de cobertura de 32.28 Ha.
- De vegetación herbácea y/o arbustivo a área sin o con poca vegetación un cambio en su cobertura de 259.86 Ha

Cambio de cobertura en área sin o con poca vegetación

- De Área sin o con poca vegetación a Área urbana con un cambio de cobertura de 11.75 Ha.
- De Área sin o con poca vegetación a Cultivos con un cambio de cobertura de 20.95 Ha.
- De Área sin o con poca vegetación a vegetación herbácea y/o arbustivo con un cambio de 97.79 Ha, existiendo una regeneración natural del suelo.

En el anexo 3 se muestra las coberturas que durante la transición de este periodo mantuvieron sus áreas sin cambios, en el cual, la vegetación herbácea y/o arbustiva es cobertura predominante con un área total de 334.96 Ha.

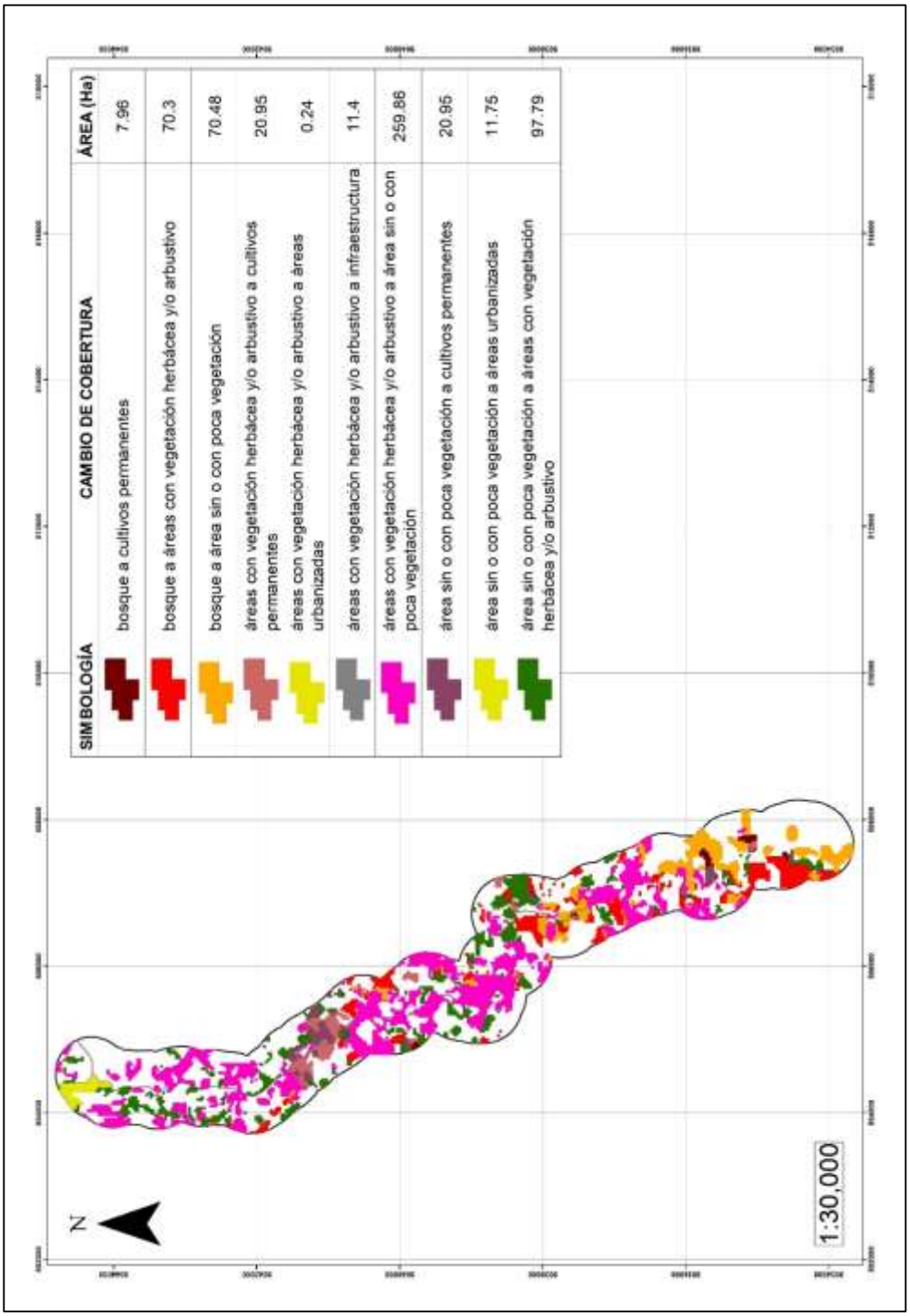


Figura 61. cambios de cobertura cuarto periodo

4.3.5. Cambios de cobertura durante el quinto Periodo (2005 – 2010)

Las coberturas encontradas en el quinto periodo, fueron las pertenecientes a Áreas Urbanizadas (1.1), Infraestructura (1.2), Cultivos permanentes (2.2), Pastos (2.3), Bosques (3.1), Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo (3.3) y área sin o con poca vegetación (3.4), tal como se muestra en la tabla.

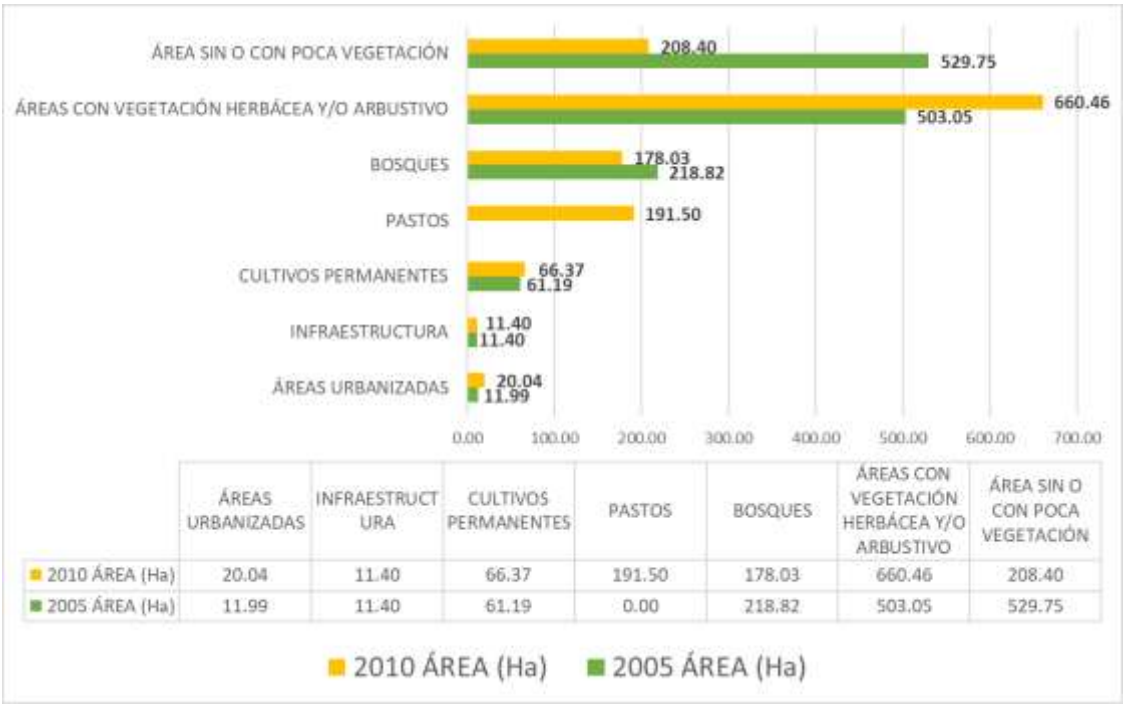
Tabla 27. Periodo V, 2005 - 2010

CÓDIGO DE LEYENDA II	COBERTURA NIVEL II	2005 ÁREA (Ha)	%	2010 ÁREA (Ha)	%
1.1	**ÁREAS URBANIZADAS**	11.99	0.90	20.04	1.50
1.2	**INFRAESTRUCTURA**	11.40	0.85	11.40	0.85
2.2	**CULTIVOS PERMANENTES**	61.19	4.58	66.37	4.97
2.3	**PASTOS**	-	-	191.50	14.33
3.1	**BOSQUES**	218.82	16.38	178.03	13.32
3.3	**ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO**	503.05	37.65	660.46	49.43
3.4	**ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN**	529.75	39.65	208.40	15.60
ÁREA TOTAL		**1336.20**	**100.00**	**1336.20**	**100.00**

En la figura 62, de color anaranjado se aprecia las coberturas del año final (2010) y de color verde se aprecian las coberturas iniciales para este periodo (2005), el cual muestra lo siguiente:

- Las áreas urbanizadas con un área de 11.99 Ha (2005) durante el periodo paso a 20.04 ha (2010), aumentando su cobertura en 8.05 Ha.
- Las infraestructuras con un área de 11.40 Ha (2005) mantuvo su misma cobertura hasta el 2010.
- Los cultivos permanentes con un área de 61.19 Ha (2005), durante el periodo, paso a 66.37 Ha (2010), aumentando su cobertura en 5.18 Ha.
- Los pastos inician en este análisis con un área de 191.50 Ha.
- El bosque con un área de 218.82 Ha (2005) disminuyó su cobertura a 178.03 Ha (2010), existiendo una pérdida de 40.79 Ha.
- Las áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva con un área de 503.05 Ha (2005), aumento su cobertura a 660.46 Ha (2005), existiendo un aumento de 157.41 ha.

- Las áreas con o sin poca vegetación con un área de 529.75 Ha (2005), a contar con un área de 208.40 Ha (2010), obteniendo una disminución en su área de 321.35 Ha.



	ÁREAS URBANIZADAS	INFRAESTRUCTURA	CULTIVOS PERMANENTES	PASTOS	BOSQUES	ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO	ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN
2010 ÁREA (Ha)	20.04	11.40	66.37	191.50	178.03	660.46	208.40
2005 ÁREA (Ha)	11.99	11.40	61.19	0.00	218.82	503.05	529.75

Figura 62. Cambios de cobertura en el quinto periodo

En la tabla 28, se muestra las áreas que presentaron cambios en cuanto a sus coberturas, así como, aquellas que no tuvieron cambio alguno (los mismos que se encuentran resaltados de azul claro), las áreas de las coberturas del 2005 se muestran resaltadas de color verde y las áreas de las coberturas finales 2010 se encuentran resaltadas de color ámbar.

Tabla 28. Cambio de cobertura quinto periodo

2005	2010							
	ÁREA URBANA	INFRAESTRUCTURA	CULTIVOS	PASTOS	BOSQUES	VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO	ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN	ÁREA TOTAL 2005 (Ha)
ÁREAS URBANIZADAS	11.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.99
INFRAESTRUCTURA	0.00	11.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.40
CULTIVOS PERMANENTES	0.00	0.00	11.89	0.00	0.00	49.30	0.00	61.19
BOSQUES	0.00	0.00	5.17	8.68	178.03	21.06	5.88	218.82
VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO	1.24	0.00	15.66	53.62	0.00	397.28	35.25	503.05
ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN	6.81	0.00	33.65	129.20	0.00	192.82	167.27	529.75
ÁREA TOTAL 2010 (Ha)	**20.04**	**11.40**	**66.37**	**191.50**	**178.03**	**660.46**	**208.40**	**1336.20**

En la figura 63, se muestra las coberturas clasificadas de los años 2005 y 2010, las cuales fueron utilizadas para obtener los cambios de cobertura para este quinto periodo.

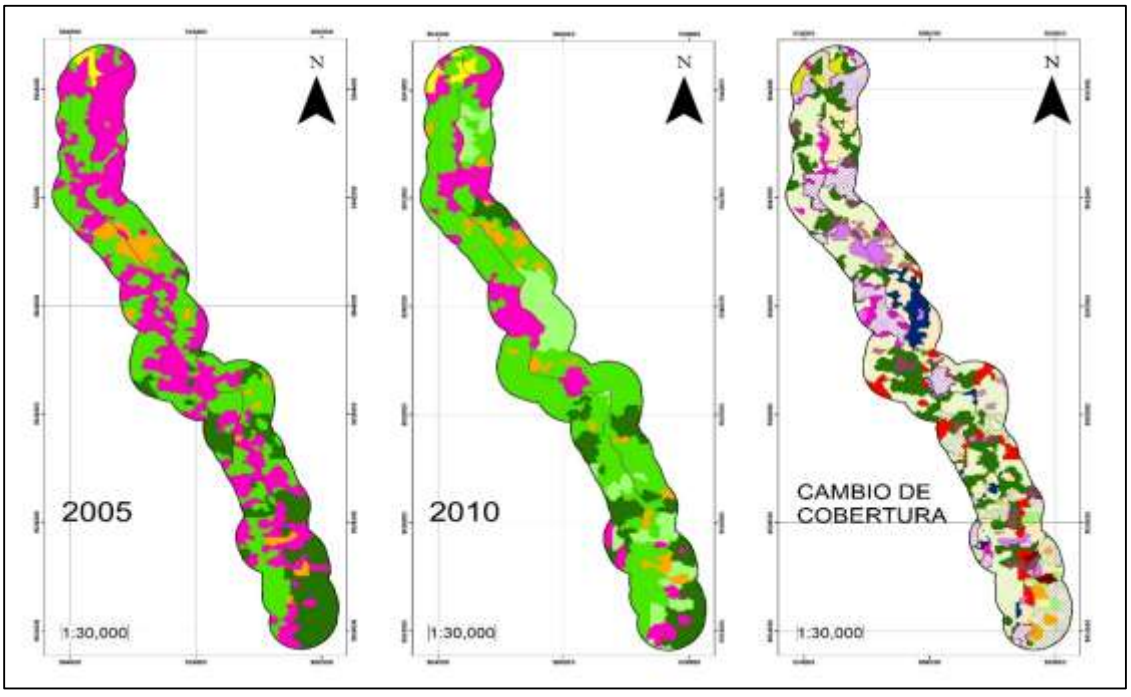


Figura 63. Coberturas clasificadas para cambio de cobertura quinto periodo

En la figura 64, se muestra lo siguiente:

Cambio de cobertura en los cultivos

- De cultivos a vegetación herbácea con un cambio de cobertura de 49.30 Ha, debido al abandono de los cultivos.

Cambio de cobertura en el Bosque.

- De Bosque a cultivos con un cambio de cobertura de 5.17 Ha.
- De Bosque a Pastos con un cambio de cobertura de 8.68 Ha.
- De bosque a vegetación herbácea y/o arbustiva con un cambio de cobertura de 21.06 Ha.
- De Bosque a Área sin o con poca vegetación con un cambio de cobertura de 5.88 Ha.

Cambio de cobertura en Vegetación herbácea y/o arbustiva.

- De vegetación herbácea y/o arbustivo a Área urbana con un cambio de cobertura de 1.24 Ha.
- De vegetación herbácea y/o arbustivo a cultivos con un cambio de cobertura de 15.66 Ha.
- De vegetación herbácea y/o arbustivo a Pastos con un cambio de cobertura de 53.62 Ha, época de transición para el desarrollo de actividades ganaderas.
- De vegetación herbácea y/o arbustivo a área sin o con poca vegetación un cambio en su cobertura de 35.25 Ha

Cambio de cobertura en área sin o con poca vegetación

- De Área sin o con poca vegetación a Área urbana con un cambio de cobertura de 6.81 Ha.
- De Área sin o con poca vegetación a Cultivos con un cambio de cobertura de 33.65 Ha.
- De vegetación herbácea y/o arbustivo a Pastos con un cambio de cobertura de 129.20 Ha
- De Área sin o con poca vegetación a vegetación herbácea y/o arbustivo con un cambio de 192.82 Ha.

En el anexo 2 se muestra las coberturas que durante la transición de este periodo mantuvieron sus áreas sin cambios, en el cual, la vegetación herbácea y/o arbustiva es cobertura predominante con un área total de 397.28 Ha.

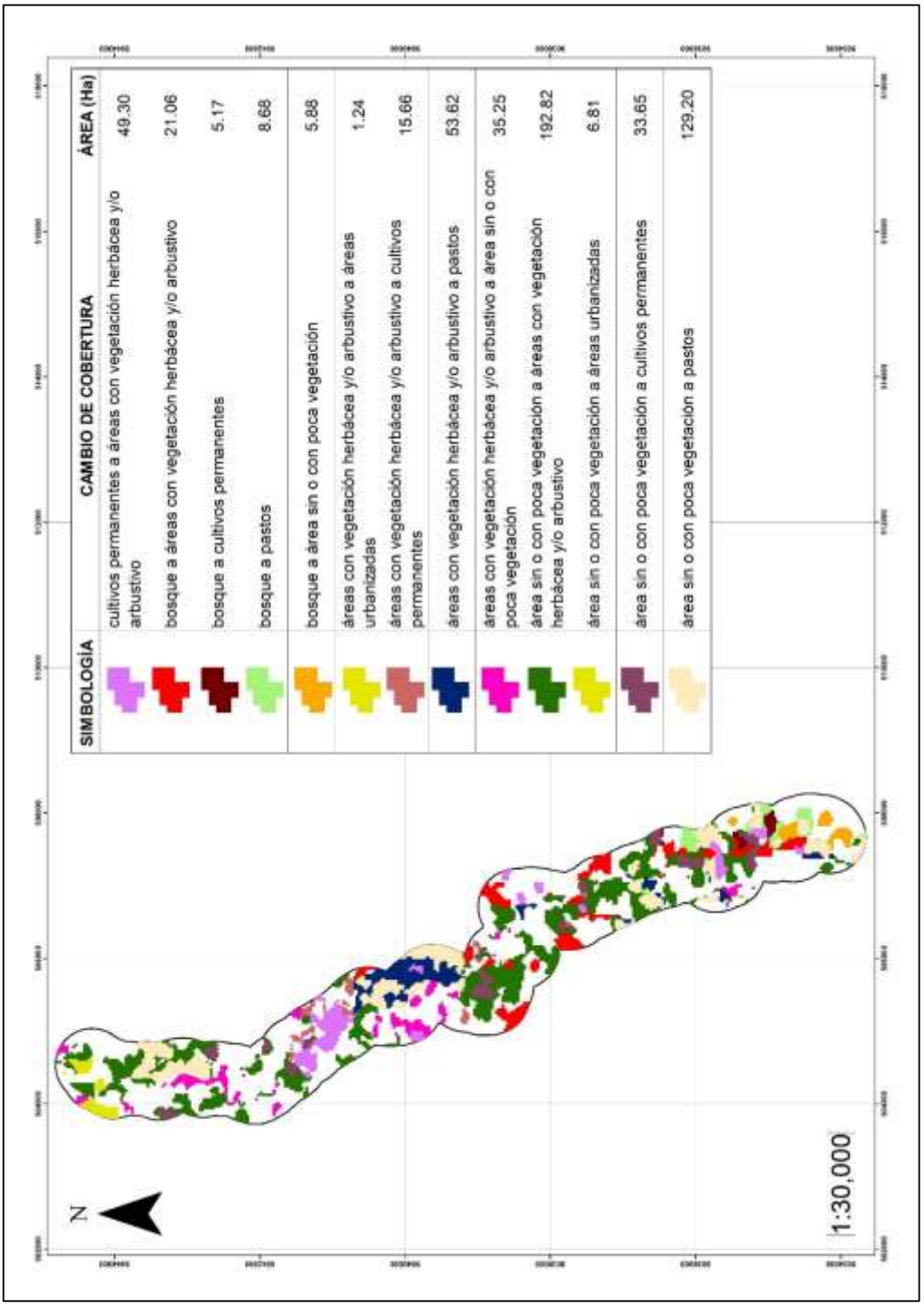


Figura 64. cambios de cobertura quinto periodo

4.3.6. Cambios de cobertura durante el sexto Periodo (2010 – 2015)

Las coberturas encontradas en el sexto periodo, fueron las pertenecientes a Áreas Urbanizadas (1.1), Infraestructura (1.2), Cultivos permanentes (2.2), Pastos (2.3), Bosques (3.1), Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo (3.3) y área sin o con poca vegetación (3.4), tal como se muestra en la tabla

Tabla 29. Periodo VI, 2010 - 2015

CÓDIGO DE LEYENDA II	COBERTURA NIVEL II	2010		2015	
		ÁREA (Ha)	%	ÁREA (Ha)	%
1.1	ÁREAS URBANIZADAS	20.04	1.50	22.40	1.68
1.2	INFRAESTRUCTURA	11.40	0.85	14.43	1.08
2.2	CULTIVOS PERMANENTES	66.37	4.97	104.46	7.82
2.3	PASTOS	191.50	14.33	178.52	13.36
3.1	BOSQUES	178.03	13.32	105.04	7.86
3.3	ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO	660.46	49.43	631.34	47.25
3.4	ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN	208.40	15.60	280.01	20.96
	ÁREA TOTAL	1336.20	100.00	1336.20	100.00

En la figura 65, de color anaranjado se aprecia las coberturas del año final (2010) y de color verde se aprecian las coberturas iniciales para este periodo (2005), el cual muestra lo siguiente:

- Las áreas urbanizadas con un área de 20.04 Ha (2010) durante el periodo paso a 22.40 ha (2015), aumentando su cobertura en 2.36 Ha.

- Las infraestructuras con un área de 11.40 Ha (2010) paso a tener un área de 14.43 Ha (2015), aumentado su cobertura en 3.03 Ha.

- Los cultivos permanentes con un área de 66.37 Ha (2010), durante el periodo, paso a 104.46 Ha (2015), aumentando su cobertura en 38.09 Ha.

- Los pastos con un área de 191.50 Ha (2010), cambio a 178.52 Ha (2015), disminuyendo su cobertura en 12.98 Ha.

- El bosque con un área de 178.03 Ha (2010) disminuyó su cobertura a 105.04 Ha (2015), existiendo una pérdida de 72.99 Ha.

- Las áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva con un área de 660.46 Ha (2010), disminuyo su cobertura a 631.34 Ha (2015), existiendo una disminución de 29.12 ha.

- Las áreas sin o con poca vegetación con un área de 208.40 Ha (2010), a contar con un área de 280.01 Ha (2015), obteniendo una disminución en su área de 71.61 Ha.

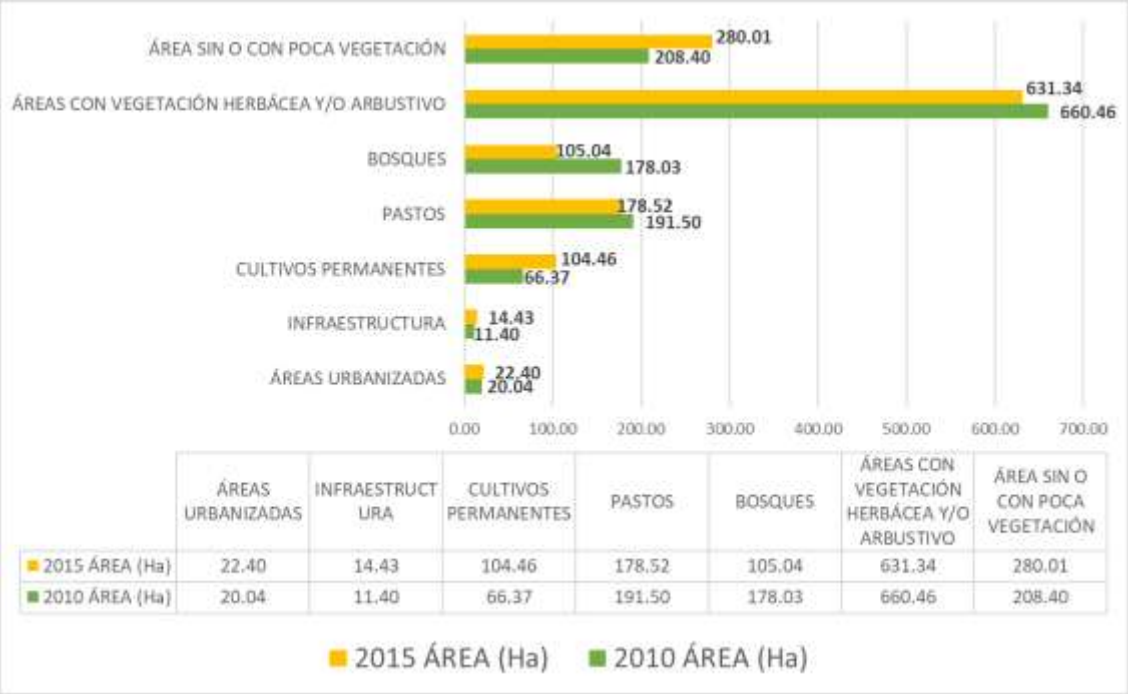


Figura 65. Cambios de coberturas en el sexto periodo

En la tabla 27 se muestra las áreas que presentaron cambios en cuanto a sus coberturas, así como, aquellas que no tuvieron cambio alguno (los mismos que se encuentran resaltados de azul claro), las áreas de las coberturas del 2010 se muestran resaltadas de color verde y las áreas de las coberturas finales 2015 se encuentran resaltadas de color ámbar.

Tabla 30. Cambio de cobertura sexto periodo

2010	2015 ÁREA URBANA	INFRAESTRUCTURA	CULTIVOS	PASTOS	BOSQUES	VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO	ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN	ÁREA TOTAL 2010 (Ha)
ÁREAS URBANA	20.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.04
INFRAESTRUCTURA	0.00	11.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.40
CULTIVOS PERMANENTES	0.00	0.00	5.60	0.00	0.00	60.77	0.00	66.37
PASTOS	0.00	0.00	3.26	52.64	0.00	83.26	52.34	191.50
BOSQUES	0.00	0.00	17.28	6.03	105.04	36.21	13.47	178.03
VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO	1.28	3.03	71.64	67.84	0.00	392.70	123.97	660.46
ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN	1.08	0.00	6.68	52.01	0.00	58.40	90.23	208.40
ÁREA TOTAL 2015 (Ha)	**22.40**	**14.43**	**104.46**	**178.52**	**105.04**	**631.34**	**280.01**	**1336.20**

En la figura 66, se muestra las coberturas clasificadas de los años 2005 y 2010, las cuales fueron utilizadas para obtener los cambios de cobertura para este quinto periodo.

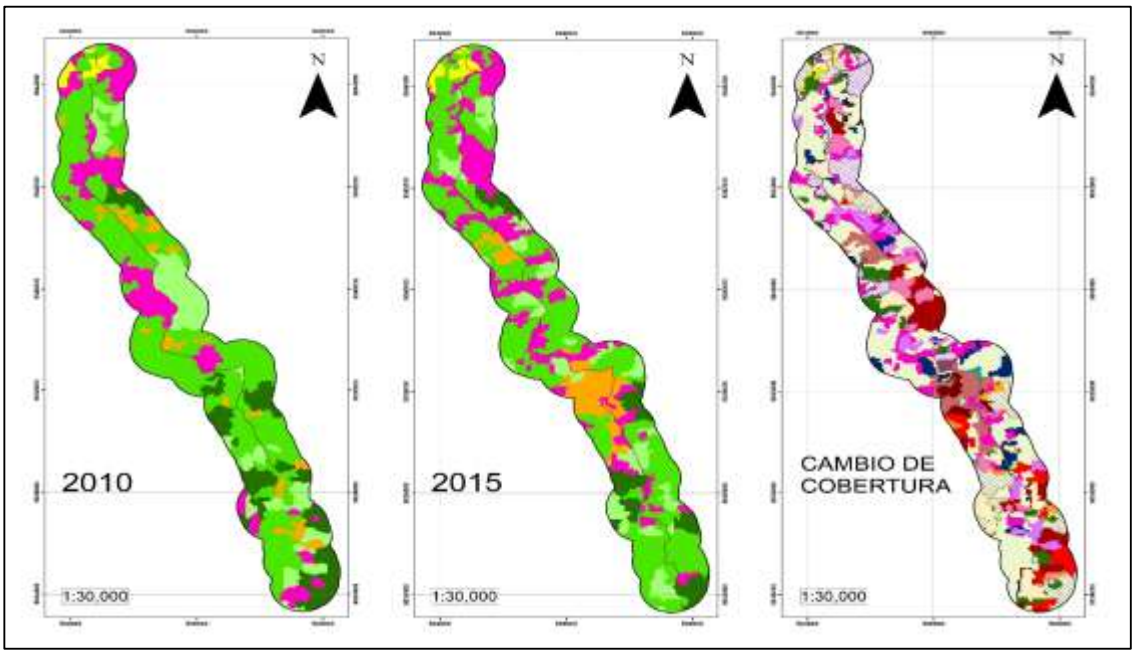


Figura 66. Coberturas clasificadas para cambio de cobertura sexto periodo.

En la figura 67, se muestra lo siguiente:

Cambio de cobertura en los cultivos

- De cultivos a vegetación herbácea con un cambio de cobertura de 60.77 Ha, debido al abandono de los cultivos.

Cambio de cobertura en el Pasto

- De Pastos a cultivos con un cambio de cobertura de 3.26 Ha.
- De Pastos a Vegetación herbácea y/o arbustivo con un cambio de cobertura de 83.26 Ha.
- De Pastos a Área sin o con poca vegetación con un cambio de cobertura de 52.34 Ha.

Cambio de cobertura en el Bosque.

- De Bosque a cultivos con un cambio de cobertura de 17.28 Ha.
- De Bosque a Pastos con un cambio de cobertura de 6.03 Ha.
- De bosque a vegetación herbácea y/o arbustiva con un cambio de cobertura de 36.21 Ha.
- De Bosque a Área sin o con poca vegetación con un cambio de cobertura de 13.47 Ha.

Cambio de cobertura en Vegetación herbácea y/o arbustiva.

- De vegetación herbácea y/o arbustivo a Área urbana con un cambio de cobertura de 1.28 Ha.
- De vegetación herbácea y/o arbustivo a Infraestructura con un cambio de cobertura de 3.03 Ha.
- De vegetación herbácea y/o arbustivo a cultivos con un cambio de cobertura de 71.64 Ha.
- De vegetación herbácea y/o arbustivo a Pastos con un cambio de cobertura de 67.84 Ha, época de transición para el desarrollo de actividades ganaderas.
- De vegetación herbácea y/o arbustivo a área sin o con poca vegetación un cambio en su cobertura de 123.97 Ha.

Cambio de cobertura en área sin o con poca vegetación

- De Área sin o con poca vegetación a Área urbana con un cambio de cobertura de 1.08 Ha.
- De Área sin o con poca vegetación a Cultivos con un cambio de cobertura de 6.68 Ha.
- De Área sin o con poca vegetación a Pastos con un cambio de cobertura de 52.01 Ha
- De Área sin o con poca vegetación a vegetación herbácea y/o arbustivo con un cambio de 58.40 Ha.

En el anexo 3 se muestra las coberturas que durante la transición de este periodo mantuvieron sus áreas sin cambios, en el cual, la vegetación herbácea y/o arbustiva es cobertura predominante con un área total de 392.70 Ha.

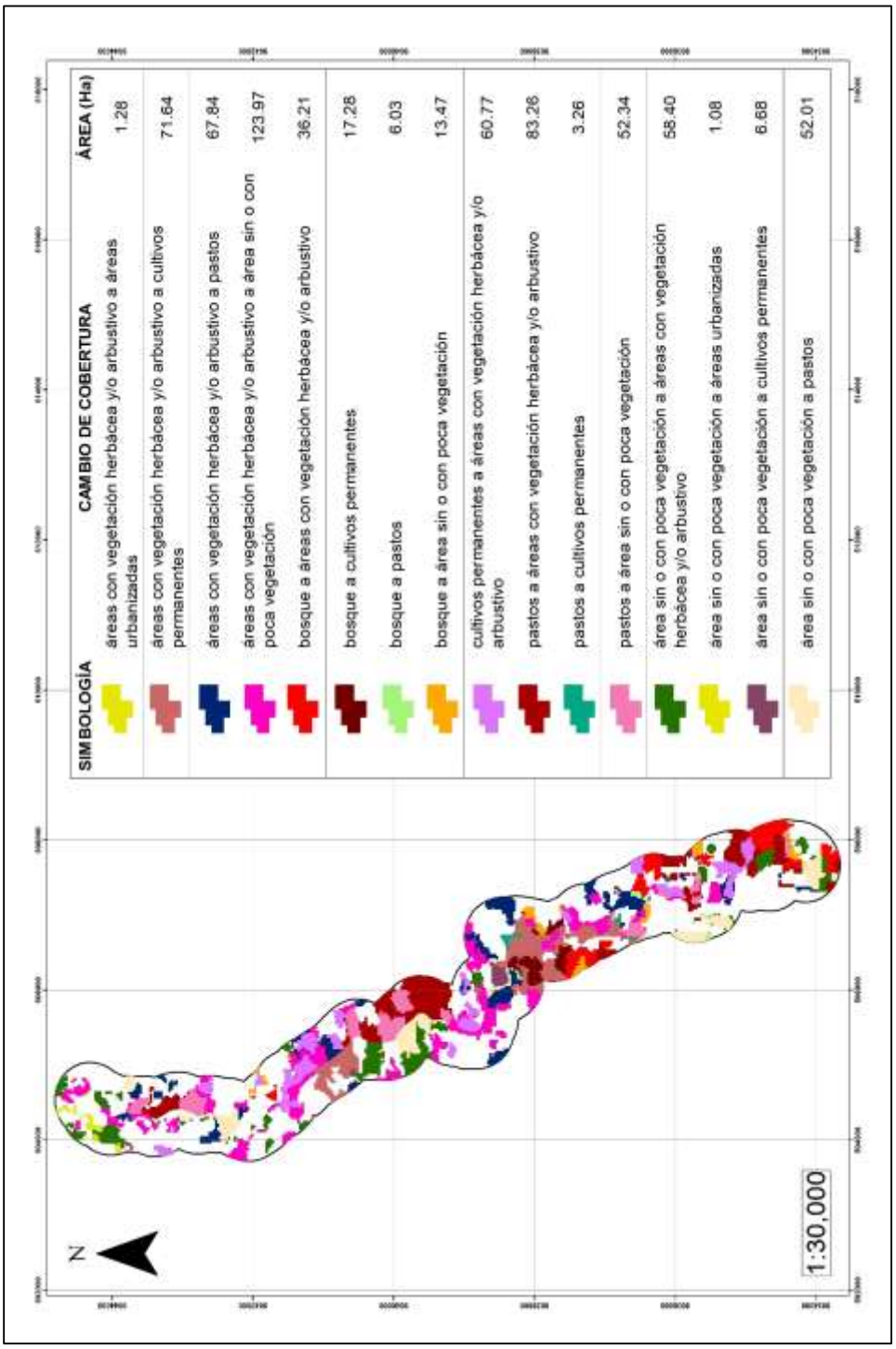


Figura 67. Mapa de cambios de cobertura sexto periodo

4.3.7. Cambios de cobertura durante el lapso (2015 – 2018)

Las coberturas encontradas en el lapso 2015 - 2018, fueron las pertenecientes a Áreas Urbanizadas (1.1), Infraestructura (1.2), Cultivos permanentes (2.2), Pastos (2.3), Bosques (3.1), Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo (3.3) y área sin o con poca vegetación (3.4), tal como se muestra en la tabla.

Tabla 31. Periodo VII, 2015 - 2018

CÓDIGO DE LEYENDA II	COBERTURA NIVEL II	2015		2018	
		ÁREA (Ha)	%	ÁREA (Ha)	%
1.1	ÁREAS URBANIZADAS	22.40	1.68	28.32	2.12
1.2	INFRAESTRUCTURA	14.43	1.08	14.43	1.08
2.2	CULTIVOS PERMANENTES	104.46	7.82	181.96	13.62
2.3	PASTOS	178.52	13.36	274.42	20.54
3.1	BOSQUES	105.04	7.86	27.75	2.08
3.3	ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO	631.34	47.25	556.47	41.65
3.4	ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN	280.01	20.96	252.85	18.92
	ÁREA TOTAL	**1336.20**	**100.00**	**1336.20**	**100.00**

En la figura 68, de color anaranjado se aprecia las coberturas del año final (2018) y de color verde se aprecian las coberturas iniciales para este periodo (2015), el cual muestra lo siguiente:

- Las áreas urbanizadas con un área de 22.40 Ha (2015) durante el periodo paso a 28.32 ha (2018), aumentando su cobertura en 5.92 Ha.

- La infraestructura se mantuvo hasta el 2018 con un área de 14.43 Ha.

- Los cultivos permanentes con un área de 104.46 Ha (2015), durante el periodo, paso a 181.96 Ha (2018), aumentando su cobertura en 77.50 Ha.

- Los pastos con un área de 178.52 Ha (2015), cambio a 274.42 Ha (2018), disminuyendo su cobertura en 95.90 Ha.

- El bosque con un área de 105.04 Ha (2015) disminuyó su cobertura a 27.75 Ha (2018), existiendo una pérdida de 77.77 Ha.

- Las áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva con un área de 631.34 Ha (2015), disminuyo su cobertura a 556.47 Ha (2018), existiendo una disminución de 74.87 ha.

- Las áreas sin o con poca vegetación con un área de 280.01 Ha (2015), a contar con un área de 252.85 Ha (2015), obteniendo una disminución en su área de 27.16 Ha.



Figura 68. Cambios de cobertura en el lapso 2015 - 2018

En la tabla 32, se muestra las áreas que presentaron cambios en cuanto a sus coberturas, así como, aquellas que no tuvieron cambio alguno (los mismos que se encuentran resaltados de azul claro), las áreas de las coberturas del 2010 se muestran resaltadas de color verde y las áreas de las coberturas finales 2015 se encuentran resaltadas de color ámbar.

Tabla 32. Cambio de cobertura lapso 2015 - 2018

2015	2018							
	ÁREA URBANA	INFRAESTRUCTURA	CULTIVOS	PASTOS	BOSQUES	VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO	ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN	ÁREA TOTAL 2018 (Ha)
ÁREAS URBANA	22.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.40
INFRAESTRUCTURA	0.00	14.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.43
CULTIVOS PERMANENTES	0.00	0.00	80.20	0.00	0.00	0.00	24.26	104.46
PASTOS	0.00	0.00	21.41	71.58	0.00	56.51	29.02	178.52
BOSQUES	0.00	0.00	6.41	16.16	27.75	48.90	5.82	105.04
VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO	3.07	0.00	38.73	116.21	0.00	384.84	88.49	631.34
ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN	2.85	0.00	35.21	70.47	0.00	66.22	105.26	280.01
ÁREA TOTAL 2018 (Ha)	**28.32**	**14.43**	**181.96**	**274.42**	**27.75**	**556.47**	**252.85**	**1336.20**

En la figura 69, se muestra las coberturas clasificadas de los años 2005 y 2010, las cuales fueron utilizadas para obtener los cambios de cobertura para este lapso 2015 - 2018.

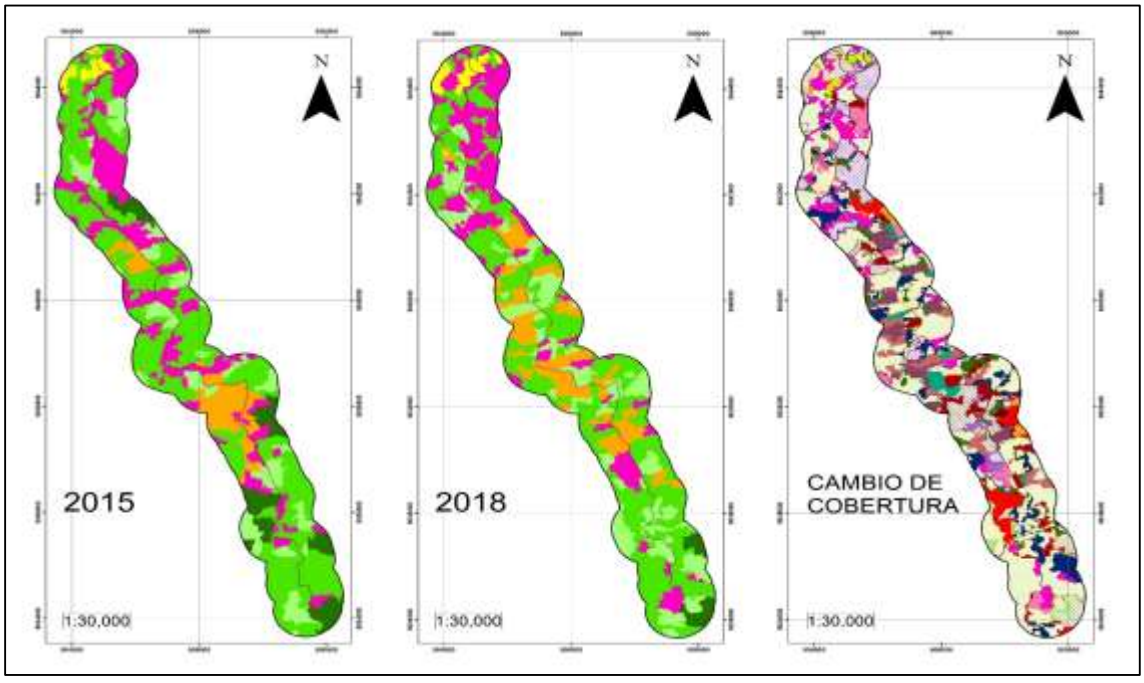


Figura 69.Coberturas clasificadas para cambio de cobertura lapso 2015 - 2018

En la figura 70, se muestra lo siguiente:

Cambio de cobertura en los cultivos

- De cultivos a vegetación herbácea y/o arbustivo con un cambio de cobertura de 24.26 Ha, debido al abandono de los cultivos.

Cambio de cobertura en el Pasto

- De Pastos a cultivos con un cambio de cobertura de 21.41 Ha.
- De Pastos a Vegetación herbácea y/o arbustivo con un cambio de cobertura de 56.51 Ha.
- De Pastos a Área sin o con poca vegetación con un cambio de cobertura de 29.02 Ha.

Cambio de cobertura en el Bosque.

- De Bosque a cultivos con un cambio de cobertura de 6.41 Ha.
- De Bosque a Pastos con un cambio de cobertura de 16.16 Ha.
- De bosque a vegetación herbácea y/o arbustiva con un cambio de cobertura de 48.90 Ha.
- De Bosque a Área sin o con poca vegetación con un cambio de cobertura de 5.82 Ha.

Cambio de cobertura en Vegetación herbácea y/o arbustiva.

- De vegetación herbácea y/o arbustivo a Área urbana con un cambio de cobertura de 3.07 Ha.
- De vegetación herbácea y/o arbustivo a cultivos con un cambio de cobertura de 38.73 Ha.
- De vegetación herbácea y/o arbustivo a Pastos con un cambio de cobertura de 116.21 Ha, época de transición para el desarrollo de actividades ganaderas.
- De vegetación herbácea y/o arbustivo a área sin o con poca vegetación un cambio en su cobertura de 88.49 Ha.

Cambio de cobertura en área sin o con poca vegetación

- De Área sin o con poca vegetación a Área urbana con un cambio de cobertura de 2.85 Ha.
- De Área sin o con poca vegetación a Cultivos con un cambio de cobertura de 35.21 Ha.
- De Área sin o con poca vegetación a Pastos con un cambio de cobertura de 70.47 Ha
- De Área sin o con poca vegetación a vegetación herbácea y/o arbustivo con un cambio de 66.22 Ha.

En el anexo 3 se muestra las coberturas que durante la transición de este periodo mantuvieron sus áreas sin cambios, en el cual, la vegetación herbácea y/o arbustiva es cobertura predominante con un área total de 392.70 Ha.

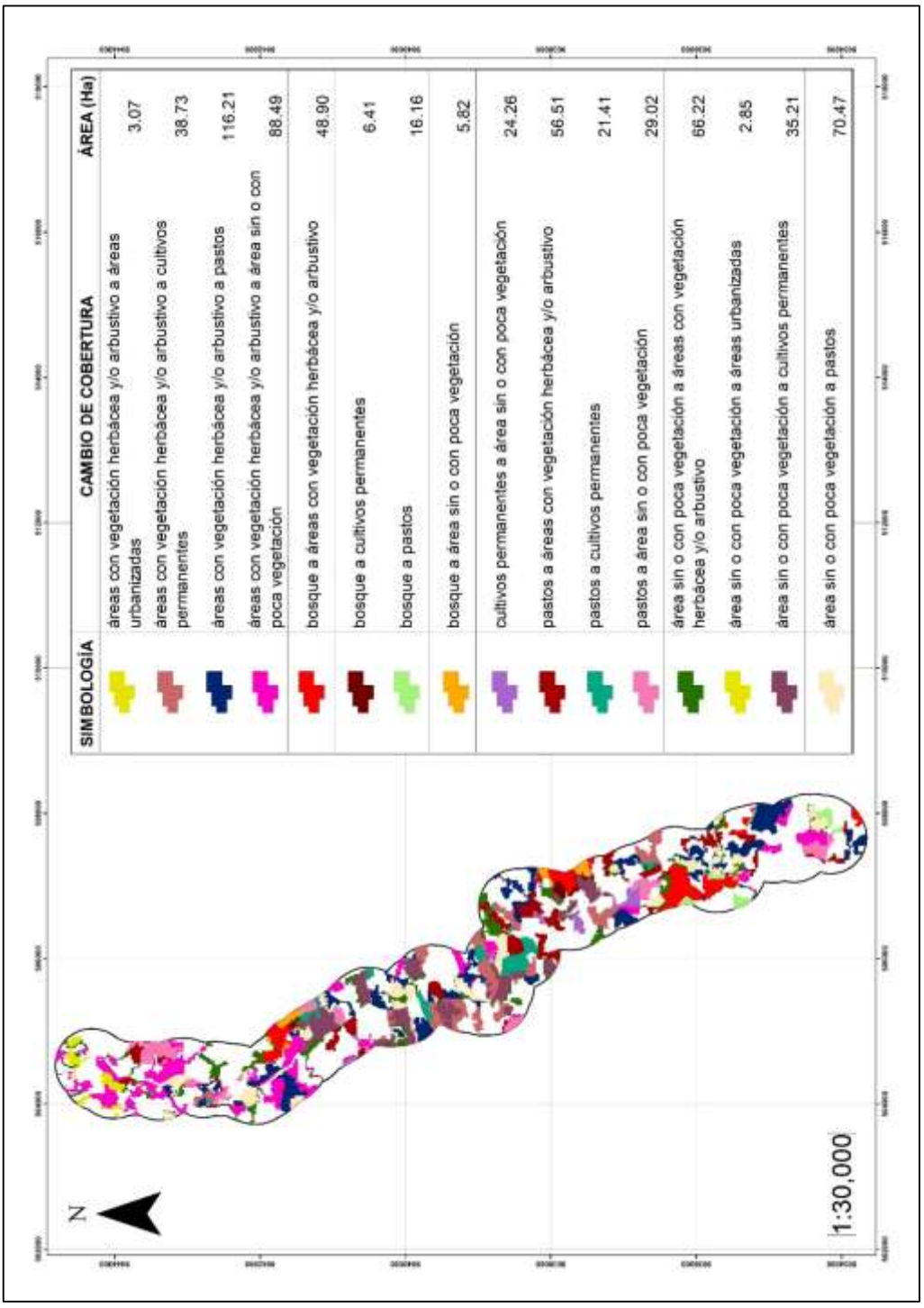


Figura 70. Mapa de cambios de cobertura lapso 2015 - 2018

4.4. DEFORESTACIÓN.

Se trabajó con los resultados de la cobertura de las áreas sin o con poca vegetación, ya que su representatividad está basada en coberturas de suelo desnudo y áreas quemadas.

4.4.1. Primer periodo 1985 – 1990

En la figura 71, se muestra los resultados de las pérdidas de cobertura de los años de 1985 y 1990; en el año 1985, se toma con la línea base, encontrándose una pérdida de 113.67 Ha, y en el año 1990 se encontró una pérdida de 74.61 Ha.

4.4.2. Segundo periodo 1990 – 1995

En la figura 72, se muestra los resultados de las pérdidas de cobertura de los años de 1990 y 1995; en el año 1990, se encontró una pérdida de 74.67 Ha, y en el año 1995 se encontró una pérdida de 197.68 Ha, y existiendo una pérdida acumulada de 113.67 Ha.

4.4.3. Tercer periodo 1995 – 2000

En la figura 73, se muestra los resultados de las pérdidas de cobertura de los años de 1995 y 2000; en el año 1995, se encontró una pérdida de 197.68 Ha, y en el año 2000 se encontró una pérdida de 157.25 Ha, y existiendo una pérdida acumulada de 188.29 Ha.

4.4.4. Cuarto periodo 2000 – 2005

En la figura 74, se muestra los resultados de las pérdidas de cobertura de los años de 2000 y 2005; en el año 2000, se encontró una pérdida de 157.25 Ha, y en el año 2005 se encontró una pérdida de 255.78 Ha, y existiendo una pérdida acumulada de 385.97 Ha.

4.4.5. Quinto periodo 2005 – 2010

En la figura 75, se muestra los resultados de las pérdidas de cobertura de los años de 2005 y 2010; en el año 2005, se encontró una pérdida de 255.78 Ha, y en el año 2010 se encontró una pérdida de 36.09 Ha, y existiendo una pérdida acumulada de 543.21 Ha.

4.4.6. Sexto periodo 2010 – 2015

En la figura 76, se muestra los resultados de las pérdidas de cobertura de los años de 2010 y 2015; en el año 2010, se encontró una pérdida de 36.09 Ha, y en el año 2015 se encontró una pérdida de 52.84 Ha, y existiendo una pérdida acumulada de 887.93 Ha.

4.4.7. Lapso 2015 - 2018

En la figura 77, se muestra los resultados de las pérdidas de cobertura de los años de 2015 y 2018; en el año 2015, se encontró una pérdida de 52.84 Ha, y en el año 2018 se encontró una pérdida acumulada de 835.09 Ha.

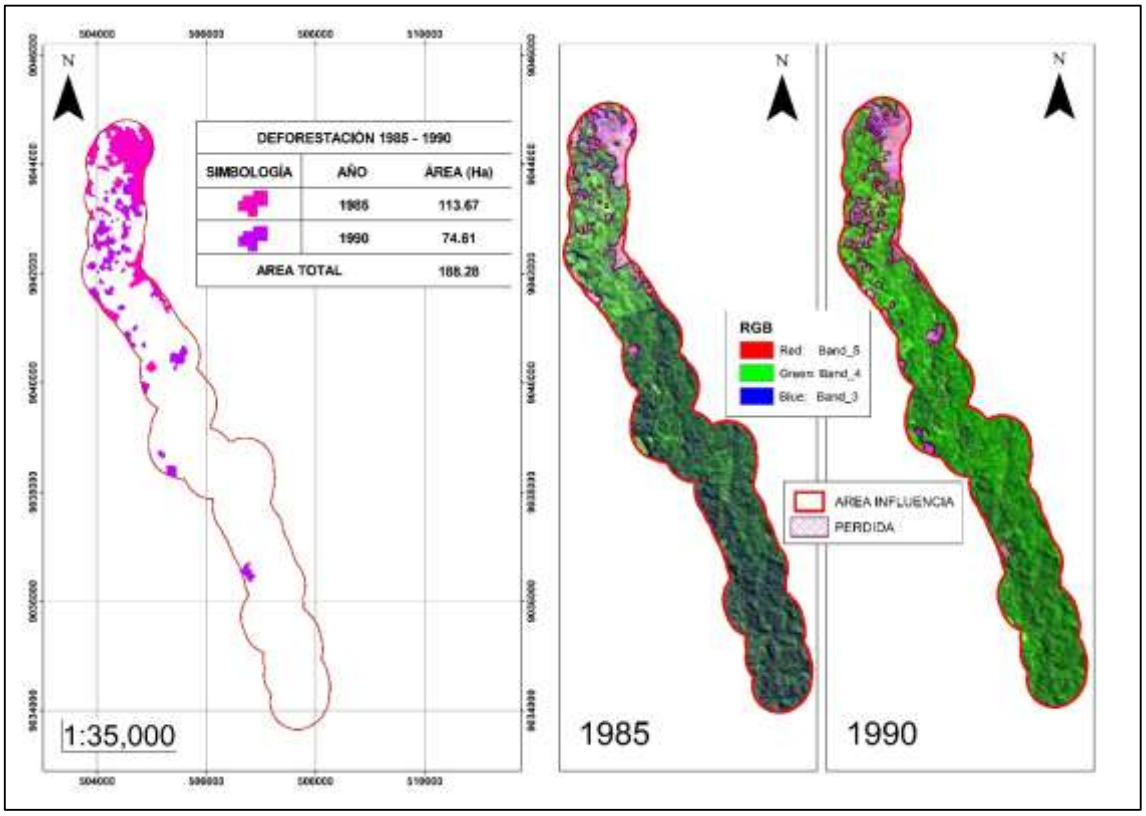


Figura 71. Perdida de cobertura durante el primer periodo.

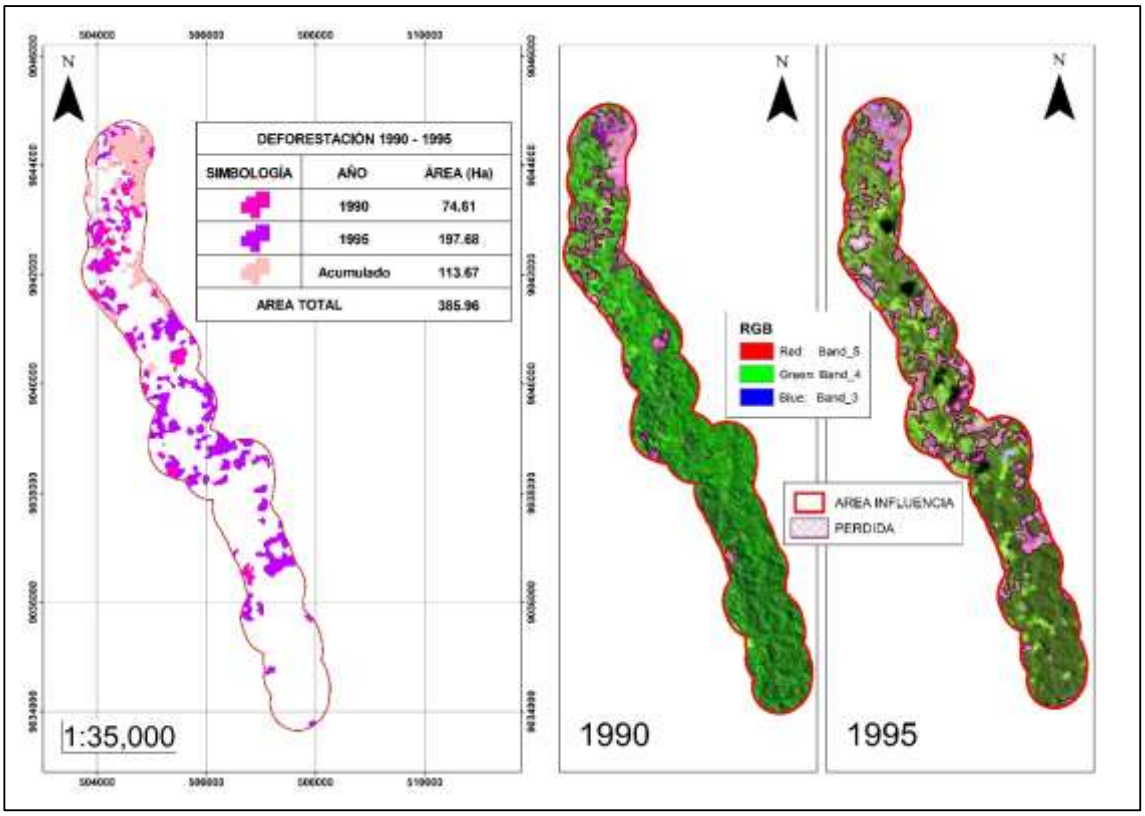


Figura 72. Perdida de cobertura durante el segundo periodo

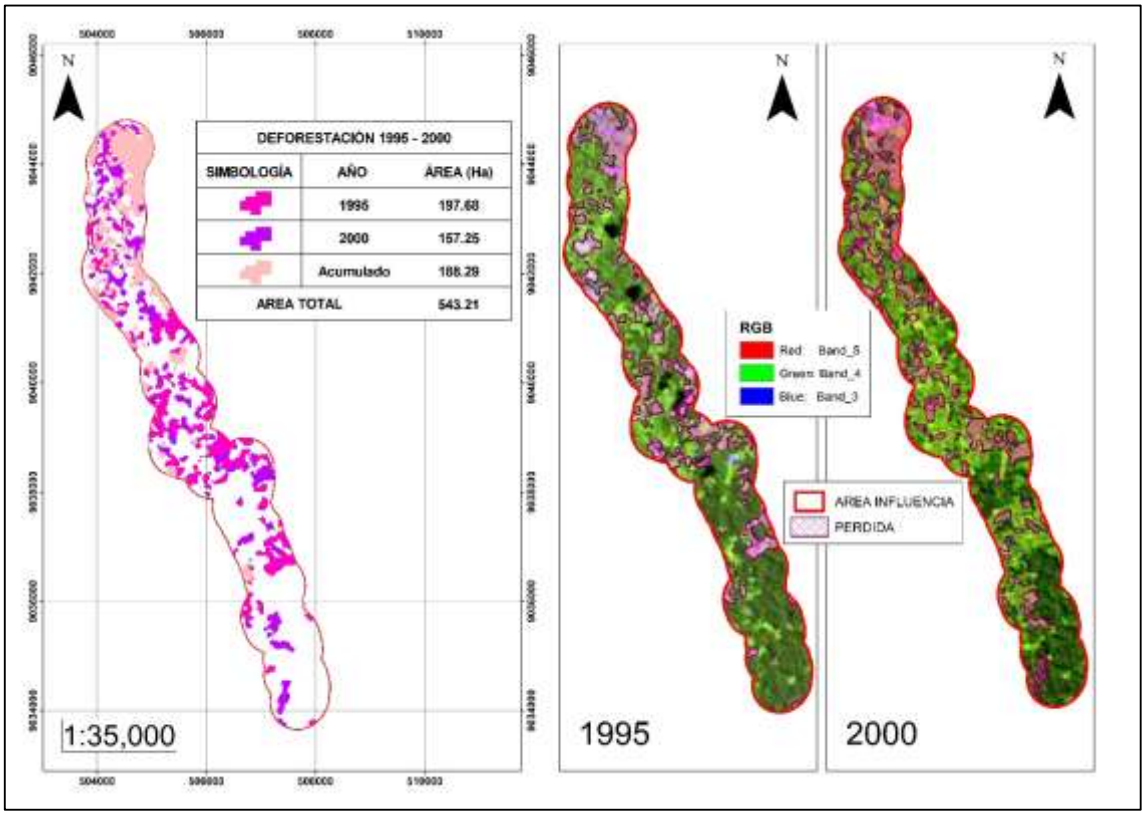


Figura 73. Perdida de cobertura durante el tercer periodo

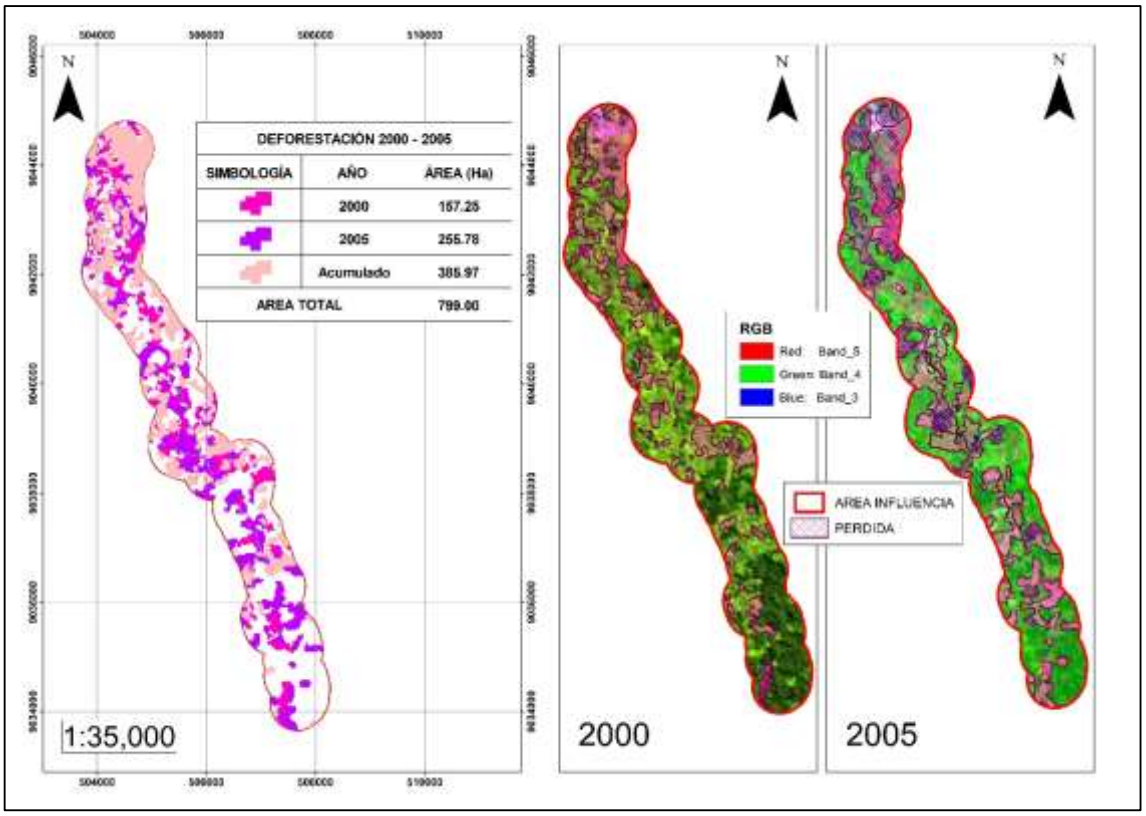


Figura 74. Perdida de cobertura durante el cuarto periodo

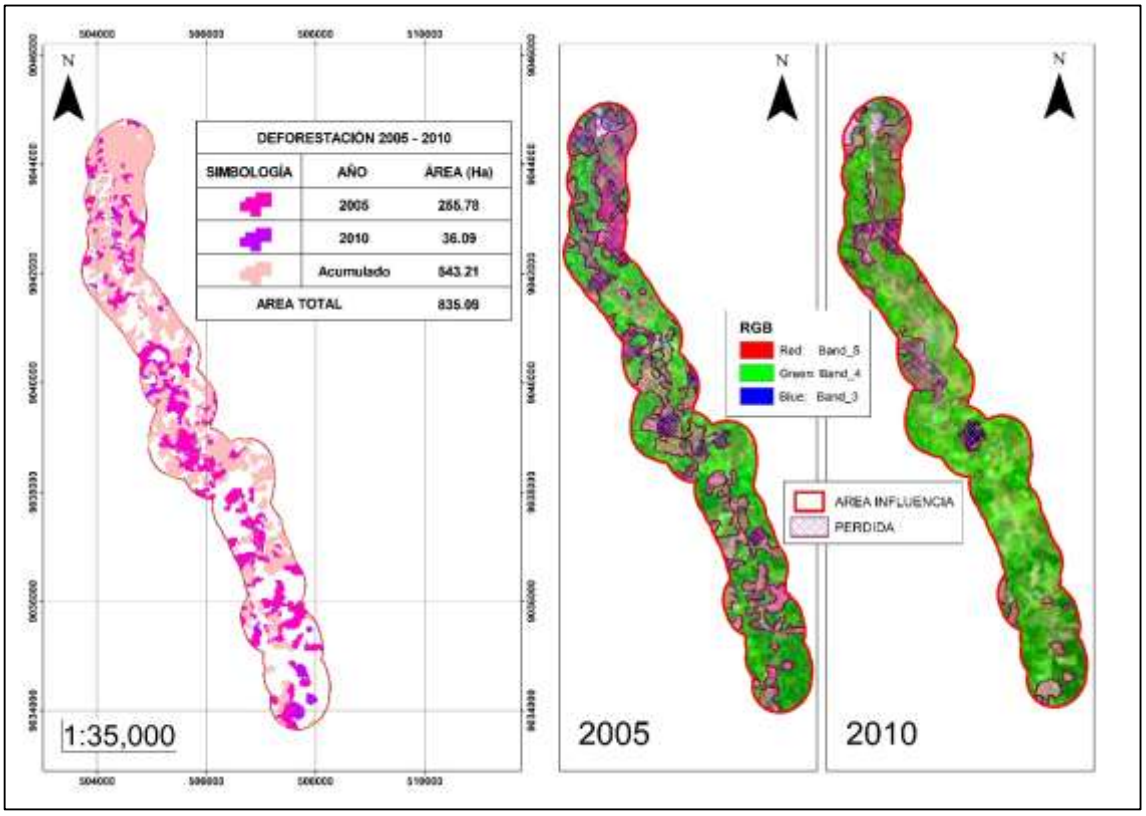


Figura 75. Perdida de cobertura durante el quinto periodo

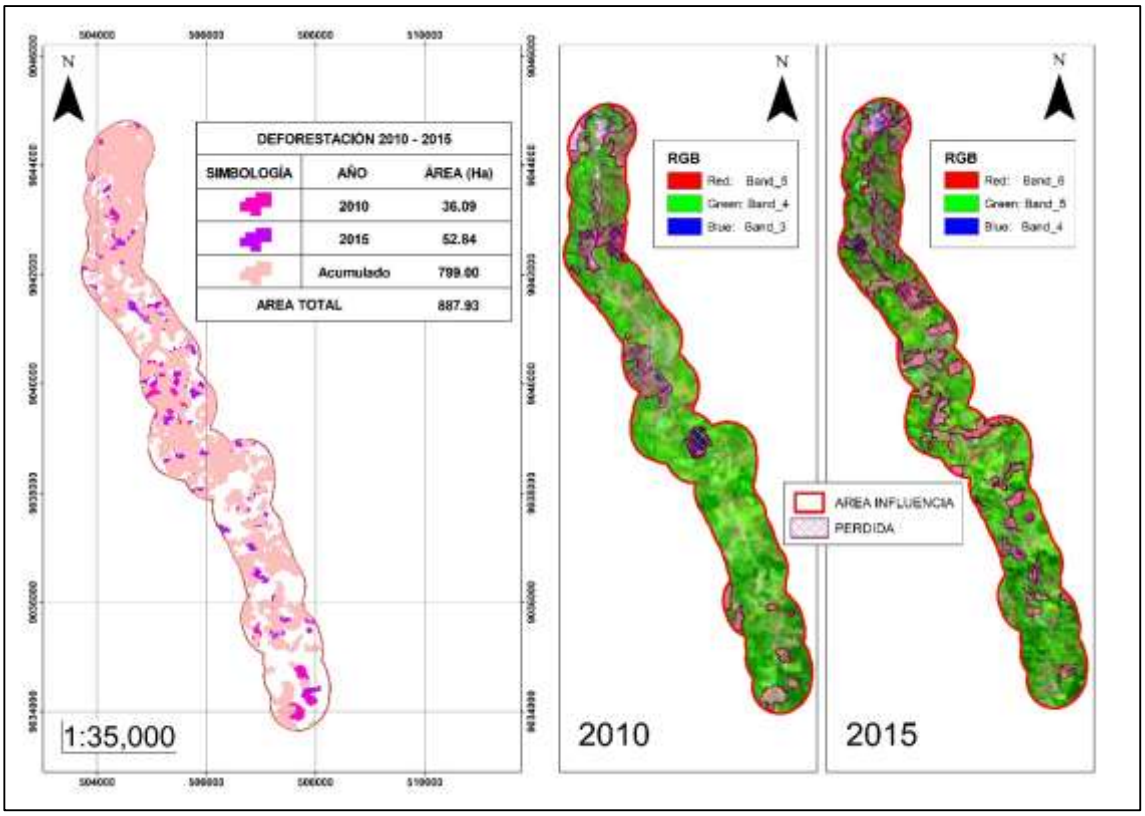


Figura 76. Perdida de cobertura durante el sexto periodo

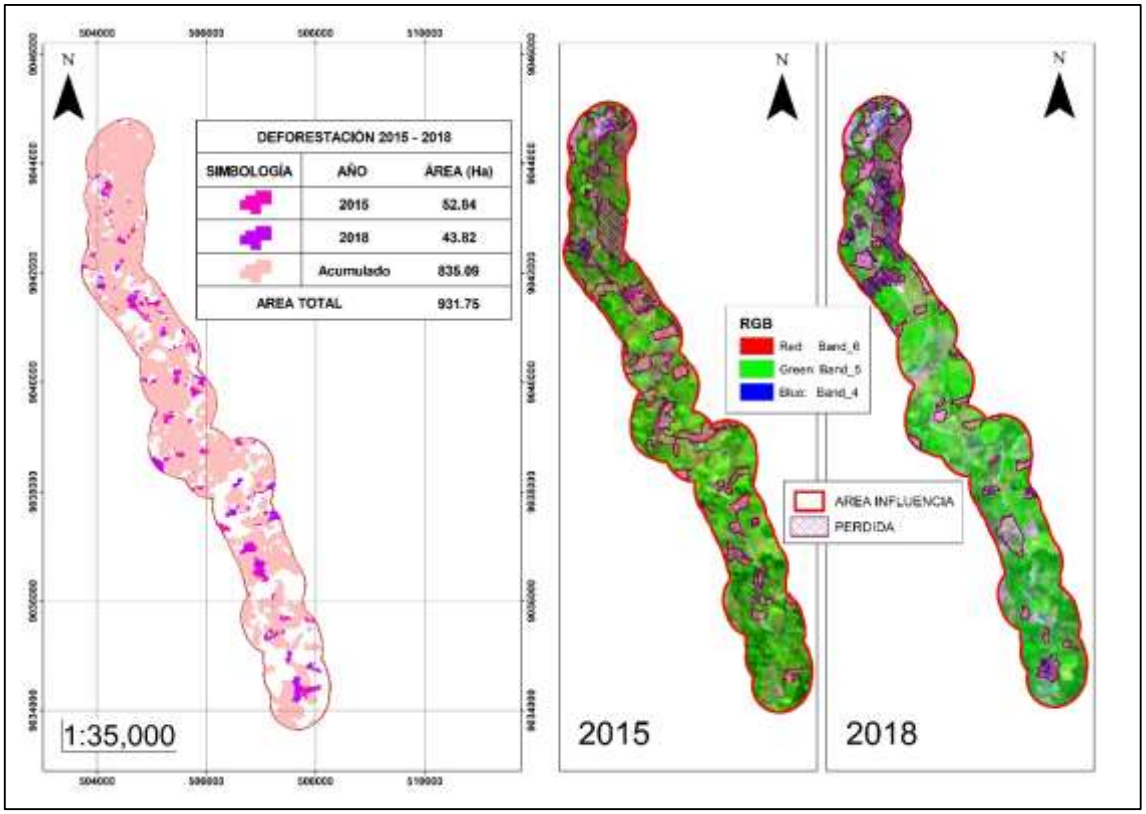


Figura 77. Perdida de cobertura durante el lapso 2015 - 2018

4.5. TASA DE CAMBIOS Y TASA DE DEFORESTACIÓN

Para este análisis se trabajó con las hectáreas de las coberturas obtenidas, aplicando la fórmula de la FAO (1996) para determinar las tasas de cambios, para las tasas de deforestación se trabajó exclusivamente con la cobertura bosque, aplicando la formula sugerida por Puyravaud (2003).

4.5.1. Tasas de cambios

En la tabla 33, durante este periodo se muestra una tasa de cambio negativo de -2.09% para la cobertura del bosque, mostrándose la pérdida de su cobertura, siendo la cobertura de área sin o con poca vegetación la de mayor ganancia en su cobertura con una tasa de cambio de 6.35%.

Tabla 33. Tasas de cambios durante el primer periodo

COBERTURA NIVEL II	1985		1990		TASA DE CAMBIO (%)
	ÁREA (Ha)	%	ÁREA (Ha)	%	
ÁREAS URBANIZADAS	0.00	0.00	0.00	0.00	-
INFRAESTRUCTURA	0.00	0.00	0.00	0.00	-
CULTIVOS PERMANENTES	0.00	0.00	0.00	0.00	-
PASTOS	0.00	0.00	0.00	0.00	-
BOSQUES	970.05	72.60	872.65	65.31	-2.09
ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO	252.47	18.89	308.86	23.11	4.11
ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN	113.68	8.51	154.69	11.58	6.35
ÁREA TOTAL	1336.20	100.00	1336.20	100.00	

En la tabla 34, durante este periodo se muestra una tasa de cambio negativo de -7.03% para la cobertura del bosque, la cual demuestra la pérdida de su cobertura, siendo la cobertura de área sin o con poca vegetación la de mayor ganancia en su cobertura con una tasa de cambio de 14.61%

Tabla 34. Tasas de cambios durante el segundo periodo

COBERTURA NIVEL II	1990		1995		TASA DE CAMBIO (%)
	ÁREA (Ha)	%	ÁREA (Ha)	%	
ÁREAS URBANIZADAS	0.00	0.00	0.00	0.00	-
INFRAESTRUCTURA	0.00	0.00	0.00	0.00	-
CULTIVOS PERMANENTES	0.00	0.00	0.00	0.00	-
PASTOS	0.00	0.00	0.00	0.00	-
BOSQUES	872.65	65.31	606.11	45.36	-7.03
ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO	308.86	23.11	424.15	31.74	6.55
ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN	154.69	11.58	305.94	22.90	14.61
ÁREA TOTAL	1336.20	100.00	1336.20	100.00	

En la tabla 35, durante este periodo se muestra una tasa de cambio negativo de -9.52% para la cobertura del bosque, la cual demuestra la pérdida de su cobertura, siendo la cobertura de áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva la de mayor ganancia en su cobertura con una tasa de cambio de 8.53%

Tabla 35. Tasas de cambios durante el tercer periodo

COBERTURA NIVEL II	1995		2000		TASA DE CAMBIO (%)
	ÁREA (Ha)	%	ÁREA (Ha)	%	
ÁREAS URBANIZADAS	0.00	0.00	0.00	0.00	-
INFRAESTRUCTURA	0.00	0.00	0.00	0.00	-
CULTIVOS PERMANENTES	0.00	0.00	0.00	0.00	-
PASTOS	0.00	0.00	0.00	0.00	-
BOSQUES	606.11	45.36	367.56	27.51	-9.52
ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO	424.15	31.74	638.74	47.80	8.53
ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN	305.94	22.90	329.90	24.69	1.52
ÁREA TOTAL	1336.20	100.00	1336.20	100.00	

En la tabla 36, durante este periodo se muestra una tasa de cambio negativo de -9.85% para la cobertura del bosque, la cual demuestra la pérdida de su cobertura, siendo la cobertura de área sin o con poca vegetación la de mayor ganancia en su cobertura con una tasa de cambio de 9.94%

Tabla 36. Tasas de cambios durante el cuarto periodo

COBERTURA NIVEL II	2000		2005		TASA DE CAMBIO (%)
	ÁREA (Ha)	%	ÁREA (Ha)	%	
ÁREAS URBANIZADAS	0.00	0.00	11.99	0.90	-
INFRAESTRUCTURA	0.00	0.00	11.40	0.85	-
CULTIVOS PERMANENTES	0.00	0.00	61.19	4.58	-
PASTOS	0.00	0.00	0.00	0.00	-
BOSQUES	367.56	27.51	218.82	16.38	-9.85
ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO	638.74	47.80	503.05	37.65	-4.66
ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN	329.90	24.69	529.75	39.65	9.94
ÁREA TOTAL	1336.20	100.00	1336.20	100.00	

En la tabla 37, durante este periodo se muestra una tasa de cambio de 10.82% para la cobertura de área urbanizada, mostrándose la expansión urbana tanto del sector denominado la frontera, así como de la ciudad de Neshuya, siendo la cobertura de área sin o con poca vegetación la que muestra una tasa de cambio negativo en su cobertura con una tasa de -17.02%

Tabla 37. Tasas de cambios durante el quinto periodo

COBERTURA NIVEL II	2005		2010		TASA DE CAMBIO (%)
	ÁREA (Ha)	%	ÁREA (Ha)	%	
ÁREAS URBANIZADAS	11.99	0.90	20.04	1.50	10.82
INFRAESTRUCTURA	11.40	0.85	11.40	0.85	0.00
CULTIVOS PERMANENTES	61.19	4.58	66.37	4.97	1.64
PASTOS	0.00	0.00	191.50	14.33	-
BOSQUES	218.82	16.38	178.03	13.32	-4.04
ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO	503.05	37.65	660.46	49.43	5.60
ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN	529.75	39.65	208.40	15.60	-17.02
ÁREA TOTAL	1336.20	100.00	1336.20	100.00	

En la tabla 38, durante este periodo se muestra una tasa de cambio de 9.50 para la cobertura de cultivos permanentes, existiendo un crecimiento en la agricultura, y por la visita realizada a la zona, en su mayoría son cultivos de palma aceitera en el sector denominado el cóndor; se observa una tasa de cambio negativo de -10.01 para la cobertura del bosque, la cual demuestra la pérdida de su cobertura.

Tabla 38. Tasas de cambios durante el sexto periodo

COBERTURA NIVEL II	2010		2015		TASA DE CAMBIO (%)
	ÁREA (Ha)	%	ÁREA (Ha)	%	
ÁREAS URBANIZADAS	20.04	1.50	22.40	1.68	2.25
INFRAESTRUCTURA	11.40	0.85	14.43	1.08	4.83
CULTIVOS PERMANENTES	66.37	4.97	104.46	7.82	9.50
PASTOS	191.50	14.33	178.52	13.36	-1.39
BOSQUES	178.03	13.32	105.04	7.86	-10.01
ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO	660.46	49.43	631.34	47.25	-0.90
ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN	208.40	15.60	280.01	20.96	6.09
ÁREA TOTAL	1336.20	100.00	1336.20	100.00	

En la tabla 39, durante este periodo se muestra una tasa de cambio de 11.74 para la cobertura de cultivos permanentes, existiendo más áreas agrícolas, manteniendo los cultivos de palma aceitera, y también se muestra la tasa de cambio de mayor significancia para la cobertura de bosque con una tasa de cambio de -23.37%

Tabla 39. Tasas de cambios durante el lapso 2015 - 2018

COBERTURA NIVEL II	2015		2018		TASA DE CAMBIO (%)
	ÁREA (Ha)	%	ÁREA (Ha)	%	
ÁREAS URBANIZADAS	22.40	1.68	28.32	2.12	4.80
INFRAESTRUCTURA	14.43	1.08	14.43	1.08	0.00
CULTIVOS PERMANENTES	104.46	7.82	181.96	13.62	11.74
PASTOS	178.52	13.36	274.42	20.54	8.98
BOSQUES	105.04	7.86	27.75	2.08	-23.37
ÁREAS CON VEGETACIÓN HERBÁCEA Y/O ARBUSTIVO	631.34	47.25	556.47	41.65	-2.49
ÁREA SIN O CON POCA VEGETACIÓN	280.01	20.96	252.85	18.92	-2.02
ÁREA TOTAL	1336.20	100.00	1336.20	100.00	

Con las tasas de cambios se busca no discriminar las diferentes categorías de uso que intervienen durante esta investigación, ya que las clasificaciones de las imágenes de satelitales en total contemplo siete (7) categorías, las áreas urbanizadas, infraestructuras(Vías), cultivos permanentes, pastos, áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo, áreas con o sin poca vegetación, y los bosques, que fue la cobertura que tuvo las mayores pérdidas durante los últimos 33 años, ya sea por la tala de árboles, se generó la aparición de mayor área arbustiva, área sin poca vegetación, las mismas que al paso del tiempo generaría pastos y cultivos, al quitar las vegetaciones arbustivas se generarían suelo desnudo, áreas urbanizadas e infraestructuras.

4.5.2. Tasas de deforestación

La tasa de deforestación expresa el cambio en términos de porcentaje de la superficie al inicio de cada año, este procedimiento fue aplicado solo para la cobertura bosque.

Durante el primer periodo, se determina una tasa de deforestación de -2.12%, representando una perdida promedio de cobertura de bosque de 19.48 Ha/año, la pérdida promedio también es considerado para la tasa de cambio correspondiente formulada por FAO (1996).

En el segundo periodo, la tasa de deforestación fue de -7.29%, con una diferencia en cuanto a la tasa de cambios de -7.03%, el cual representa una pérdida promedio de 53.31 Ha/año, siendo este periodo en el cual existe mayor pérdida de la cobertura boscosa, y en el cual las coberturas de vegetación herbácea y/o arbustiva aumentan su cobertura considerablemente.

En el tercer periodo, la tasa de deforestación fue de -10%, con una diferencia no significativa de la tasa de cambio con un -9.52%, ambas tasas tienen una perdida promedio de 47.71 Ha/año

En el cuarto promedio, la tasa de deforestación fue de -10.37%, con una diferencia no significativa de la tasa de cambio con un -9.85%, siendo para este periodo una perdida promedio en la cobertura boscosa 29.75 Ha/año.

En el quinto periodo, la tasa de deforestación fue de -4.13%, manteniendo una proximidad a la tasa de cambio que fue de -4.04%, con una pérdida promedio de 8.16 Ha/año.

En el sexto periodo, la tasa de deforestación fue de -10.55%, manteniendo una proximidad a la tasa de cambio que fue de -10.01%, con una pérdida promedio de 14.60 Ha/año.

En el lapso 2015 - 2018, la tasa de deforestación fue de -26.62%, manteniendo una proximidad a la tasa de cambio que fue de -23.37%, con una pérdida promedio de 15.46 Ha/año.

Tabla 40. Tasa de deforestación

Periodo	Momento	Superficie cubierta por bosque natural (ha)	Superficie deforestada (ha)	Promedio anual de superficie deforestada (ha/año)	Tasa anual de deforestación(%)	Tasa de cambio
Δ1	1985	970.05	-97.40	-19.48	-2.12	-2.09
	1990	872.65				
Δ2	1990	872.65	-266.54	-53.31	-7.29	-7.03
	1995	606.11				
Δ3	1995	606.11	-238.55	-47.71	-10.00	-9.52
	2000	367.56				
Δ4	2000	367.56	-148.74	-29.75	-10.37	-9.85
	2005	218.82				
Δ5	2005	218.82	-40.79	-8.16	-4.13	-4.04
	2010	178.03				
Δ6	2010	178.03	-72.99	-14.60	-10.55	-10.01
	2015	105.04				
Δ7	2015	105.04	-77.29	-15.46	-26.62	-23.37
	2018	27.75				

4.6. DISCUSIÓN

La Metodología CORINE Land Cover, es una de las principales metodologías para clasificar coberturas y determinar el uso actual del territorio, el gobierno regional de Ucayali a través del proyecto de Capacidades para el Ordenamiento Territorial de la Región Ucayali"; elaboro la memoria en la cual determina las diversas coberturas en la región; de las siete (7) coberturas clasificadas para esta investigación, la cobertura Infraestructura(Vías) no está determinada con un tipo de cobertura, esta cobertura fue considerada dentro de la cobertura de nivel II, áreas urbanizadas; además la clasificaron en el nivel III de la leyenda como Tejido Urbano Continuo.

El Ministerio del Ambiente, a través de su portal Geobosques brinda información de los monitoreos de los cambios sobre la cobertura de los bosques, desde su aparición en el 2001, se ha reportado información detallada sobre la deforestación a nivel nacional, en base a ello, toda deforestación reportada hasta el año 2000, fue considerada como área no bosque, reportándose una pérdida de 1022.64 Ha, sin embargo, desde el año 1985 al 2000 en el análisis de esta investigación se reportó una pérdida de 602.49, con una diferencia en el área de influencia de 420.15 Ha. De la misma forma las perdidas reportadas al 2017, considerándose el periodo 4, 5, 6 y el lapso 2015 - 2018, el servidor de Geobosques reporto una pérdida de 214.73 Ha, y en base los datos obtenidos en esta investigación, la sumatoria de los mismos periodos reporta una pérdida de 339.81 Ha, con una diferencia de en el área de influencia de 125.08 ha.

Tabla 41. Datos del servidor Geobosques

Cobertura	Área (Ha)
Bosque 2017	98.83
No Bosque 2000	1022.64
Perdida 2001-2017	214.73
Área total	**1336.20**

Fuente: (MINAM, 2019)

Las perdidas reportadas durante el cuarto periodo, el servidor Geobosques lo declaro con una pérdida de 86.19 Ha y el resultado de esta investigación fue de 148.74 Ha.

Durante el quinto periodo el servidor Geobosques declaro la pérdida de 91.20 Ha y el resultado de la investigación fue de 40.79 ha.

Así también en el sexto periodo el servidor Geobosques declaro una pérdida de 69.72 Ha y el resultado de la investigación fue de 72.99 Ha.

Y en el lapso, considerándose solo hasta el año 2017, se reportó una pérdida de 8.33 ha, mientras que para los datos encontrados de la investigación en este lapso 2015 - 2018 fue de 77.29 Ha

Tabla 42. Perdida por años del servidor Geobosques

Año	Área
2001	22.07
2002	10.38
2003	2.72
2004	21.84
2005	29.18
2006	15.52
2007	7.38
2008	15.48
2009	14.60
2010	9.04
2011	25.15
2012	7.83
2013	14.26
2014	10.95
2015	2.49
2016	0.09
2017	5.75
Área total	**214.73**

Fuente: (GeoBosques, 2017)

En la investigación de Graña (2017), se evidencia que el apoyo a los agricultores, por parte de empresas privadas dedicadas al cultivo de palma aceitera, influyen al cambio de uso del suelo, ya que las empresas requieren de 8 ha para apoyar a los agricultores, y este apoyo a los agricultores que demostrado en el lapso 2015 – 2018, ya que los cultivos permanentes son la principal cobertura encontrada, Graña asegura que el nivel de vida de los agricultores puede mejorar, por la alta rentabilidad de la palma aceitera, siendo esta el principal motivo socioeconómico que influye en el cambio de uso del suelo.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se determinó los cambios de coberturas durante seis periodos y un lapso de tiempo con un total de 33 años de análisis, siendo los más representativos durante cada periodo los siguientes cambios:

  - **En el primer periodo** ocurre un cambio bastante significativo, de bosque a áreas con vegetación herbácea y o arbustivo con un área cambiante de 72.76 Ha.
  - **En el segundo periodo**, la cobertura bosque sufre una perdida, de bosque a áreas con o sin poca vegetación con un área cambiante de 137.07 Ha, estas áreas más adelante son clasificadas como pastos o cultivos.
  - **En el tercer periodo** el cambio se da, de bosque a áreas con vegetación herbácea y o arbustivo con un área cambiante de 183.37 Ha, el aprovechamiento de los arboles maderables puede que sea la razón de estos cambios.
  - **En el cuarto periodo**, de áreas con vegetación herbácea y o arbustivo a áreas con o sin poca vegetación con un área cambiante de 259.86 Ha, terrenos que fueron limpiados para ganadería o cultivos.
  - **En el quinto periodo**, de áreas con o sin poca vegetación a áreas con vegetación herbácea y o arbustivo con un área de 192.82, el posible abandono de las tierras hizo que se diera un proceso de transición de coberturas.
  - **En el sexto periodo** de áreas con vegetación herbácea y o arbustivo a áreas con o sin poca vegetación con un área cambiante de 123.97 Ha.
  - En el lapso 2015 - 2018 de áreas con vegetación herbácea y o arbustivo a pastos con un área de 116.21 Ha.

- Se utilizó la leyenda CORINE Land Cover adaptada para Ucayali, se logró identificar siete tipos de coberturas para el área de influencia de la Vía vecinal UC – 561, las cuales son, áreas urbanizadas, infraestructuras, cultivos permanentes, pastos, bosques, áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva y áreas con o sin poca vegetación.

- Se determinó la deforestación de los seis periodos y el lapso de tiempo de análisis, dentro del cual el año con mayor deforestación fue el tercer periodo con una pérdida de 354.93 Ha.

- Se determinó las tasas de cambios para todas las coberturas encontradas y la tasa de deforestación, utilizando únicamente la cobertura bosque de los seis periodos y el lapso de tiempo de análisis, siendo el más representativo el tercer periodo en el cual se determinó una tasa de -10%, representando una pérdida anual de bosque de 47.71 Ha/año.

5.2. RECOMENDACIONES

- La metodología de leyenda CORINE Land Cover sugiere analizar los cambios cada 5 años; también se debe tomar en cuenta que los cambios en las zonas donde los bosques son la mayor extensión en la cobertura, estos análisis deben hacerse cada 3 años, ya que los cambios encontrados cada 5 años son muy bruscos.
- Así mismo, se debería de generar mapas de uso actual del territorio cada año, a fin de contar con información actualizada y así poder tener una línea base para análisis de cambios de cobertura.
- Realizar investigaciones para comparar otros métodos de validación de clasificación de imágenes satelitales.
- Realizar métodos para obtener los índices de deforestación aceptables en áreas de influencias de una vía vecinal, carretera, entre otros.

REFERENCIAS

AIDER, A. p. (2014). Análisis Multitemporal de los Cambios en la Cobertura Vegetal por Impacto de la Actividad Ganadera en la Reserva Nacional de Tumbes (RNTUMB). Lima.

Bocco, e. a. (2001). La dinámica del cambio del uso del suelo en Michoacan. Una propuesta metodologica para el estudio de los procesos de deforestacion. México.: Investigaciones Geograficas.

Carlos Eduardo Ponce Villacis. (2008). Análisis De Cambio De Cobertura Vegetal Y Fragmentación En El Corredor De Conservación Comunitaria El Ángel - Bosque Golondrinas, Provincia Del Carchi (1996 - 2005). Sangolqui, Ecuador.

Castilla, G. (2003). Object-oriented analysis of remote sensing images for land cover mapping: conceptual foundations and a segmentation method to derive a baseline partition for classification. España: Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.

Chávez, et al. (2011). La Deforestación en la Amazonia Peruana y en Madre de Dios. Puerto Maldonado.

Chuvieco, E. (2008). Teledetección Ambiental. La observación de la tierra desde el espacio. (3a edición). Barcelona: Ariel Ciencia.

Comunicaciones, M. d. (2014). Manual de carreteras . Lima.

Cruz Choque, D. (2008). Potenciales impactos sobre los bosques por el cambio de uso de la tierra en Bolivia. . Bolivia: Red de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente .

Dalence, S., Gutierrez, J., & Segovia., G. (1999). Levantamiento semidetallado de suelos en el valle alto. Zona Punata –Arani. Informe de trabajo de campo. Cochabamba-Bolivia.

Dalence, S., GUTIERREZ, J., & SEGOVIA., G. G. (1999.). Levantamiento semidetallado de suelos en el valle alto. Zona Punata –Arani. . Cochabamba-Bolivia.

Dirzo, R., & García, M. (1991). Rates of deforestation in los Tuxtlas a neotropical area in southeast Mexico. México: Conservation Biology.

Dourojeanni, e. a. (2009). Amazonía peruana en 2021. Explotación de recursos naturales e infraestructura: ¿Qué está pasando? Lima.

Etter, A. (1991). Introducción a la ecología del Paisaje. Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

FAO. (1996). Survey of tropical forest cover and study of change processes. Roma: Forest resources assessment.

FAO. (2005). Situacion de los bosques del mundo . Roma.

FAO. (2016). El estado de los bosques del Mundo .

Franz. (6 de 09 de 2017). Blog de Franz. Obtenido de https://acolita.com

Garcia, J. N. (2008). El problema del narcotrafico en la region de Ucayali. . Pucallpa.

GeoBosques. (2017). geobosques.minam.gob.pe. Obtenido de geobosques.minam.gob.pe/geobosque/view/perdida.php

GOREU. (2017). Zonificacion ecologica econonomica base para el ordenamiento territorial de la region ucayali. Pucallpa.

Graña Sandoval, L. L. (2017). Factores socieconómicos que influyen en el cambio de uso del suelo en el distrito de Curimaná, Ucayali. Pucallpa, Perú.

IDEAM. (2007). Mapa de Cobertura de la Tierra Cuenca Magdalena-Cauca, Metodología Corine Land Cover Adaptada para Colombia, escala 1:100.000. Colombia.

IDEAM. (2014). http://www.ideam.gov.co. Obtenido de http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/metodologia-corine-land-cover

Lambin, E., Baulies, X., Bockstael, N., Fischer, G., & Krug, T. (1999). Land-use and land-cover change: Implementation strategy. . Stockholm: IGBP Report .

Lopez, G. E. (2006). Patrones de cambio de uso del terreno en la cuenca del lago de Cuitzeo, Tesis para obtener el grado de doctorado en ciencias. Mexico: Universidad Autonoma de Mexico .

Luna, A. (2015). Cambio de uso de la tierra y su relación a la deforestación . Pucallpa.

Millenium Ecosystem Assesment. (2005). Ecosystem and Human well-being. Washington DC: Biodiversity Synthesis.

MINAM. (2005). Programa de Fortalecimiento de Capacidades Nacionales para manejar el Impacto del Cambio Climático y la Contaminación del Aire. Lima: Instituto Geofisico del Peru.

MINAM. (2015). Analisis de perdida de bosque para el monitoreo y gestion del territorio. lima: Ordenamiento Territorial.

MINAM. (2015). Cuantificacion y analisis de la deforestacion en la amazonia peruana en el periodo 2010-2014. Lima.

MINAM. (2015). Procedimiento Metodológico para la clasificación de los cambios en el uso dela tierras en cuatro regiones de la amazonia peruana. Lima, Perú.

MINAM. (9 de mayo de 2019). Obtenido de Portal GeoBosques: geobosques.minam.gob.p

Ministerio de Agricultura y Riego . (2016). Evolución de producción del Sector Forestal.

Ministerio del Ambiente. (2012). Diagnostico para la gestion del cambio climatico en Ucayali. Lima.

Montesinos, K., & Tuesta, G. (2017). Clasificación del uso actual del territorio con la leyenda del IPCC nivel I, aplicando el algoritmo RANDOM FOREST, en un tramo de la carretera a la laguna Cashibococha, distrito Yarinacocha - 2016. Pucallpa, Perú.

Pagot, M. (5 de 2018). Metodologías Inductivas y Deductivas en técnicas de Teledetección. Obtenido de http://www.efn.unc.edu.ar/departamentos/estruct/lgodoy/Problemas%20Conocimiento/8_Pagot.pdf.

Perez, A. A. (2004). Lineamientos Para La Aplicación Del Enfoque Ecosistémico A La Gestión Integral Del Recurso Hídrico. Mexico : Serie Manuales de Educación y Capacitación Ambiental.

Pineda, O. (2011). análisis de cambio de uso de suelo mediante percepción remota en el municipio de valle de santiago. Mexico, D.F.: Centro Público de Investigación CONACYT.

Ponce, B. D. (2010). Detecciom y analisis del cambio de uso del suelo en la zona centro-norte de la provincia de Capitan Prat, XI Region periodo 1984. . Valdivia.

Pontius G. R. y Malanson J. (2005). Comparison of the structure and accuracy of two land change models. International Journal of Geographical Information Science.

Puyravaud. (2003). Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation. India: Ecology Manager.

Rodriguez, E. T. (2017). Prospectiva Del Cambio De Uso De Suelo En El Distrito De Iberia, Tahuamanu – Madre De Dios, Periodo 2004-2030. Puerto Maldonado.

Roy D. P.,et al 2014. (s.f.). Landsat-8: Science and product vision for terrestrial global change research. Remote sensing of environment.

Sandoval . (2011). Modelación de los cambios de coberturas/uso del suelo en una región tropical de México. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental - Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Semarnat. (2003). Informe de la Situación del Medio Ambiente en México 2002,México. Obtenido de semarnat.gob.mx: http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/estadisticas_2000/informe_2000/indice.shtml

Stephen G., P. Y. (2013). Trans-boundary infrastructure and land cover change: Highway paving and community-level deforestation in a tri-national frontier in the Amazon.

Supo, J. .. (2012). Seminario de Investigacion Cientifica. . Lima: Bioestadistico EIRL.

Valdivia, M. L. (2014). Clasificación de la cobertura y uso del territorio para el año 2014 de la provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali. Pucallpa.

Velásquez, A. (2002). Patrones y tasas de cambio de uso de suelo en México. México: Gaceta del Instituto Nacional de Ecologia.

Vitousek, Aber, Howarth, & Schindler. (1997). Human alteration of the global nitrogen cycle, sources and consequents.

Zhou C.H. Zhangguan Z. P. Zhao D. (2008). Analisis de la trayectoria de cambio de cobertura de la tierra en medio árido de china. Revista internacional de percepcion remota.

ANEXOS

ANEXO 1.

Panel Fotográfico



Coordenada X: 504228; **Y:** 9043924

Figura 78. Área urbanizada



Coordenada X: 504966; **Y:** 9044493

Figura 79. Infraestructura Vial



Coordenada X: 507683**; Y**: 9034283

Figura 80. Área de pasto



Coordenada X: 505612; **Y**: 9038905

Figura 81. Área de cultivos permanentes



Coordenada X: 504152; **Y:** 9041574

Figura 82. Suelo desnudo



Coordenada X: 507780**; Y:** 9034194

Figura 83. Área Bosque

ANEXO 2.

Mapa de dispersión de puntos

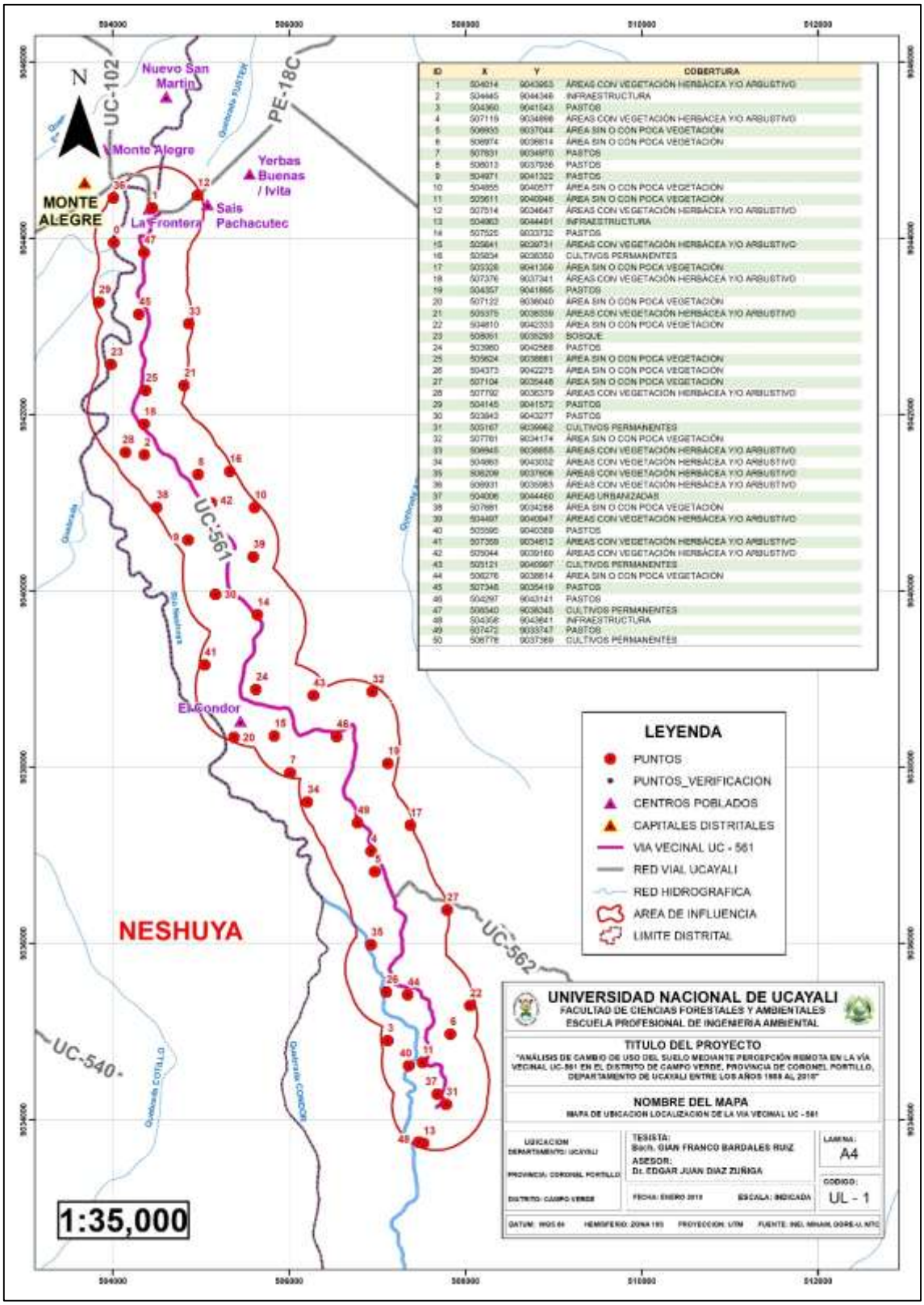


Figura 84. Mapa de dispersión de puntos

ANEXO 3.

Mapas de coberturas sin cambios

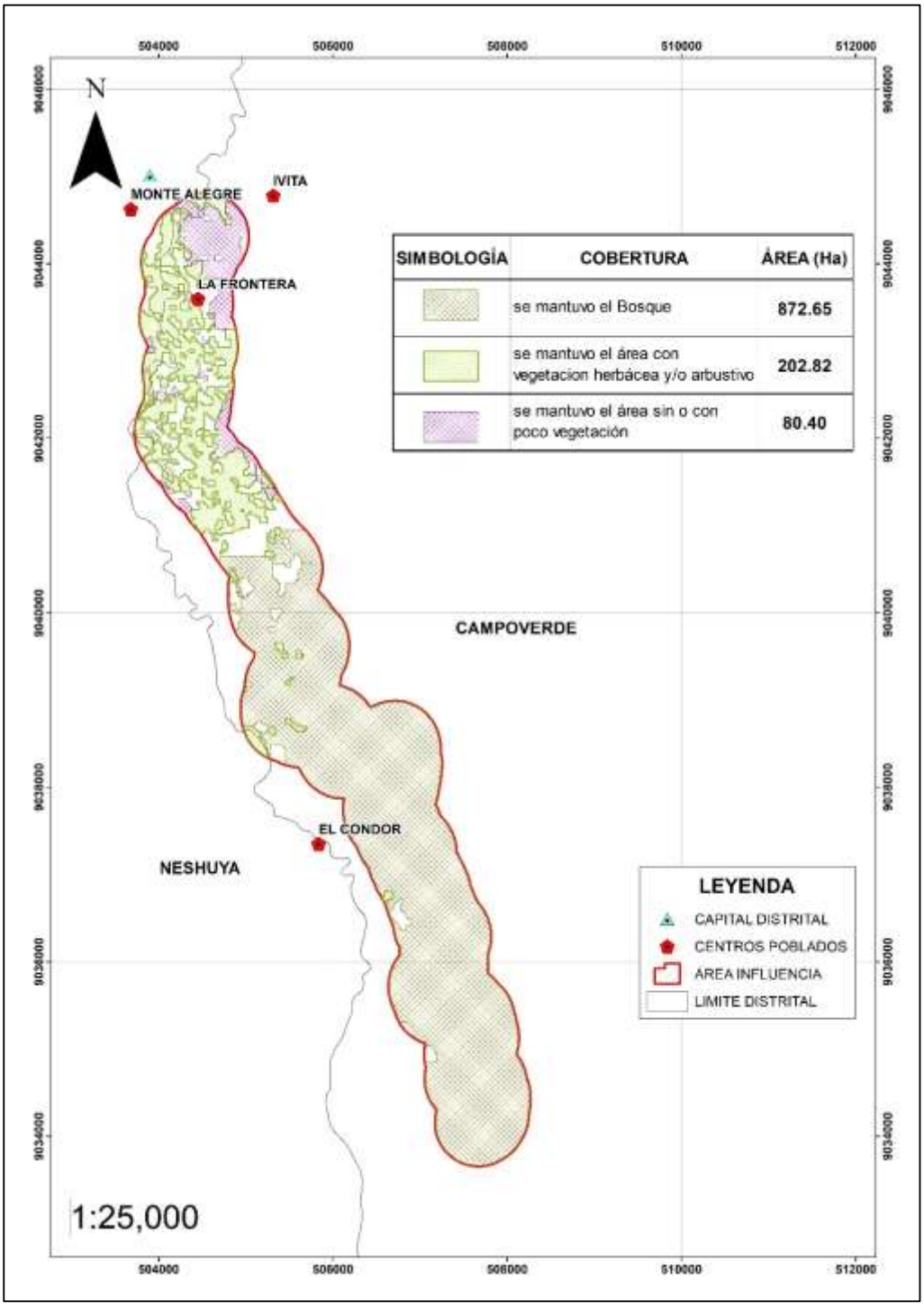


Figura 85. Mapa de cobertura permanente primer periodo

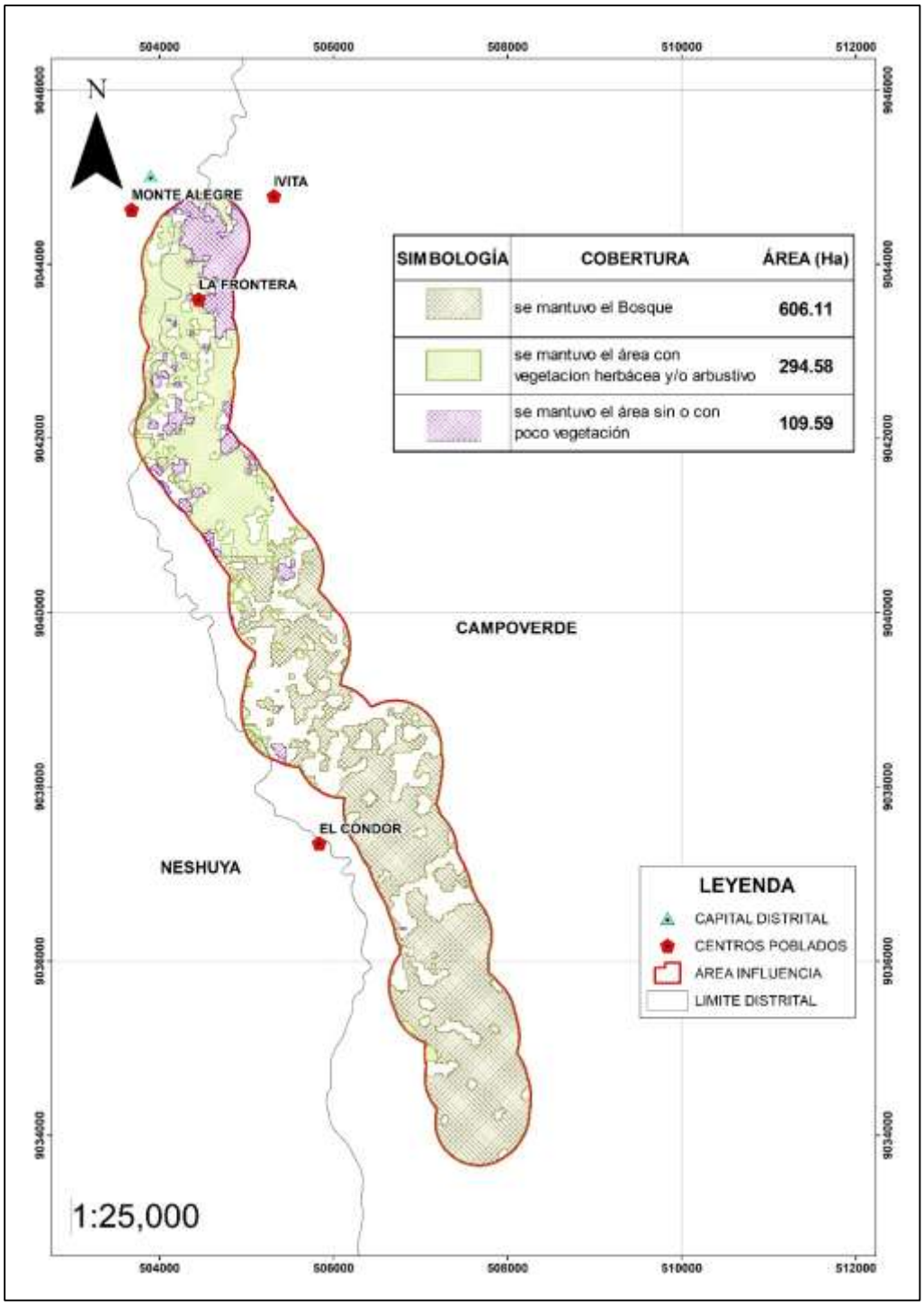


Figura 86. Mapa de cobertura permanente segundo periodo

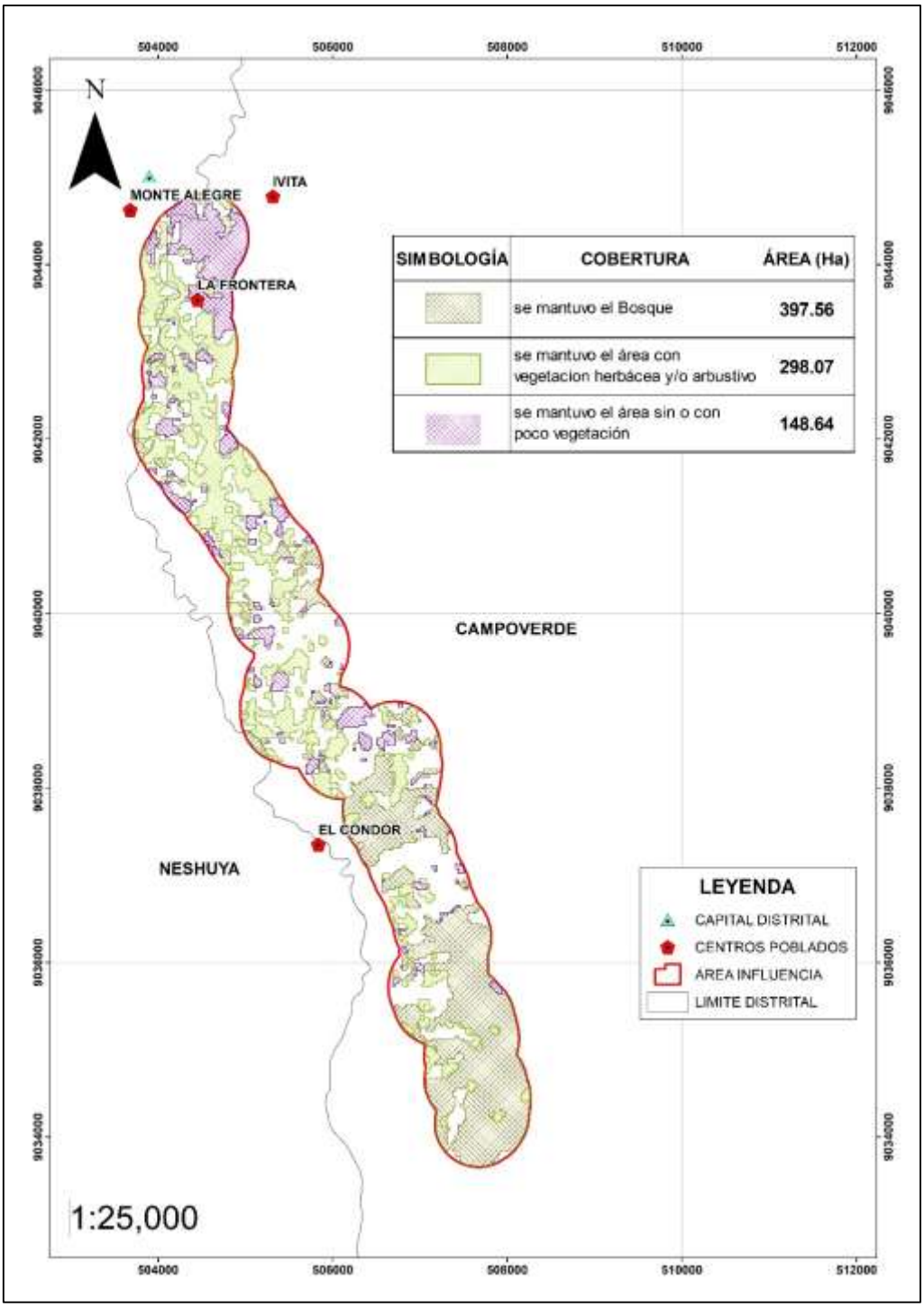


Figura 87. Mapa de cobertura permanente tercer periodo

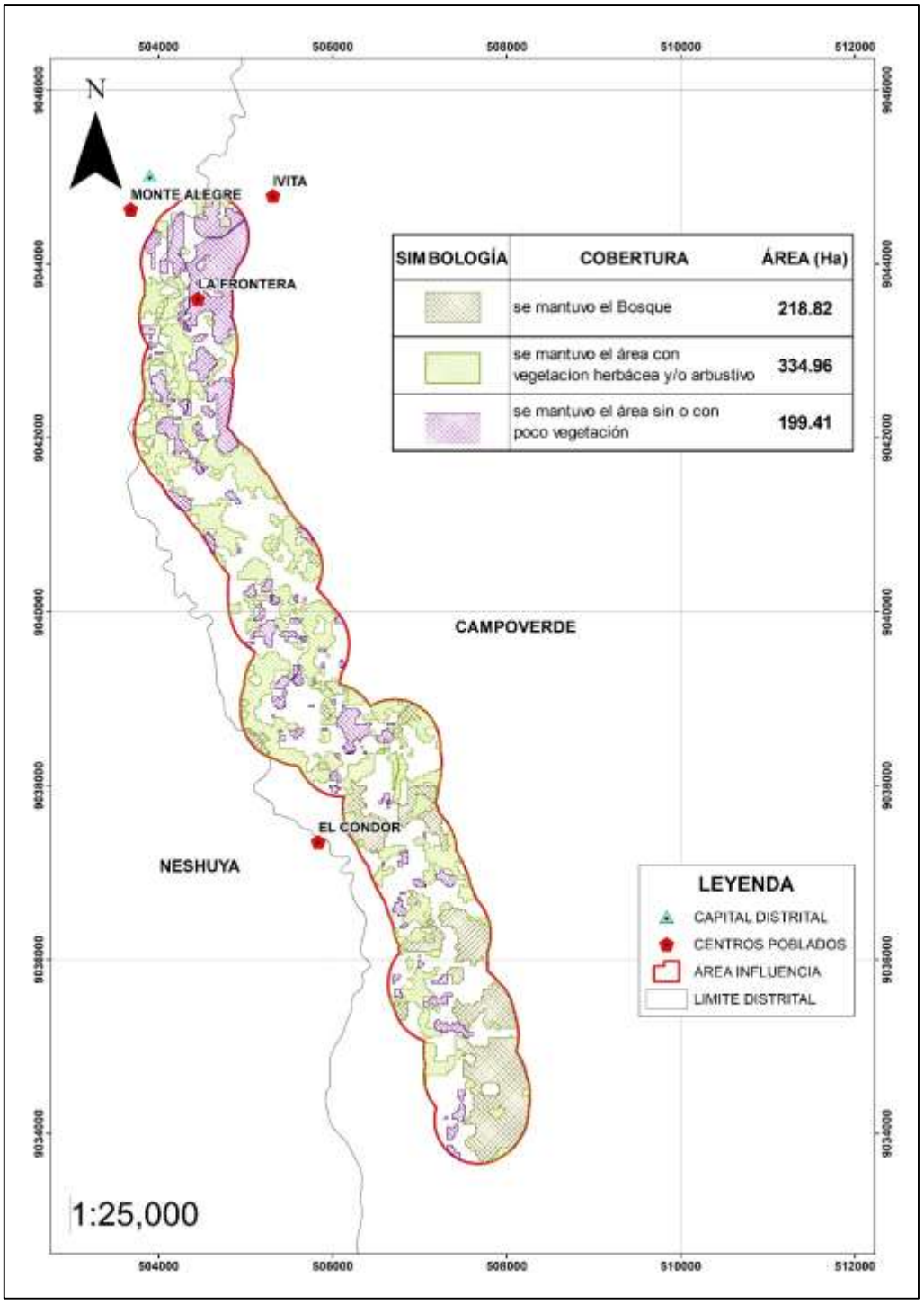


Figura 88. Mapa de cobertura permanente cuarto periodo

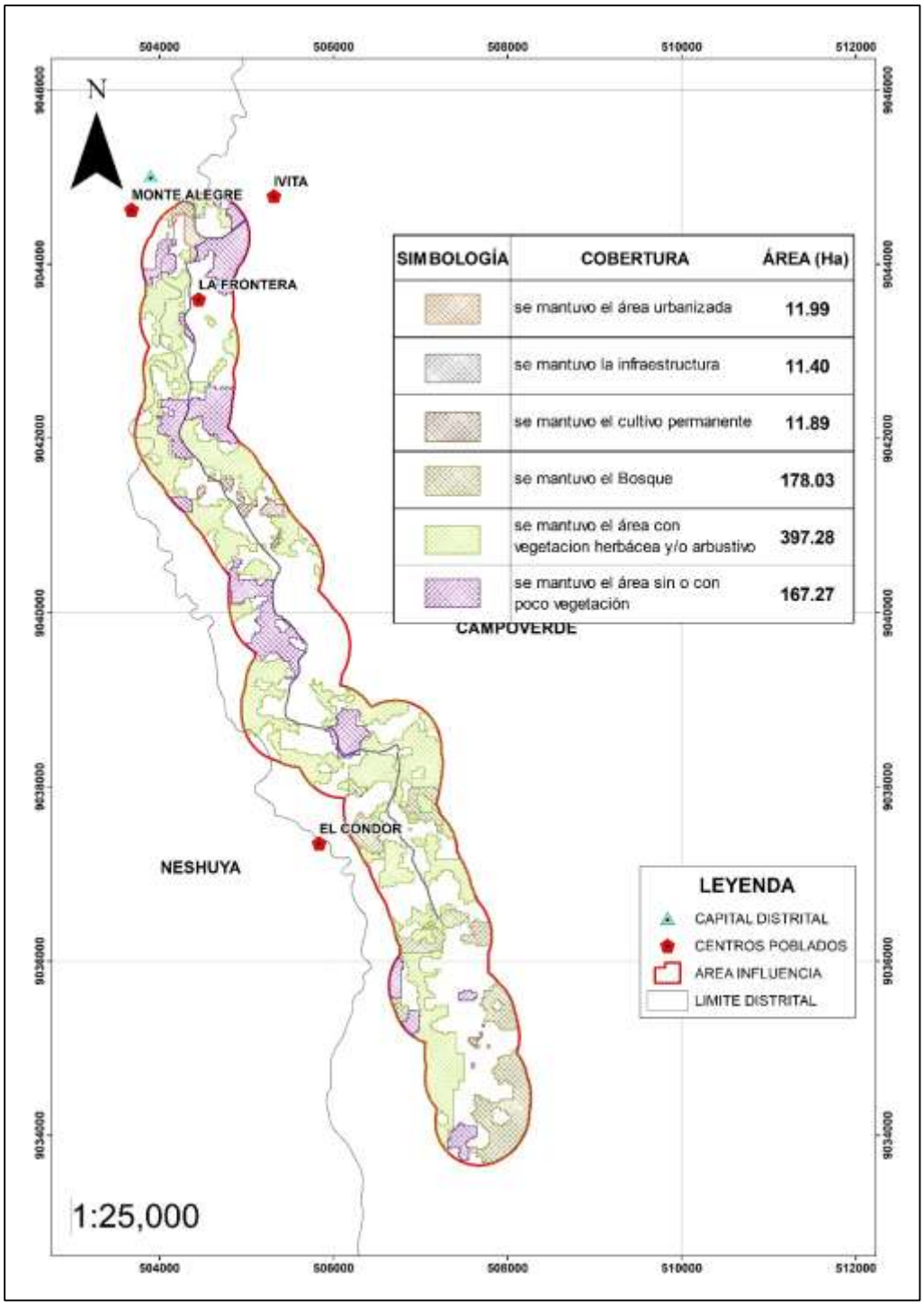


Figura 89. Mapa de cobertura permanente quinto periodo

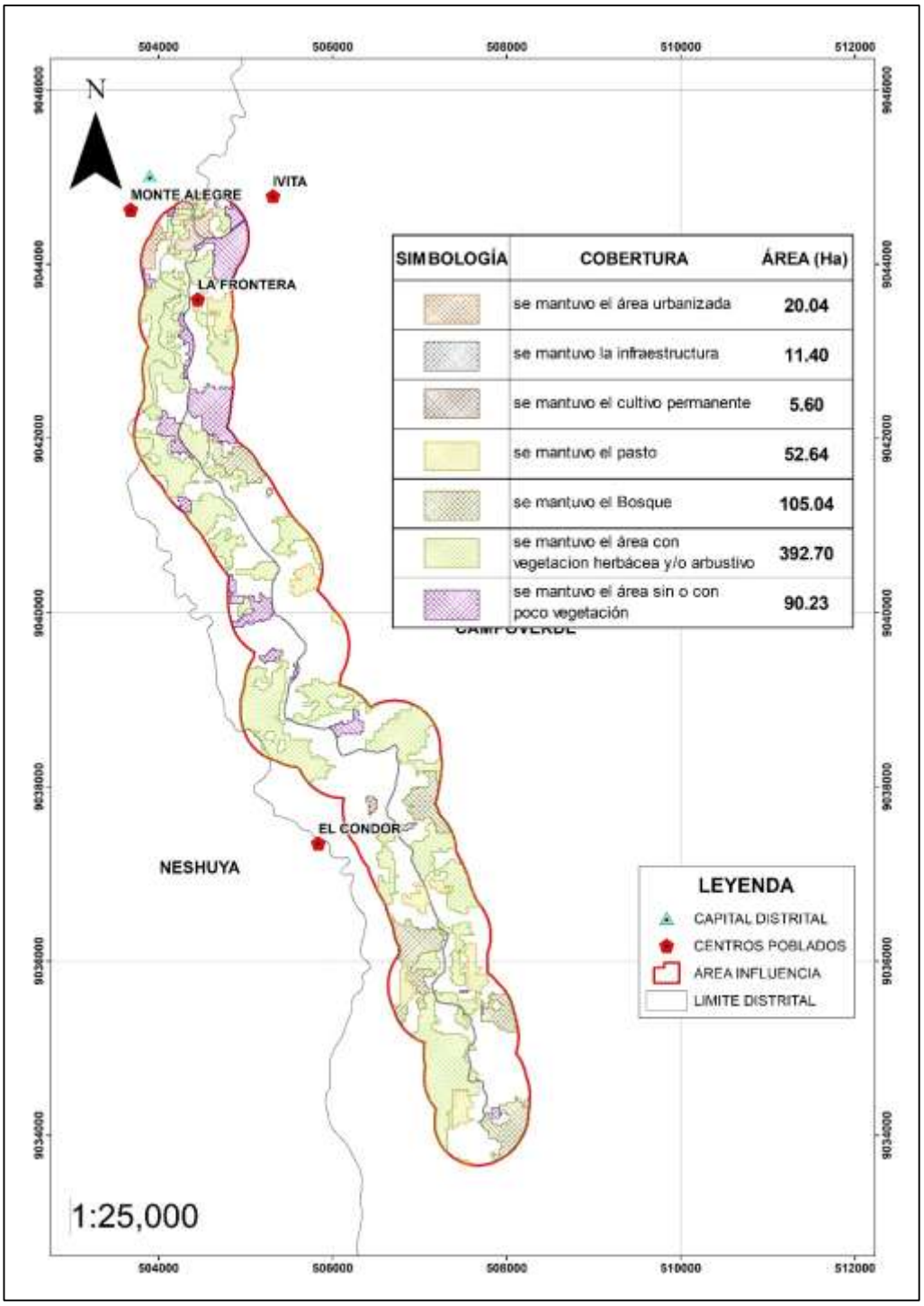


Figura 90. Mapa de cobertura permanente sexto periodo

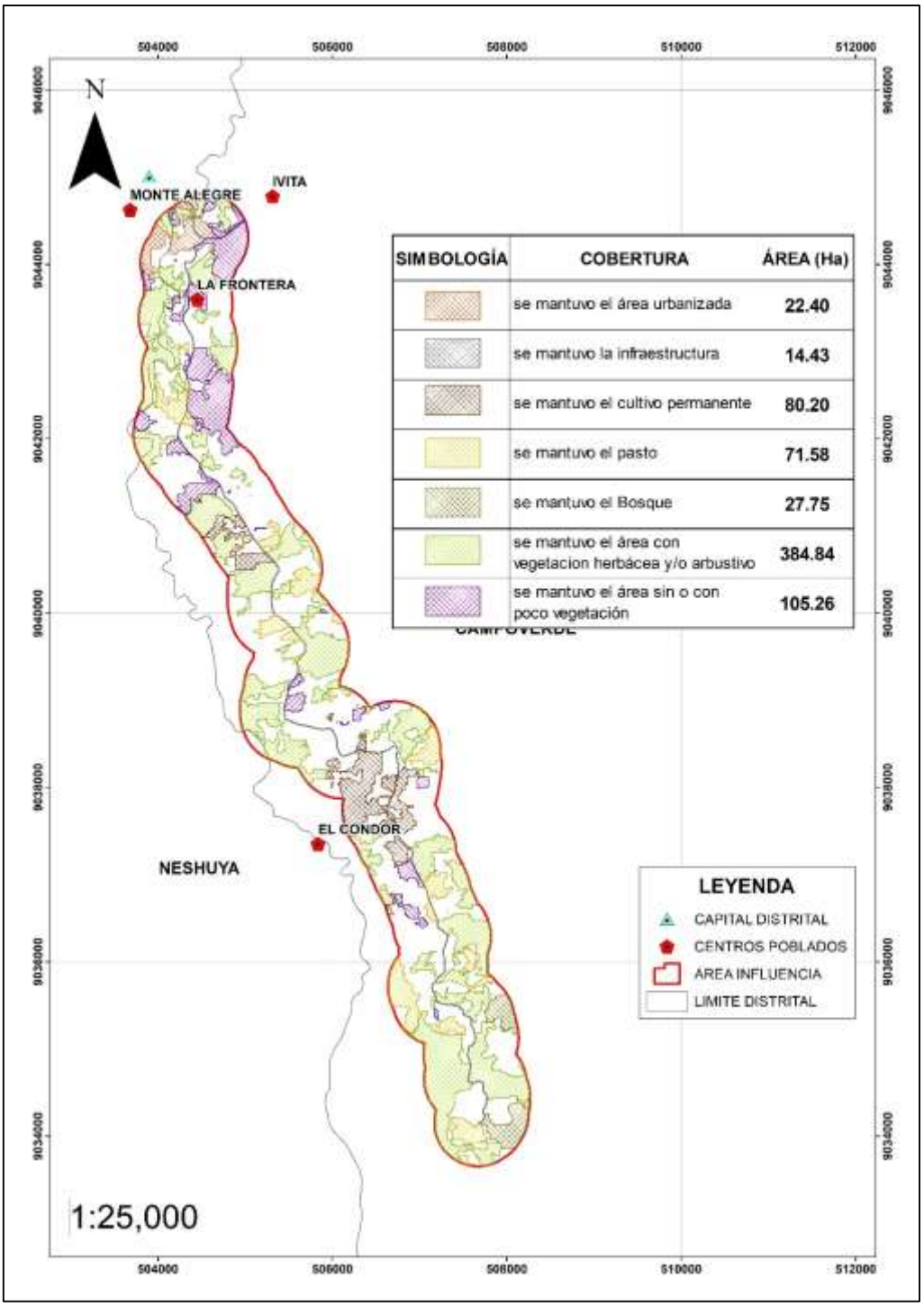


Figura 91. Mapa de cobertura permanente lapso 2015 - 2018