



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

**Trabajo de titulación presentado como requisito previo
a la obtención del título de Ingeniero Forestal**

DETERMINACIÓN DE LOS PATRONES DE DEFORESTACIÓN EN LA PARROQUIA 6 DE JULIO DE CUELLAJE NOROCCIDENTE DEL ECUADOR

AUTOR

Carlos Israel Paredes Almeida

DIRECTOR

Ing. José Raúl Guzmán Paz, MSc.

IBARRA - ECUADOR

2018

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

DETERMINACIÓN DE LOS PATRONES DE DEFORESTACIÓN EN LA PARROQUIA 6 DE JULIO DE CUELLAJE NOROCCIDENTE DEL ECUADOR

Trabajo de titulación revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza la presentación como
requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

APROBADO

Ing. José Raúl Guzmán Paz, MSc.
Director de trabajo de titulación

Ing. José Gabriel Carvajal Benavides, Mgs.
Tribunal de trabajo de titulación

Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez, Mgs.
Tribunal de trabajo de titulación

Ing. María Isabel Vizcaino Pantoja, Esp.
Tribunal de trabajo de titulación

Four blue ink signatures are written on horizontal dotted lines. The signatures are: 1. José Raúl Guzmán Paz, 2. José Gabriel Carvajal Benavides, 3. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez, and 4. María Isabel Vizcaino Pantoja.

Ibarra - Ecuador

2018



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto repositorio digital institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
Cédula de ciudadanía:	1004673487
Nombres y apellidos:	Carlos Israel Paredes Almeida
Dirección:	Otavalo, Cdla Jacinto Collahuazo 1° etapa
Email:	carl.almeida108@gmail.com
Teléfono fijo:	06-2927577
Teléfono móvil:	0988258312

DATOS DE LA OBRA	
Título:	DETERMINACIÓN DE LOS PATRONES DE DEFORESTACIÓN EN LA PARROQUIA 6 DE JULIO DE CUELLAJE NOROCCIDENTE DEL ECUADOR
Autora:	Carlos Israel Paredes Almeida
Fecha:	14 de mayo de 2018
SOLO PARA TRABAJOS DE TITULACIÓN	
Programa:	Pregrado
Título por el que opta:	Ingeniero Forestal
Director:	Ing. José Raúl Guzmán Paz, MSc.

AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

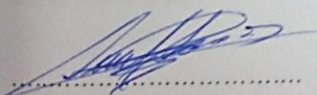
Yo, Carlos Israel Paredes Almeida, con cédula de ciudadanía Nro. 100467348-7; en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago la entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior, Artículo 144.

3. CONSTANCIA

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló sin violar derechos de autor de terceros; por lo tanto la obra es original y es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

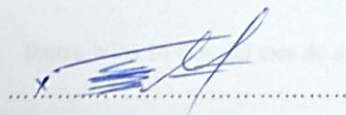
Ibarra, 14 de mayo del 2018

EL AUTOR:



Carlos Israel Paredes Almeida
C.C.: 100467348-7

ACEPTACIÓN:



Ing. Betty Mireya Chávez Martínez
JEFA DE BIBLIOTECA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE LA AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Carlos Israel Paredes Almeida, con cédula de ciudadanía Nro. 100467348-7; manifiesto la voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de titulación denominado **DETERMINACIÓN DE LOS PATRONES DE DEFORESTACIÓN EN LA PARROQUIA 6 DE JULIO DE CUELLAJE NOROCCIDENTE DEL ECUADOR**, que ha sido desarrollada para optar por el título de Ingeniero Forestal en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Carlos Israel Paredes Almeida

C.C.: 100467348-7

Ibarra, a los 14 días del mes de mayo del 2018

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA - UTN
Fecha: 14 de mayo de 2018

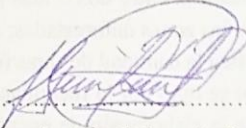
Carlos Israel Paredes Almeida: **DETERMINACIÓN DE LOS PATRONES DE DEFORESTACIÓN EN LA PARROQUIA 6 DE JULIO DE CUELLAJE NOROCCIDENTE DEL ECUADOR** /Trabajo de titulación. Ingeniero Forestal. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal. Ibarra, 14 de mayo del 2018. 84 páginas.

DIRECTOR: Ing. José Raúl Guzmán Paz, MSc.

El objetivo general de la presente investigación fue: Determinar los patrones de deforestación en la parroquia 6 de Julio de Cuellaje con el fin de elaborar propuestas de manejo.

Entre los objetivos específicos se encuentra: Identificar el cambio de la cobertura boscosa durante el periodo 2013 – 2017, determinar causas inmediatas y subyacentes de la deforestación y elaborar una propuesta de manejo para las zonas alta, media y baja de la parroquia.

Fecha: 14 de mayo del 2018


.....
Ing. José Raúl Guzmán Paz, MSc.

Director de trabajo de titulación


.....
Carlos Israel Paredes Almeida

Autor

DEDICATORIA

Éste éxito en mi vida se lo dedico con mucho cariño y aprecio a mis queridos padres Hector Anibal Paredes Davila y Consuelo Pilar del Carmen Almeida Palacios, quienes me dieron el ejemplo de constancia y superación, luchando día con día para poder sacarme adelante y dejando de lado sus sueños con el motivo de obsequiarme este regalo que se los agradeceré toda mi vida.

Ustedes son y serán mi motor y motivo para continuar superándome en la vida.

AGRADECIMIENTO

Primeramente quiero agradecer a mi padre y a mi madre, que con amor e incondicionalmente siempre me brindaron su apoyo económico y moral.

A mi director de tesis Ing. José Raúl Guzmán Paz y a mis asesores Ing. José Gabriel Carvajal Benavides, Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez e Ing. María Isabel Vizcaíno Pantoja, por haberme brindado su apoyo y consejos para el desarrollo de esta investigación.

A todos los docentes y estudiantes que conforman la Carrera de Ingeniería Forestal, que hicieron que el transcurso de cada semestre esté lleno de aprendizaje y experiencias únicas.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Págs.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	2
1.1.1. General.....	2
1.1.2. Específicos	2
1.2. Preguntas directrices	2

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamentación legal	3
2.1.1. Objetivos del Plan Nacional de desarrollo (2017 - 2021)	3
2.1.2. Código orgánico de organización territorial autonomía y descentralización (COTAD)	4
2.1.3. Ley orgánica de ordenamiento territorial, uso y gestión de suelo	5
2.1.4. Ley Forestal	7
2.1.5. Acuerdo Ministerial n° 128 Normas para el manejo sustentable de bosques andinos	9
2.1.6. Línea de investigación	9
2.2. Fundamentación teórica	9
2.2.1. Deforestación	9
2.2.1.1. Factores de la deforestación y de la degradación de los bosques	10
2.2.1.2. Efectos de la deforestación	10
2.2.2. Estado de los bosques en el mundo.....	11
2.2.3. Bosques del Ecuador.....	11
2.2.4. Deforestación en el Ecuador	12
2.2.4.1. Patrones de deforestación en Ecuador.....	12
2.2.4.2. Principales causas de la deforestación en el Ecuador.....	13
2.2.5. Deforestación en la Zona de Intag	13
2.2.6. Drones	13
2.2.6.1. Tipos de drones.....	14
2.2.6.1.1. Ala fija	15
2.2.6.1.2. Multirrotores	15
2.2.6.2. Uso de drones en actividades forestales	15
2.2.7. Sistemas de información geográfica SIG	15
2.2.7.1. Elementos de un SIG	16
2.2.7.1.1. Hardware	16
2.2.7.1.2. Software.....	16
2.2.7.1.3. Bases de datos.....	16
2.2.7.1.4. Equipo humano.....	16
2.2.8. Teledetección	17

	Págs.
2.2.8.1. Elementos de la teledetección.....	17
2.2.8.2. Espectro electromagnético	18
2.2.8.3. Imágenes satelitales.....	20
2.2.8.3.1. Resolución de un sistema sensor	20
2.2.8.4. Sensores remotos	22
2.2.8.4.1. Sistemas de percepción activa	22
2.2.8.4.2. Sistemas de percepción pasiva	22
2.2.8.5. Clases de suelo según su uso potencial	23
2.2.8.5.1. Tierras para agricultura y otros usos arables	23
2.2.8.5.2. Tierras de uso limitado o no adecuadas para cultivos	24
2.2.8.5.3. Aprovechamiento pastos, forestales o con fines de conservación	24
2.2.8.6. Investigaciones similares	25
2.2.8.6.1. Plan de ordenamiento forestal participativo de la Parroquia San José de Ayora, Cantón Cayambe, Provincia Pichincha	25
2.2.8.6.2. Análisis multitemporal de las zonas forestales en la zona de Intag – Ecuador, período 2010 al 2013	25

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del sitio	26
3.1.1. Política	26
3.1.2. Geográfica	26
3.1.3. Límites	26
3.2. Datos climáticos	27
3.3. Materiales y equipos	27
3.3.1. Materiales	27
3.3.2. Equipos	27
3.3.3. Software.....	27
3.4. Metodología	28
3.4.1. Identificación del cambio de la cobertura boscosa durante el periodo 2013 – 2017.....	28
3.4.1.1. Recolección de información	28
3.4.1.1.1. Selección del sensor orbital	28
3.4.1.1.2. Descarga de imágenes satelitales	29
3.4.1.2. Pre procesamiento de las imágenes.....	29
3.4.1.2.1. Delimitación y fragmentación del área de estudio.....	29
3.4.1.3. Análisis multitemporal	30
3.4.1.3.1. Generación de información y cálculo de la tasa de cambio de uso del suelo y vegetación.....	30
3.4.1.4. Levantamiento de información con el DRON.....	31

	Págs.
3.4.1.4.1. Identificación de áreas deforestadas	31
3.4.1.4.2. Verificación en el campo.....	31
3.4.1.4.3. Plan de vuelo.....	31
3.4.1.4.4. Toma de fotografías	32
3.4.1.4.5. Trabajo fotogramétrico	32
3.4.1.5. Validación de la información.....	33
3.4.2. Determinación de las causas inmediatas y subyacentes de la deforestación.....	36
3.4.2.1. Elaboración de encuestas	36
3.4.2.1.1. Cálculo de la muestra.....	36
3.4.2.1.2. Temática de la encuesta.....	37
3.4.3. Elaboración de propuesta de manejo para las zonas alta media y baja de la parroquia	37
3.4.3.1. Selección y definición de variables.....	37
3.4.3.2. Generación y descripción de las clases de capacidad del uso de suelo.....	38
3.4.3.3. Elaboración de mapas temáticos	38
3.4.3.4. Identificación de Actores	38
3.4.3.5. Definir la categoría de manejo en las zonas alta media y baja de la parroquia.....	40

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Cambio de la cobertura boscosa durante el periodo 2013 – 2017	41
4.1.1. Análisis multitemporal	41
4.1.2. Índice de deforestación anual	42
4.1.3. Validación del análisis multitemporal	43
4.1.3.1. Confiabilidad con ortofoto generada con el dron para las clases deforestación - degradación	43
4.1.3.2. Confiabilidad con ortofoto de la parroquia 6 de Julio de Cuellaje para las clases deforestación-degradación	44
4.1.3.3. Confiabilidad con ortofoto generada con el dron para las clases bosque-no bosque....	45
4.1.3.4. Confiabilidad con ortofoto de la parroquia 6 de Julio de Cuellaje para las clases bosque-no bosque.....	46
4.2. Causas inmediatas y subyacentes de la deforestación	48
4.2.1. Resultados de la encuesta.....	48
4.2.2. Causas inmediatas y subyacentes de la deforestación en la Parroquia 6 de Julio de Cuellaje.....	52
4.2.2.1. Causas inmediatas	52
4.2.2.2. Causas subyacentes	53
4.3. Propuesta de manejo para las zonas alta media y baja de la parroquia.....	55
4.3.1. Clases de capacidad del uso de suelo	55
4.3.2. Definir la categoría de manejo en las zonas alta media y baja de la parroquia.....	57

	Págs.
CAPÍTULO V	
CONCLUSIONES	64
CAPÍTULO VI	
RECOMENDACIONES	65
CAPÍTULO VII	
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
CAPÍTULO VIII	
ANEXOS	68
Anexo 1. Encuesta.....	68
Anexo 2. Tablas.....	71
Anexo 3. Ilustraciones.....	73
Anexo 4. Capturas de pantalla.....	76
Anexo 5. Cartografía.....	79

ÍNDICE DE TABLAS

	Págs.
Tabla 1. Información de las imágenes satelitales del año 2013 y 2017	29
Tabla 2. Actores sociales de la parroquia 6 de Julio de Cuellaje.....	39
Tabla 3. Matriz para las categorías de manejo.....	40
Tabla 4. Matriz de confusión para la ortofoto elaborada con el dron en las categorías deforestación - degradación	44
Tabla 5. Matriz de confusión para la ortofoto de la parroquia 6 de Julio de Cuellaje en las categorías deforestación - degradación	45
Tabla 6. Matriz de confusión para la ortofoto elaborada con el dron en las categorías bosque – no bosque	46
Tabla 7. Matriz de confusión para la ortofoto de la parroquia 6 de Julio de Cuellaje en las categorías bosque – no bosque.....	47
Tabla 8. Categoría de manejo para la parte alta de la parroquia 6 de Julio de Cuellaje	57
Tabla 9. Categoría de manejo para la parte media de la parroquia 6 de Julio de Cuellaje	59
Tabla 10. Categoría de manejo para la parte baja de la parroquia 6 de Julio de Cuellaje	61

ÍNDICE DE FIGURAS

	Págs.
Figura 1. Tipos de VANTs	14
Figura 2. Funcionamiento de la teledetección	17
Figura 3. Espectro electromagnético	20
Figura 4. Resolución espacial de una imagen.....	21
Figura 5. Resolución espectral de una imagen	21
Figura 6. Resolución radiométrica de una imagen	22
Figura 7. Proceso para elaboración del análisis multitemporal	28
Figura 8. Proceso para elaboración de mapas de capacidad de uso de suelo	37
Figura 9. Análisis multitemporal 2013 – 2017	41
Figura 10. Capacidad de uso de suelo de la parroquia 6 de Julio de Cuellaje	55
Figura 11. Capacidad de uso de suelo de la parte alta de la parroquia 6 de Julio de Cuellaje	57
Figura 12. Capacidad de uso de suelo de la parte media de la parroquia 6 de Julio de Cuellaje .	59
Figura 13. Capacidad de uso de suelo de la parte baja de la parroquia 6 de Julio de Cuellaje.....	61

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Págs.
Gráfico 1. Cobertura de la Parroquia 6 de Julio de Cuellaje en ha	42
Gráfico 2. Índice de deforestación anual	43
Gráfico 3. Opinión de la población sobre la existencia de deforestación, Opinión de la población sobre las actividades que han generado deforestación, Opinión de la población sobre la existencia de extracción de madera de la parroquia	48
Gráfico 4. Opinión de la población sobre los productos provenientes de la zona con mayor demanda y producción	49
Gráfico 5. Opinión de la población sobre los aspectos atribuidos a la pérdida de bosque, Opinión de la población sobre la tendencia migratoria en la parroquia	49
Gráfico 6. Conocimiento de la población de créditos o incentivos para el desarrollo agropecuario, Opinión de la población sobre tradiciones que afectan al bosque, Opinión de la población sobre uso de tecnologías agresivas como el arado mecánico	50
Gráfico 7. Obras civiles que han afectado al bosque	51

TITULO: DETERMINACIÓN DE LOS PATRONES DE DEFORESTACIÓN EN LA PARROQUIA 6 DE JULIO DE CUELLAJE NOROCCIDENTE DEL ECUADOR

Autor: Carlos Israel Paredes Almeida

Director de trabajo de titulación: Ing. José Raúl Guzmán Paz, MSc.

Año: 2018

RESUMEN

Intag es una de las zonas del Ecuador que tiene importantes extensiones de bosque que son anualmente amenazados por actividades productivas o extractivas y a pesar de esto, la información con respecto a los patrones de deforestación en esta área es escasa; Este es el caso de la parroquia 6 de Julio de Cuellaje donde las actividades de producción agrícola, pecuaria y forestal generan una presión constante sobre la cobertura boscosa, por lo tanto es importante empezar a recolectar información multitemporal de la parroquia con la finalidad de facilitar su manejo. El presente estudio propone la determinación de los patrones de deforestación en la parroquia 6 de Julio de Cuellaje, con la finalidad de generar una propuesta de manejo para la parte alta media y baja, esto se lo logró en primera instancia determinando el cambio de cobertura boscosa, mediante el uso del software CLASlite v.3.3 que utiliza imágenes Landsat para detectar alteraciones entre dos o más periodos de tiempo, teniendo como resultado una imagen digital con las zonas deforestadas; esta imagen es procesada con el software ArcGIS v.10.3 y se cuantifica la cantidad de superficie que fue afectada. Para las causas que generaron la deforestación se optó por la recopilación de información de forma directa con la comunidad, a través de la elaboración de encuestas para conocer las causas inmediatas y subyacentes que impulsan la deforestación en la zona, para finalmente generar una propuesta de manejo. Al realizar la cartografía para la propuesta de manejo se obtuvieron tres categorías: la primera se ubica en la parte alta y está determinada para la protección y conservación, debido a que posee el mayor grado de vulnerabilidad por su ubicación y grado de pendiente, la segunda se ubica en la parte intermedia y está catalogada para potencial forestal o silvopasturas, finalmente la tercera está ubicada en la parte baja y su uso es apto para desarrollo de actividades agroforestales.

TITLE: DETERMINATION OF DEFORESTATION PATTERNS IN 6 DE JULIO DE
CUELLAJE PARISH NORTHWEST OF ECUADOR

Author: Carlos Israel Paredes Almeida

Thesis Director: Ing. José Raúl Guzmán Paz, MSc.

Year: 2018

ABSTRACT

Intag in Ecuador is a zone that has important extensions of forest that are annually threatened by productive or extractive activities and in spite of this, information regarding deforestation patterns in this area is scarce; Being this the case of the “6 de Julio de Cuellaje” parish where the agricultural, livestock and forestry production activities generate a constant pressure on the forest cover, therefore it is important to start collecting multitemporal information of the parish in order to facilitate its management. This study proposes the analysis of deforestation patterns in “6 de Julio de Cuellaje” parish, with the purpose of generating a management proposal for the upper middle and lower parts, this was achieved in the first instance by determining the change of forest cover , through the use of CLASlite v.3.3 software which uses Landsat images to detect alterations between two or more time periods, resulting in a digital image with deforested areas; this image is processed with the ArcGIS v.10.3 software and the amount of surface that was affected is quantified. Regarding the causes that generated the deforestation, it was decided to collect information directly with the community, through the elaboration of surveys to know the immediate and underlying causes that drive deforestation in the area, to finally generate a management proposal based on variables such as altitude, slope, isotherms, isohyets, climate, protected areas and river protection. When carrying out the cartography for the management proposal, three categories were obtained: the first is located in the upper part and is determined for protection and conservation, because it has the highest degree of vulnerability due to its location and degree of slope, the second it is located in the intermediate part and is cataloged for forestry potential or silvopastures, finally the third one is located in the lower part and its use is suitable for the development of agroforestry activities

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Ecuador es un país megadiverso que posee una superficie terrestre de aproximadamente 277000 km², de los cuales 119620 km² corresponden a bosques naturales, representando el 43% de la superficie total (Expoecuador, 2007), dicha área es anualmente afectada por el avance de la frontera agrícola y las diferentes actividades extractivistas como la minería, que requieren eliminar el vuelo forestal.

Sierra (2013), menciona que entre 1990 y 2008 se perdieron cerca de 19000 km² de bosque natural en el país y que la pérdida de cobertura boscosa en el periodo 1990 – 2008, disminuyó del 69,6% al 60,7% de la superficie forestal potencial del país.

Intag es una zona con biodiversidad única, altos niveles de endemismo y yacimientos minerales como el cobre, el cual representa un riesgo ya que su extracción a cielo abierto genera deforestación, y esto sumado a la expansión de actividades agrícolas, pecuarias y la extracción ilegal de madera, han ocasionado un deterioro de los bosques de la zona (PDOT Cotacachi, 2015).

Pese a la existencia de nuevas tecnologías, con características de mayor precisión, la información con respecto a los patrones de deforestación tanto a nivel de país como de la zona de Cuellaje es escasa; además de que en ocasiones la misma resulta poco útil debido al nivel de resolución y escala a la cual se levantó la información.

Las zonas como Cuellaje, que poseen grandes áreas de bosque y recursos no renovables son vulnerables a degradarse, por lo cual es importante tener información multitemporal con respecto al deterioro periódico del área boscosa, permitiendo analizar las causas que conllevaron a esta degradación, todo esto con el fin de generar una herramienta que facilite la toma de decisiones y la generación de alternativas de manejo para la parroquia.

1.1. Objetivos

1.1.1. General

Determinar los patrones de deforestación en la parroquia 6 de Julio de Cuellaje con el fin de elaborar propuestas de manejo.

1.1.2. Específicos

- Identificar el cambio de la cobertura boscosa durante el periodo 2013 - 2017.
- Determinar causas inmediatas y subyacentes de la deforestación.
- Elaborar una propuesta de manejo para las zonas alta, media y baja de la parroquia.

1.2. Preguntas directrices

- ¿Cuán significativa es la alteración de la estructura de la cobertura boscosa en el periodo de estudio?
- ¿Cuáles son las causas que han generado la reducción de la cobertura boscosa del área de estudio?
- ¿Cuál es el uso propicio para las zonas alta, media y baja de la parroquia?

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamentación legal

2.1.1. Objetivos del Plan Nacional de desarrollo (2017 - 2021)

El presente estudio se enmarca en las y los objetivos nacionales de desarrollo y políticas siguientes:

Objetivo 3: Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones.

Política 3.1: Conservar, recuperar y regular el aprovechamiento del patrimonio natural y social, rural y urbano, continental, insular y marino-costero, que asegure y precautele los derechos de las presentes y futuras generaciones.

Política 3.2: Distribuir equitativamente el acceso al patrimonio natural, así como los beneficios y riqueza obtenidos por su aprovechamiento, y promover la gobernanza sostenible de los recursos naturales renovables y no renovables.

Política 3.3: Precautelar el cuidado del patrimonio natural y la vida humana por sobre el uso y aprovechamiento de recursos naturales no renovables.

Política 3.5: Impulsar la economía urbana y rural, basada en el uso sostenible y agregador de valor de recursos renovables, propiciando la corresponsabilidad social y el desarrollo de la bioeconomía.

2.1.2. Código orgánico de organización territorial autonomía y descentralización (COTAD)

a) Art. 466; Sección Primera Planes de Ordenamiento Territorial; del Capítulo I Ordenamiento Territorial Metropolitano y Municipal; TÍTULO IX DISPOSICIONES ESPECIALES DE LOS GOBIERNOS METROPOLITANOS Y MUNICIPALES:

Atribuciones en el ordenamiento territorial.- Corresponde exclusivamente a los gobiernos municipales y metropolitanos el control sobre el uso y ocupación del suelo en el territorio del cantón, por lo cual los planes y políticas de ordenamiento territorial de este nivel racionalizarán las intervenciones en el territorio de todos los gobiernos autónomos descentralizados. El plan de ordenamiento territorial orientará el proceso urbano y territorial del cantón o distrito para lograr un desarrollo armónico, sustentable y sostenible, a través de la mejor utilización de los recursos naturales, la organización del espacio, la infraestructura y las actividades conforme a su impacto físico, ambiental y social con el fin de mejorar la calidad de vida de sus habitantes y alcanzar el buen vivir. El plan de ordenamiento territorial deberá contemplar estudios parciales para la conservación y ordenamiento de ciudades o zonas de ciudad de gran valor artístico e histórico, protección del paisaje urbano, de protección ambiental y agrícola, económica, ejes viales y estudio y evaluación de riesgos de desastres. Con el fin de garantizar la soberanía alimentaria, no se podrá urbanizar el suelo que tenga una clara vocación agropecuaria, salvo que se exista una autorización expresa del organismo nacional de tierras. El ordenamiento del uso de suelo y construcciones no confiere derechos de indemnización, excepto en los casos previstos en la ley.

b) Art. 471; Sección Primera Fraccionamientos Urbanos y Agrícolas; del Capítulo II Fraccionamiento de Suelos y Reestructuración de Lotes; TÍTULO IX DISPOSICIONES ESPECIALES DE LOS GOBIERNOS METROPOLITANOS Y MUNICIPALES:

Fraccionamiento agrícola.- Considerase fraccionamiento agrícola el que afecta a terrenos situados en zonas rurales destinados a cultivos o explotación agropecuaria. De ninguna manera se podrá fraccionar bosques, humedales y otras áreas consideradas ecológicamente sensibles de conformidad con la ley o que posean una clara vocación agrícola. Esta clase de fraccionamientos se sujetarán a este Código, a las leyes agrarias y al plan de ordenamiento territorial cantonal aprobado por el

respectivo concejo (Ministerio de Coordinación de la Política y Gobiernos Autónomos Descentralizados [MCPGAD], 2011, p. 177 - 180).

2.1.3.LEY ORGÁNICA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, USO Y GESTIÓN DE SUELO

Art. 9. Ordenamiento territorial.- El ordenamiento territorial es el proceso y resultado de organizar espacial y funcionalmente las actividades y recursos en el territorio, para viabilizar la aplicación y concreción de políticas públicas democráticas y participativas y facilitar el logro de los objetivos de desarrollo. La planificación del ordenamiento territorial constará en el plan de desarrollo y ordenamiento territorial de los Gobiernos Autónomos Descentralizados. La planificación para el ordenamiento territorial es obligatoria para todos los niveles de gobierno. La rectoría nacional del ordenamiento territorial será ejercida por el ente rector de la planificación nacional en su calidad de entidad estratégica.

Art. 10. Objeto.- El ordenamiento territorial tiene por objeto: 1. La utilización racional y sostenible de los recursos del territorio. 2. La protección del patrimonio natural y cultural del territorio. 3. La regulación de las intervenciones en el territorio proponiendo e implementando normas que orienten la formulación y ejecución de políticas públicas.

Art. 11. Alcance del componente de ordenamiento territorial.- Además de lo previsto en el Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas y otras disposiciones legales, la planificación del ordenamiento territorial de los Gobiernos Autónomos Descentralizados observarán, en el marco de sus competencias, los siguientes criterios: 1. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados regionales delimitarán los ecosistemas de escala regional; las cuencas hidrográficas y localizarán las infraestructuras hidrológicas, de conformidad con las directrices de la Autoridad Única del Agua; la infraestructura de transporte y tránsito, así como el sistema vial de ámbito regional. 2. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados provinciales integrarán el componente de ordenamiento territorial de los cantones que forman parte de su territorio en función del modelo económico productivo, de

infraestructura y de conectividad de la provincia. 3. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados municipales y metropolitanos, de acuerdo con lo determinado en esta Ley, clasificarán todo el suelo cantonal o distrital, en urbano y rural y definirán el uso y la gestión del suelo. Además, identificarán los riesgos naturales y antrópicos de ámbito cantonal o distrital, fomentarán la calidad ambiental, la seguridad, la cohesión social y la accesibilidad del medio urbano y rural, y establecerán las debidas garantías para la movilidad y el acceso a los servicios básicos y a los espacios públicos de toda la población. Las decisiones de ordenamiento territorial, de uso y ocupación del suelo de este nivel de gobierno racionalizarán las intervenciones en el territorio de los otros niveles de gobierno.

4. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados parroquiales rurales acogerán el diagnóstico y modelo territorial del nivel cantonal y provincial, y podrán, en el ámbito de su territorio, especificar el detalle de dicha información. Además, localizarán sus obras o intervenciones en su territorio. Los planes de desarrollo y ordenamiento territorial deben contemplar el territorio que ordenan como un todo inescindible y, en consecuencia, considerarán todos los valores y todos los usos presentes en él, así como los previstos en cualquier otro plan o proyecto, aunque este sea de la competencia de otro nivel de gobierno, de manera articulada con el Plan Nacional de Desarrollo vigente.

Art. 19. Suelo rural.- El suelo rural es el destinado principalmente a actividades agroproductivas, extractivas o forestales, o el que por sus especiales características biofísicas o geográficas debe ser protegido o reservado para futuros usos urbanos. Para el suelo rural se establece la siguiente sub-clasificación: 1. Suelo rural de producción. Es el suelo rural destinado a actividades agroproductivas, acuícolas, ganaderas, forestales y de aprovechamiento turístico, respetuosas del ambiente. Consecuentemente, se encuentra restringida la construcción y el fraccionamiento. 2. Suelo rural para aprovechamiento extractivo. Es el suelo rural destinado por la autoridad competente, de conformidad con la legislación vigente, para actividades extractivas de recursos naturales no renovables, garantizando los derechos de naturaleza. 3. Suelo rural de expansión urbana. Es el suelo rural que podrá ser habilitado para su uso urbano de conformidad con el plan de uso y gestión de suelo. El suelo rural de expansión urbana será siempre colindante con el suelo urbano del cantón o distrito metropolitano, a excepción de los casos especiales que se

definan en la normativa secundaria. La determinación del suelo rural de expansión urbana se realizará en función de las previsiones de crecimiento demográfico, productivo y socioeconómico del cantón o distrito metropolitano, y se ajustará a la viabilidad de la dotación de los sistemas públicos de soporte definidos en el plan de uso y gestión de suelo, así como a las políticas de protección del suelo rural establecidas por la autoridad agraria o ambiental nacional competente. Con el fin de garantizar la soberanía alimentaria, no se definirá como suelo urbano o rural de expansión urbana aquel que sea identificado como de alto valor agroproductivo por parte de la autoridad agraria nacional, salvo que exista una autorización expresa de la misma. Los procedimientos para la transformación del suelo rural a suelo urbano o rural de expansión urbana, observarán de forma obligatoria lo establecido en esta Ley. Queda prohibida la urbanización en predios colindantes a la red vial estatal, regional o provincial, sin previa autorización del nivel de gobierno responsable de la vía. 4. Suelo rural de protección. Es el suelo rural que por sus especiales características biofísicas, ambientales, paisajísticas, socioculturales, o por presentar factores de riesgo, merece medidas específicas de protección. No es un suelo apto para recibir actividades de ningún tipo, que modifiquen su condición de suelo de protección, por lo que se encuentra restringida la construcción y el fraccionamiento. Para la declaratoria de suelo rural de protección se observará la legislación nacional que sea aplicable.

2.1.4. Ley forestal

Art. 1. Todas las tierras que se encuentren en estado natural y que por su valor científico y por su influencia en el medio ambiente, para efectos de conservación del ecosistema y especies de flora y fauna, deban mantenerse en estado silvestre.

Art. 6. Se consideran bosques y vegetación protectores aquellas formaciones vegetales, naturales o cultivadas, que cumplan con uno o más de los siguientes requisitos:

- a)** Tener como función principal la conservación del suelo y la vida silvestre;
- b)** Estar situados en áreas que permitan controlar fenómenos pluviales torrenciales o la preservación de cuencas hidrográficas, especialmente en las zonas de escasa precipitación pluvial;

- c) Ocupar cejas de montaña o áreas contiguas a las fuentes, comentes o depósitos de agua;
- d) Constituir cortinas rompe vientos o de protección del equilibrio del medio ambiente;
- e) Hallarse en áreas de investigación hidrológico-forestal;
- f) Estar localizados en zonas estratégicas para la defensa nacional; y,
- g) Constituir factor de defensa de los recursos naturales y de obras de infraestructura de interés público.

Art. 7. Sin perjuicio de las resoluciones anteriores a esta Ley, el Ministerio del Ambiente determinará mediante acuerdo, las áreas de bosques y vegetación protectores y dictará las normas para su ordenamiento y manejo. Para hacerlo, contará con la participación del CNRH. Tal determinación podrá comprender no sólo tierras pertenecientes al patrimonio forestal del Estado, sino también propiedades de dominio particular.

Art. 9. Entiéndase por tierras forestales aquellas que por sus condiciones naturales, ubicación, o por no ser aptas para la explotación agropecuaria, deben ser destinadas al cultivo de especies maderables y arbustivas, a la conservación de la vegetación protectora, inclusive la herbácea y la que así se considere mediante estudios de clasificación de suelos, de conformidad con los requerimientos de interés público y de conservación del medio ambiente.

Art. 11. Las tierras exclusivamente forestales o de aptitud forestal de dominio privado que carezcan de bosques serán obligatoriamente reforestadas, estableciendo bosques protectores o productores, en el plazo y con sujeción a los planes que el Ministerio del Ambiente les señale. Si los respectivos propietarios no cumplieren con esta disposición, tales tierras podrán ser expropiadas, revertidas o extinguido el derecho de dominio, previo informe técnico, sobre el cumplimiento de estos fines. Las tierras exclusivamente forestales o de aptitud forestal de dominio privado que carezcan de bosques serán obligatoriamente reforestadas, estableciendo bosques protectores o productores, en el plazo y con sujeción a los planes que el Ministerio del Ambiente les señale. Si los respectivos propietarios no cumplieren con esta disposición, tales tierras podrán ser expropiadas, revertidas o extinguido el derecho de dominio, previo informe técnico, sobre el cumplimiento de estos fines.

2.1.5. Acuerdo Ministerial N° 128 NORMAS PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE LOS BOSQUES ANDINOS

Art. 1. Se entiende como bosque andino a la vegetación que se desarrolla arriba de la cota de los 900 metros sobre el nivel del mar en las estribaciones de la Cordillera Occidental y, arriba de la cota de los 1.300 metros sobre el nivel del mar, en las estribaciones de la Cordillera Oriental. Se incluyen también los bosques nativos ubicados dentro de los callejones interandinos.

Art. 2. Los recursos que contienen los bosques andinos podrán estar sujetos a los siguientes usos: a) Conservación y protección de flora y fauna silvestres, de fuentes hídricas y de los recursos naturales renovables relacionados; b) Satisfacción de las necesidades domésticas tanto individuales como comunitarias; c) Aprovechamiento sustentable de los recursos realizado por personas naturales o jurídicas, de conformidad con las autorizaciones otorgadas por la autoridad forestal competente; y, d) Otras que determine la autoridad forestal. La prioridad del uso tomará en cuenta consideraciones ecológicas, económicas y sociales.

Art. 7. Los bosques nativos de la zona de protección permanente no podrán ser convertidos a otros usos. Solo se permitirá la realización de estudios científicos, turismo sostenible y el aprovechamiento de productos forestales diferentes de la madera, de acuerdo a su plan de manejo.

2.1.6. Línea de investigación

El presente estudio se enmarca en la línea de investigación de la carrera: Desarrollo agropecuario y forestal sostenible.

2.2. Fundamentación teórica

2.2.1. Deforestación

La deforestación es el desmonte total o parcial de la cobertura forestal, debido a la necesidad de una población en expansión de realizar actividades para subsistir, entre las cuales se encuentran

la agricultura, ganadería, minería, construcción de infraestructuras civiles, etc. (Lamberechts, 2000). Dicha pérdida puede ser causada y mantenida por inducción humana o perturbación natural (Organización de las naciones unidas para la alimentación [FAO], 2010).

2.2.1.1. Factores de la deforestación y de la degradación de los bosques

Según Florian (2011), los factores que influyen en la deforestación pueden ser dos: directos o inmediatos e indirectos o subyacentes. Directos cuando son actividades productivas relacionadas propiamente a desmontar el bosque, como la tala de árboles o cambio de uso del suelo, por otro lado los factores indirectos o subyacentes, son aquellos que debido a causas sociales llegan a desencadenar la destrucción del bosque, como lo son las colonizaciones, economía, política, tecnología, etc.

La deforestación es una suma de factores sociales, económicos, culturales y políticos, de los que nace una problemática muy amplia como políticas ineficaces, desconocimiento del marco jurídico falta de aplicación de normativa forestal, tenencia de tierras, sistema sancionatorio deficiente, tala ilegal, corrupción, varios actores en la gestión forestal, falta de coordinación, uso de técnicas inapropiadas, pobreza, cultura agrícola - ganadera y abuso de los recursos (Larios, 2011).

2.2.1.2. Efectos de la deforestación

López (2012), argumenta que la deforestación influye directamente en diferentes problemas como: el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, la vulnerabilidad a inundaciones y a la degradación de los suelos. A demás que amenaza las formas de vida y la integridad cultural de la gente que depende directamente de los bosques.

2.2.2. Estado de los bosques en el mundo

Según FAO (2016), existen tres formas de evaluar el estado de los bosques del mundo; por región, por categoría de ingresos y por subregión, en las cuales se coincide que los países que presentan mayores pérdidas de superficie forestal e incremento de la superficie agrícola están ubicados en la zona tropical y poseen ingresos bajos, destacándose aquellos ubicados en América del sur, África, Asia meridional y sudoriental, presentando en la zona tropical una pérdida estimada de 7 millones de hectáreas de bosque al año y un incremento de 6 millones de hectáreas anuales durante el periodo 2000 – 2010.

Por otro lado los países ubicados en las zonas boreal y templada con ingresos medios - altos, presentan un incremento de la cobertura boscosa y un descenso de la superficie agrícola. Los países de clima templado en conjunto, han tenido un incremento de la superficie forestal del 6 % durante el periodo 2000 - 2010, con un incremento del 25 % de la superficie de bosques plantados.

2.2.3. Bosques del Ecuador

Ministerio del Ambiente Ecuador [MAE] (2014) menciona que la concepción tradicional de bosque nativo como proveedor de madera y su valoración a través de los inventarios forestales, debe ser ampliada a una definición que integre al bosque como un ecosistema interrelacionador de un sinnúmero de factores todavía no bien conocidos. Por lo tanto, el Bosque Nativo es uno de los recursos naturales más importantes con que cuenta el Ecuador para su desarrollo; y constituye una unidad ecosistémica formada por árboles, arbustos y demás especies vegetales y animales resultado de un proceso ecológico espontáneo que interrelaciona otros recursos como el agua, la biodiversidad, el suelo, el aire, el paisaje, etc.

El Ecuador dispone de una cobertura natural de 14.12 millones de ha., es decir, 57% de la superficie total del país. De ese total de cobertura, 11.31 millones de ha corresponde a bosque nativo. Toda esta vegetación natural representa beneficios sociales y ambientales indispensables para la formulación de políticas de manejo sustentable de los bosques (MAE, 2014).

2.2.4. Deforestación en el Ecuador

Ecuador es un país que presenta grandes áreas de pérdida boscosa, con una deforestación promedio para los periodos 1990 – 2000 de 89944 ha/año, en el periodo 2000 - 2008 fue de 77647 ha/año y durante el período 2008 - 2012 fue de 65880 ha/año. (MAE, 2014). Dichos índices indican que durante los periodos estudiados ha existido una disminución en la pérdida de los bosques, pero continúan siendo elevados.

Además cabe recalcar que Ecuador se encuentra entre diecisiete países y territorios que han notificado una disminución tanto de la superficie agrícola como de la superficie forestal, en conjunto con Australia, Bangladesh, Colombia, Guadalupe, Guinea Ecuatorial, Guatemala, las Islas Vírgenes (EE.UU.), Jamaica, Mauricio, Nepal, Nicaragua, Nigeria, Portugal, la República de Corea, Santa Lucía y Trinidad y Tobago (FAO, 2016).

2.2.4.1. Patrones de deforestación en Ecuador

Entre 1990 y 2008 se perdieron cerca de 19000 km² de bosque natural en el país. La cobertura de bosque disminuyó de 69,6% de la superficie forestal potencial del país en 1990, a 63,5% en el año 2000, y a 60,7% en el 2008. La mayor parte, cerca del 70%, fue deforestada en la década de los 1990s, con una deforestación anual neta promedio de 1291,5 km² (Sierra, 2013).

El 99,4% del área deforestada entre 1990 y 2000 fue transformada a áreas agropecuarias, el 0,14% a infraestructura, principalmente áreas urbanas y asentamientos rurales densos, y 0,46% a otros tipos de cobertura. Entre el 2000 y el 2008, el 99,40% del área deforestada fue transformada a áreas agropecuarias, el 0,23% a infraestructura, principalmente áreas urbanas y asentamientos rurales densos, y 0,37% a otros. La expansión del área agropecuaria total también dependió de la deforestación: aproximadamente el 97,50% y el 95% del incremento del área agropecuaria entre 1990 y 2000 y 2000 y 2008, respectivamente, se generaron mediante la transformación de áreas de bosque a cultivos y pastos (Sierra, 2013).

2.2.4.2. Principales causas de la deforestación en el Ecuador

De acuerdo con Ecuador Forestal (2007), entre las causas que más relevancia han tenido en la degradación y destrucción de los bosques del Ecuador, se encuentran: la falta de una consistente política forestal de Estado, debilidad institucional, escaso control y evaluación, expansión de la frontera agrícola, crecimiento y dispersión demográficos, sub-valoración del recurso forestal, limitada sensibilización y capacitación en manejo de recursos naturales, falta de legalización y seguridad en la tenencia de la tierra y pobreza de las comunidades que viven en los bosques.

2.2.5. Deforestación en la Zona de Intag

El problema de la deforestación en la zona de Intag comienza en los años 80s cuando inicia la construcción del acceso vial a la zona y empiezan a aparecer los primeros colonos que sobresalen desarrollando actividades agrícolas y de extracción de madera; productos que podían ser comercializados hacia los mercados principales de la provincia gracias a la carretera. Después de este acontecimiento, viene la construcción de más accesos viales y además se aprueba la reforma agraria, que hace que el problema sea aún mayor (Echeverría, 1983).

Durante las últimas décadas, la deforestación en la zona de Intag se ha visto incrementada debido a la falta de alternativas económicas, intermediarios, baja rentabilidad agrícola, falta de alternativas económicas, débil control de la tala de bosques e invasiones al patrimonio forestal (FED [Fondo Ecuatoriano de Desarrollo Sustentable], 2011).

2.2.6. Drones

Un DRON o por sus siglas en inglés UAV “Unmanned Aerial Vehicle”, es una aeronave que puede ser intervenida y controlada por un operador desde tierra de forma remota, es decir que no posee una tripulación embarcada (Addati & Perez, 2014).

Inicialmente fueron creados con fines militares, pero durante los últimos años se han encontrado infinidad de usos para los mismos, brindando mucha facilidad en el desarrollo de actividades que antes eran muy complicadas y por esta razón están siendo de gran utilidad en actividades civiles, agricultura, ciencias gráficas, búsqueda y rescate, entre otras (Mora, 2015).

2.2.6.1. Tipos de drones

Según Barrientos, del Cerro, Gutiérrez, San Martín, Martínez y Rossi (s.f), existen varias clasificaciones para los drones, y la más conocida es por el tipo de despegue que tienen, pero también se los podría clasificar según su aplicabilidad o por su duración de vuelo.

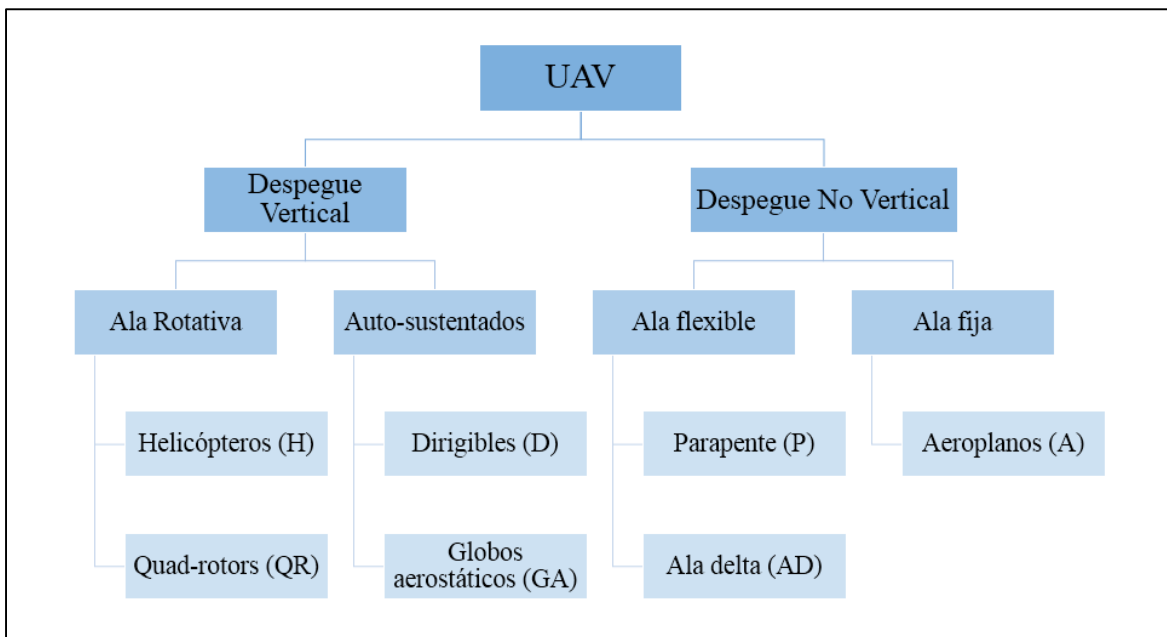


Figura 1. Tipos de VANTs.

Fuente: Barrientos *et al.* (s.f).

Para motivos de las Ciencias Forestales los drones que más se utilizan para el desarrollo de investigaciones o trabajos en el campo, son:

2.2.6.1.1. Ala fija

Son aquellos que se asemejan a los aviones al tener la misma estructura y aerodinámica, de dimensiones más pequeñas y con motores de combustión o batería eléctrica.

2.2.6.1.2. Multirrotores

Son aquellos compuestos por varias hélices dependiendo de la carga que tengan que soportar; tricópteros con tres hélices, cuatricópteros, etc. Este tipo de drones se caracterizan por poder realizar vuelos estáticos y de forma vertical.

2.2.6.2. *Uso de drones en actividades forestales*

Durante los últimos años se han venido aplicando nuevas tecnologías para el desarrollo de actividades forestales, García (2014), menciona que entre las actividades que se pueden realizar para la gestión forestal sostenible se encuentran; evaluar la deforestación, control y prevención de incendios, erosión y degradación de los suelos, evaluar los efectos de las actividades agrícolas sobre el bosque, variación de la diversidad biológica y evaluar el estado fitosanitario de la cobertura boscosa.

2.2.7. Sistemas de información geográfica SIG

Según Palacios (s.f), un sistema de información geográfica se le puede asignar un concepto funcional y tecnológico, considerando los aspectos involucrados a dichos sistemas. Por lo cual Tomlin (1990), establece que un SIG es un conjunto de software y hardware diseñado específicamente para la adquisición, mantenimiento y uso de datos cartográficos, para la interpretación de hechos sobre la superficie terrestre.

2.2.7.1. Elementos de un SIG

De acuerdo con Martínez (s.f), un SIG está conformado por cuatro partes fundamentales para su funcionamiento:

2.2.7.1.1. Hardware

El hardware es básicamente la parte tangible del sistema, el cual está conformado por la CPU, unidades de entrada de datos, los cuales tienen la función de captar los datos que serán ingresados y unidades de salida, las cuales tienen la función de hacer visible la información recolectada.

2.2.7.1.2. Software

El software son los programas con los cuales el usuario es capaz de interactuar para poder realizar actividades de verificación, ingreso, almacenamiento y gestión de los datos, además de poder visualizar la información

2.2.7.1.3. Bases de datos

Es una recopilación de información organizada de forma electrónica, con el fin de que un programa de ordenador pueda seleccionar rápidamente los fragmentos de datos que se necesiten.

2.2.7.1.4. Equipo humano

Es el encargado de recopilar, procesar y analizar los datos que arrojan las diferentes actividades realizadas utilizando los SIG.

2.2.8. Teledetección

La teledetección es una técnica mediante la cual se obtiene información de un objeto, superficie o fenómeno a través de la interpretación de imágenes que son captadas por equipos que no se encuentran en contacto directo con dichos objetos (Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC], 2007), lo cual concuerda con Muñoz y Ponce (2005), que indican que la teledetección es la ciencia y arte de la obtención de información de un objeto sin tener contacto con el mismo, mediante el uso de dispositivos que no están en contacto con el objeto.

La información recopilada es captada mediante un sensor, el cual aprovecha las ondas producidas por la radiación y las capta. Dependiendo de la longitud de onda, es posible captar diferentes tipos de información, esto es posible gracias a la reflectancia de los cuerpos y al tipo de sensor utilizado en los ensayos.

2.2.8.1. Elementos de la teledetección

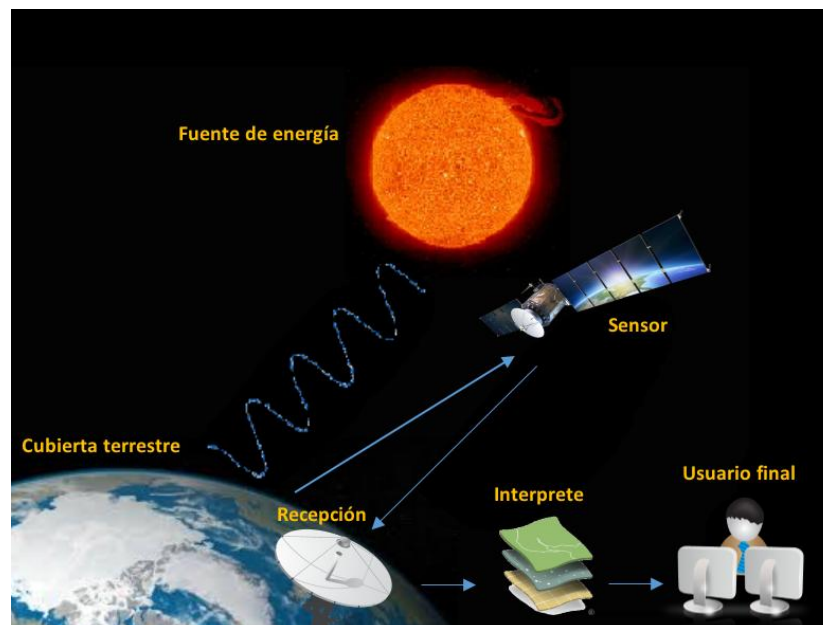


Figura 2. Funcionamiento de la teledetección.

La teledetección involucra varios factores que hacen que la misma sea posible, y gracias a la tecnología que se posee actualmente, la obtención de esta información es relativamente fácil.

Según el IGAC (2007), la teledetección está compuesta por los siguientes elementos:

- Fuente de energía: Es el emisor de la radiación electromagnética que llegará a la superficie terrestre, la cual puede ser natural o artificial.
- Cubierta terrestre: Formada por distintas masas de vegetación, suelo, agua o infraestructura, ésta recibe la radiación electromagnética proveniente de la fuente de energía y la refleja o emite de acuerdo a sus características físicas.
- Sistema sensor: Constituido por el sensor mismo y la plataforma que lo sustenta, el sistema tiene como función captar la energía emitida por la cubierta terrestre, codificarla y grabarla o enviarla directamente al sistema de recepción.
- Sistema de recepción y comercialización: Este sistema recibe la información transmitida por la plataforma y la guarda en un formato específico y apropiado.
- Intérprete o analista: Es la persona encargada de clasificar y analizar la información contenida en la imagen para generar información temática.
- Usuario final: Es quien finalmente recibirá y utilizará la información ya procesada por el analista para fines específicos.

2.2.8.2. Espectro electromagnético

Se conoce como espectro electromagnético a la distribución de las ondas electromagnéticas producidas por la radiación o energía que emite o absorbe un cuerpo. El espectro electromagnético está formado por ondas, las cuales según su longitud se extiende desde la radiación de menor

longitud, como los rayos gamma y los rayos X, pasando por la luz ultravioleta, la luz visible y los rayos infrarrojos, hasta las ondas electromagnéticas de mayor longitud de onda, como son las ondas de radio (Casanova, 2013).

Para que el espectro electromagnético pueda ser estudiado, se lo ha dividido en diferentes segmentos, dependiendo de la longitud de onda.

- Luz Visible: Son las únicas longitudes de onda, las cuales pueden ser percibidas por el ojo humano y se encuentran entre longitudes de onda de 400 nm (violeta) y 700 nm (rojo).
- Rayos infrarrojos: La banda infrarroja se divide en tres secciones de acuerdo a su distancia a la zona visible: próxima (780 - 2500 nm), intermedia (2500 - 50000 nm) y lejana (50000 - 1mm).
- Microondas: Esta región posee una longitud de onda entre 30 cm a 1 mm.
- Ondas de radio: La región de ondas de radio posee longitudes de onda desde muchos kilómetros hasta menos de 30 cm.
- Rayos X: posee una longitud de onda menor a 10 nm.
- Ultravioleta: Sus longitudes de onda se extienden entre 10 y 400 nm más cortas que las de la luz visible.

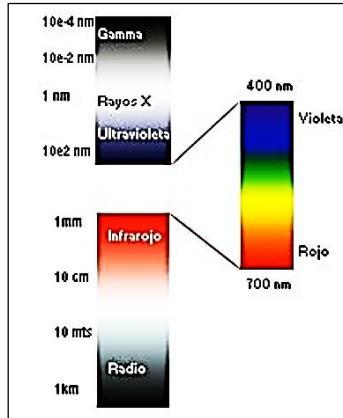


Figura 3. Espectro electromagnético.
Fuente: García (s.f).

En Teledetección, las bandas del espectro electromagnético de mayor importancia las constituyen el visible, el infrarrojo cercano, medio y lejano, así como la zona de microondas (Araya, 2009).

El infrarrojo se usa para discriminar masas vegetales, concentraciones de humedad, estado vegetativo, observaciones nocturnas por medio de la temperatura de los objetos, para diferenciar bloques de hielo y nieve y otros procesos (Araya, 2009).

2.2.8.3. Imágenes satelitales

Una imagen satelital es una matriz, captada por un sensor que orbita sobre la tierra y registra la energía que refleja la superficie terrestre (Muñoz y Ponce 2005).

2.2.8.3.1. Resolución de un sistema sensor

La resolución de un sensor es su capacidad para captar información, dependiendo de su capacidad para distinguir variaciones de la energía electromagnética, del detalle espacial que captura y del número y ancho de las bandas que alberga (IGAC, 2007).

2.2.8.3.1.1. Resolución espacial

Es el mínimo detalle espacial (píxel) que registra un sensor, depende del sistema óptico del sensor y de la altitud de la plataforma (IGAC, 2007).

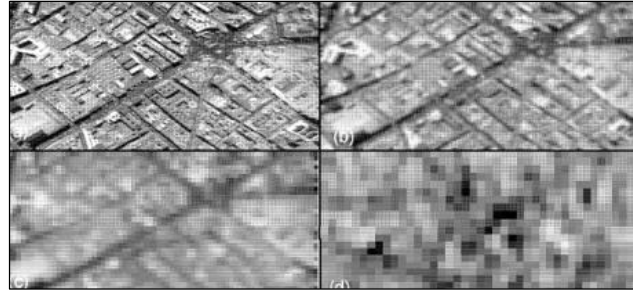


Figura 4. Resolución espacial de una imagen.

Fuente: IGAC (2007).

2.2.8.3.1.2. Resolución espectral

Indica el número y anchura de bandas espectrales que puede discriminar el sensor. Entre mayor sea esta resolución se tendrá información del comportamiento de una misma cobertura en diferentes bandas espectrales (IGAC, 2007).

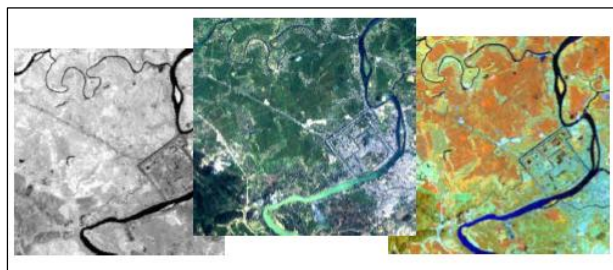


Figura 5. Resolución espectral de una imagen.

Fuente: IGAC (2007).

2.2.8.3.1.3. Resolución radiométrica

Capacidad para detectar variaciones en la radiación espectral que recibe, indicada por los niveles de gris recogidos. Cuanto mayor sea la precisión radiométrica mejor será la interpretación.

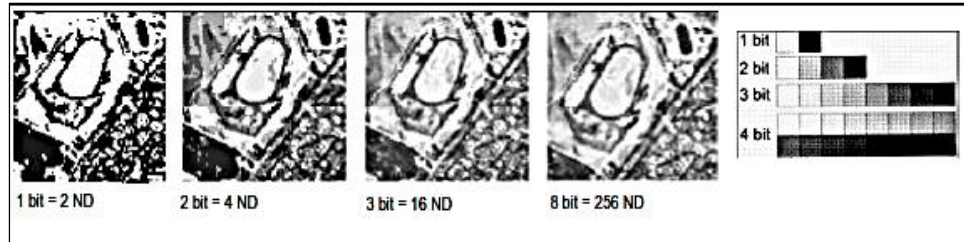


Figura 6. Resolución radiométrica de una imagen.

Fuente: IGAC (2007).

2.2.8.4. *Sensores remotos*

Son instrumentos que permiten capturar información de objetos, sin tener contacto con los mismos. El tipo de información recolectada dependerá del tipo y capacidad del sensor utilizado (Muñoz y Ponce 2005).

2.2.8.4.1. *Sistemas de percepción activa*

Estos sistemas generan una señal, las cuales rebotan sobre el objeto del cual se requiere información y son captadas por un receptor, un claro ejemplo es el radar (Muñoz y Ponce 2005).

2.2.8.4.2. *Sistemas de percepción pasiva*

Estos sistemas perciben las señales que emiten los cuerpos de forma natural, dichas señales generan una información mucho más precisa de los cuerpos en estudio y es más aplicable en la percepción remota (Muñoz y Ponce 2005).

2.2.8.5. Clases de suelo según su uso potencial

Este Sistema fue estructurado por el Servicio de Conservación del Suelo de los Estados Unidos y desarrollado por Klingebiel y Montgomery (1961).

2.2.8.5.1. Tierras para agricultura y otros usos arables

Clase I: Son tierras que soportan las actividades agrícolas, pecuarias o forestales, no presentan limitaciones, y permiten la utilización de maquinaria para el arado.

En cuanto a las variables son tierras sin a ligeras limitaciones, de pendiente plana hasta 2 %, sin evidencias de erosión, suelos profundos y fácilmente trabajables, sin o muy pocas piedras es decir, que no interfieren en las labores de maquinaria, con fertilidad alta, suelos con drenaje bueno, no presentan periodos de inundación o éstos son muy cortos.

Clase II: Son tierras que soportan las actividades agrícolas, pecuarias o forestales, presentan limitaciones ligeras que no suponen grandes inversiones para sobreponerlas, y permiten la utilización de maquinaria para el arado. Tierras con ligeras limitaciones, con pendientes menores al 5 %, con erosión ligera o sin evidencia, moderadamente profundos y profundos, con poca pedregosidad que no limitan o imposibilitan las labores de maquinaria, fertilidad de mediana a alta, tienen drenaje natural bueno ha moderado. Requieren prácticas de manejo más cuidadoso que los suelos de la Clase I, presentan drenaje bueno a moderado; no presentan periodos de inundación o éstos son muy cortos.

Clase III: Son tierras que soportan las actividades agrícolas, pecuarias o forestales, pero se reduce las posibilidades de elección de cultivos anuales a desarrollar o se incrementan los costos de producción debido a la necesidad de usar prácticas de manejo de suelo y agua; y permiten la utilización de maquinaria para el arado. En esta clase de tierras se presentan limitaciones ligeras a moderadas, se encuentran en pendientes menores al 12 %, pueden o no presentar evidencia de erosión pudiendo ser ligera y moderada, son poco profundos a profundos, tienen poca pedregosidad que no limitan o imposibilitan las labores de maquinaria, poseen fertilidad alta, media o baja, tienen drenaje excesivo, bueno y moderado. Pueden o no presentar periodos de inundación que pueden ser muy cortos y cortos.

Clase IV: Estas tierras requieren un tratamiento especial en cuanto a las labores de maquinaria o permiten un laboreo ocasional. Se restringe el establecimiento de cultivos intensivos y admite cultivos siempre y cuando se realicen prácticas de manejo y conservación. Son tierras que presentan moderadas limitaciones, se encuentran en pendientes menores al 25 %; pueden o no presentar erosión actual pudiendo ser ligera y moderada; son poco profundos a profundos, y tienen poca o ninguna pedregosidad. Pueden presentar o no periodos de inundación pudiendo ser ocasionales, muy cortos y cortos.

2.2.8.5.2. Tierras de uso limitado o no adecuadas para cultivos

Clase V: Las tierras de esta clase requieren de un tratamiento muy especial en cuanto a las labores con maquinaria ya que presentan limitaciones difíciles de eliminar en la práctica, se limita el uso de cultivos anuales, permanentes y semipermanentes. Son tierras con limitaciones fuertes a muy fuertes, se encuentran en pendientes entre planas y suaves, es decir de hasta el 12 %, generalmente son suelos poco profundos, incluyendo suelos con mayor profundidad y ocasionalmente con limitaciones de pedregosidad; pueden presentar fertilidad desde baja hasta muy alta. Pueden presentar o no periodos de inundación pudiendo ser muy cortos, cortos, medianos y largos.

2.2.8.5.3. Aprovechamiento pastos, forestales o con fines de conservación

Clase VI: Las tierras de esta clase agrológica se encuentran en pendientes medias a fuertes, entre 25 y 40 %, que restringen el uso de maquinaria; son aptas para aprovechamiento pastos, forestal, ocasionalmente pueden incluirse cultivos permanentes y pastos. Son moderadamente profundos a profundos, poco pedregosos. Pueden o no presentar periodos de inundación pudiendo ser muy cortos y cortos.

Clase VII: Estos suelos presentan fuertes limitaciones para el laboreo, especialmente por la pendiente. Muestran condiciones para uso forestal, pastoreo, confines de conservación. Son tierras ubicadas en pendientes de hasta el 70 %; con suelos poco profundos a profundos; con pedregosidad menor al 50. Pueden o no presentar periodos de inundación pudiendo ser ocasionales, muy cortos, cortos y medianos.

Clase VIII: Son áreas que deben mantenerse con vegetación arbustiva y/o arbórea con fines de protección para evitar la erosión y mantenimiento de la vida silvestre y fuentes de agua. Son tierras con las más severas limitaciones; corresponden generalmente a pendientes superiores a los 70%, superficiales a profundos, sin piedras o pedregosos que impiden cualquier tipo de actividad agrícola, pecuaria o forestal pudiendo ubicarse en cualquier zona de humedad y temperatura (MAGAP, 2012).

2.2.8.6. Investigaciones similares

2.2.8.6.1. PLAN DE ORDENAMIENTO FORESTAL PARTICIPATIVO DE LA PARROQUIA SAN JOSÉ DE AYORA, CANTÓN CAYAMBE, PROVINCIA PICHINCHA

Acurio (2017) propone el ordenamiento forestal participativo de la parroquia San José de Ayora en base al artículo N° 5, del acuerdo Ministerial N° 128 que contempla las Normas para el Manejo Sustentable de los Bosques Andinos, y obtiene 3 zonas de manejo: La primera para manejo de bosque nativo con 1392,98 ha, conformada por vegetación arbustiva, herbácea y bosque natural, la segunda para protección permanente con 4972,90 ha, conformada por páramos y la tercera para otros usos como actividades agrícolas, silvopastoriles, plantaciones forestales y zona urbana, con 7304,77 ha.

2.2.8.6.2. ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE LAS ZONAS FORESTALES EN LA ZONA DE INTAG – ECUADOR, PERÍODO 2010 AL 2013.

Guzmán (2014) presenta una metodología para determinar, cuantificar y visualizar, las coberturas de bosque y los cambios ocurridos durante un lapso de tres años en la zona de Intag, para lo que se utiliza imágenes satelitales de los años 2010 y 2013 y las procesa en el software CLASlite v.3.1, y obtiene una deforestación promedio anual de -1,42% y una perturbación promedio anual de -0,35%, para después proceder a su validación con el cálculo del coeficiente Kappa, obteniendo una fuerza de concordancia casi perfecta.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del sitio

3.1.1. Política

El estudio se realizó en la parroquia 6 de julio de Cuellaje, ubicada en el Cantón Cotacachi, provincia de Imbabura, a 95 km de la ciudad de Ibarra.

3.1.2. Geográfica

La Parroquia 6 de Julio de Cuellaje, se encuentra a 78° 30' 60" de longitud W, 0° 24' 00" de latitud N, desde los 1750 hasta los 2600 m.s.n.m.

3.1.3. Límites

Limita al Norte: Con la línea limítrofe sur de los páramos de Piñán que pertenece a la parroquia Imantag, Parroquia Alto Tambo de Ibarra y, Provincia de Esmeraldas (Reserva Cotacachi - Cayapas), al Sur: Con la línea de cumbre de la Cordillera Toisán baja a la cuchilla denominada de "Pinto", continuando al punto denominado "V", de allí en línea recta hasta el nacimiento de la quebradilla "La Primavera", actualmente de la señora Victoria Torres, luego cae a la quebrada de la Despedida y ésta hasta la desembocadura del río Cristopamba Parroquia Peñaherrera, en la confluencia de la Quebrada La Paz y Quebrada Primavera: al Este: La quebrada conocida con el nombre de La Paz que con aguas se forma al pie de la cuchilla denominada Puscharo que se desprende de los páramos de Piñán y baja formando mayor volumen al ya mencionado río Cristopamba, Parroquia de Apuela e Imantag y al Oeste: Con la parte más culminante de la mencionada cordillera de Toisán donde forma el divorciun - acuarum. Parroquia Luis Vargas Torres de la Provincia de Esmeraldas. (Reserva Cotacachi - Cayapas) (PDOT 6 de Julio de Cuellaje, 2015).

3.2. Datos climáticos

Presenta un clima que va desde temperado a muy lluvioso subtemperado, con una temperatura promedio anual de 18°C.

3.3. Materiales y equipos

3.3.1. Materiales

- Cartografía base.
- Imágenes Landsat 8 OLI/TIRS.

3.3.2. Equipos

- GPS.
- Computador.
- Dron.
- Sensor (Cámara).
- Equipo de escritorio.

3.3.3. Software

- ArcGIS v.10.3.
- CLASlite v.3.3.
- Agisoft v.1.4.
- Mission planner v.1.3.48. (controlador de vuelo).

3.4. Metodología

3.4.1. Identificación del cambio de la cobertura boscosa durante el periodo 2013 – 2017

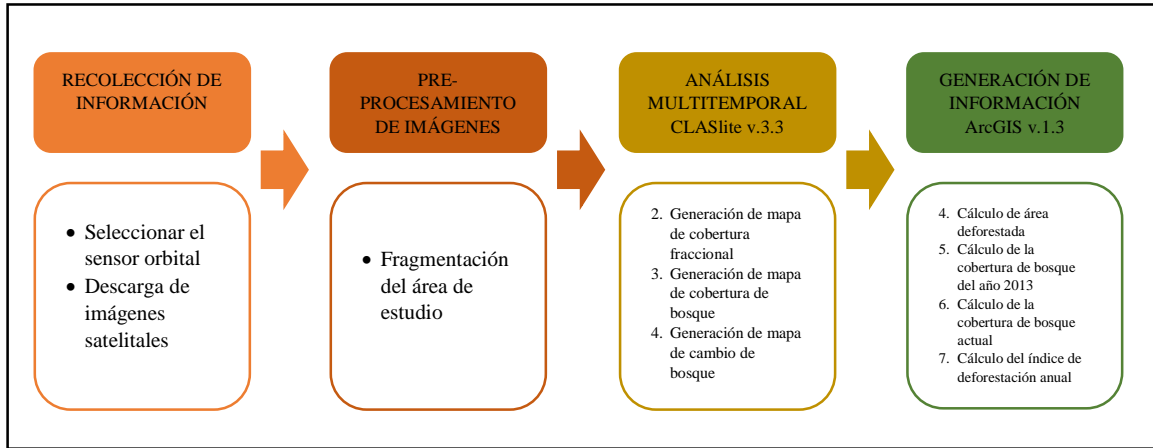


Figura 7. Proceso para elaboración del análisis multitemporal.

3.4.1.1. Recolección de información

3.4.1.1.1. Selección del sensor orbital

El sensor orbital que se utilizó fue el más reciente Landsat 8 OLI/TIRS, el cual proporciona información desde el año 2013, año en el cual fue puesto en órbita para monitorear y recopilar información de la superficie terrestre.

Este sensor ofrece ventajas a los anteriores, ya que al ser el último que fue puesto en órbita, es el que arroja información más precisa y con menos errores, y esto ayudó a reducir la probabilidad de tener problemas con las imágenes durante el procesamiento de las mismas.

3.4.1.1.2. Descarga de imágenes satelitales

En esta etapa se procedió a buscar las imágenes con buena calidad, considerando aspectos como la nubosidad, que es un factor impredecible y que se presenta en grandes cantidades en la zona de estudio.

Las imágenes fueron descargadas de la plataforma web USGS de los Estados Unidos de América, que a través de su página, permite descargar de forma gratuita imágenes captadas por los satélites que orbitan la tierra.

Para su descarga se seleccionó el sensor orbital landsat 8 OLI/TIRS y se determinó el área de interés para que el viewer automáticamente ofrezca las imágenes en las cuales se encuentra el sitio de estudio. Para finalizar se filtraron imágenes con nubosidad inferior al 50% durante el periodo establecido 2013 – 2017.

Tabla 1

Información de las imágenes satelitales del año 2013 y 2017

Sensor	Path & Row	Fecha	Porcentaje de nubosidad	ID
Landsat 8 OLI/TIRS	P010R060	2013/06/21	55,43%	LC80100602013172LGN01
Landsat 8 OLI/TIRS	P010R060	2017/01/23	33,10%	LC80100602017023LGN01

3.4.1.2. Pre procesamiento de las imágenes

3.4.1.2.1. Delimitación y fragmentación del área de estudio

En esta fase se procedió a fragmentar y delimitar las imágenes, para de esta forma trabajar solo en el área de interés, esto permitió ventajas procesamiento porque se redujo el tamaño de las imágenes, por lo tanto se tuvo una mejor y rápida manipulación.

3.4.1.3. *Análisis multitemporal*

A partir de las imágenes obtenidas para la parroquia 6 de Julio de Cuellaje se determinó la cantidad de área deforestada y los cambios ocurridos en la cobertura boscosa durante el período seleccionado. Para esto se utilizó el programa CLASlite v.3.3, el cual detecta automáticamente los cambios de cobertura boscosa y se generaron tres mapas, los cuales corresponden a cobertura fraccional, cobertura de bosque y cambio de bosque, mediante los cuales se procedió a cuantificar la pérdida de bosques.

3.4.1.3.1. *Generación de información y cálculo de la tasa de cambio de uso del suelo y vegetación*

Para la generación de información se utilizó las imágenes obtenidas en el análisis multitemporal, correspondientes al mapa de deforestación y de degradación en el periodo de tiempo en estudio 2013 – 2017, con las cuales se procedió a cuantificar la deforestación histórica de la zona, estableciendo los cambios ocurridos en el área forestal comprendidos entre el período inicial y final.

Posteriormente se procedió a cuantificar el área deforestada al año, para lo cual se aplicara la siguiente ecuación.

Ec. (1)

$$CD = \frac{Si - Sf}{N}$$

Fuente: Guzmán (2014).

En donde:

CD = Cuantificación de la deforestación anual.

Si = Superficie inicial.

Sf = Superficie final.

N = Número de años en el periodo de estudio.

3.4.1.4. Levantamiento de información con el DRON

3.4.1.4.1. Identificación de áreas deforestadas

Para este proceso se utilizó un programa automático, llamado CLASlite v.3.3, el cual identifica automáticamente la pérdida de vegetación, para lo cual es necesario tener las imágenes satelitales del periodo en estudio e ingresarlas al programa. Dichas imágenes fueron analizadas y procesadas automáticamente por el programa y generó dos capas temáticas, la cuales indica las áreas afectadas por deforestación y degradación o perturbación forestal.

3.4.1.4.2. Verificación en el campo

La verificación se la realizó con el fin de comprobar que la información que arroja el programa es correcta y además de poder evidenciar otros factores que no son claros en las imágenes, ya que las zonas que aparecen como deforestadas y/o degradadas en las imágenes pudieron haber sido áreas no forestales y también se procedió a identificar las zonas en las cuales se constata que existió cobertura boscosa.

Este proceso también ayudó a identificar los causantes de deforestación en la zona de estudio.

3.4.1.4.3. Plan de vuelo

Se diseñó el plan del vuelo teniendo en cuenta los factores de la zona y la capacidad del equipo. Por lo tanto el dron sobrevoló a una altura de 180 m y a una velocidad de 8 m/s para obtener un porcentaje de solapamiento del 75% y una resolución de 3 cm x 3 cm, la ubicación del área a digitalizar fue seleccionada al azar, la topografía del terreno fue variada y la previsión meteorológica contempló un día soleado, con poca probabilidad de lluvia y con mínima incidencia del viento.

Después de haber planificado el vuelo se procedió a la calibración, revisión e instalación del equipo, revisando el nivel de batería y la sujeción del sensor, el cual debe estar bien sujeto para evitar su movimiento al momento de capturar las imágenes.

El plan de vuelo se lo hizo con el software Mission planner en el cual se establecieron Waypoints o puntos de ruta, por los cuales se trazó un trayecto de vuelo ordenado y que se ejecutó de forma autónoma, es decir sin manipulación del usuario del dron.

3.4.1.4.4. Toma de fotografías

Se realizó el vuelo sobre el área designada, para la posterior toma de las fotografías en un intervalo de tiempo determinado según el porcentaje de solapamiento entre las fotos y de la velocidad de vuelo del dron. Esto se lo hizo según el plan de vuelo previamente establecido por los waypoints, los cuales indicaron la ruta por donde se tomaron las fotografías.

3.4.1.4.5. Trabajo fotogramétrico

Una vez recolectada la información se descargó a un computador, y se trabajó con el software agisoft, que digitaliza el modelo del terreno a través de las imágenes tomadas por el dron. El software se encarga de buscar en las fotos coincidencias para de esta forma proyectar una nube de puntos iguales y simula el modelo del terreno, a esto se le añade la georeferenciación de las fotos para conocer su ubicación.

Como resultado final se obtuvo una imagen, en la cual se pudo apreciar la cobertura de la superficie del terreno, esta imagen se utilizó para validar la información arrojada por el análisis multitemporal, y así mejorar la precisión de la información obtenida.

3.4.1.5. Validación de la información

Para la fase de validación de los resultados se utilizó un método de auditoría, comparando las capas de cobertura de bosque y la de deforestación arrojadas por el programa CLASlite v.3.3 e imágenes de alta resolución (ortofoto de la parroquia 6 de Julio de Cuellaje y ortofoto elaborada con el dron).

El muestreo fue hecho utilizando una herramienta del software ArcGIS v.10.3 (Create Random Points), que permite crear puntos al azar dentro del área de estudio, para de esta forma poder generar un área de influencia de 15 m y proceder a auditar la imagen generada en el proyecto, con la ortofoto de la parroquia y la ortofoto elaborada con el dron, que tiene una extensión de 20 ha.

El tamaño de la muestra para la ortofoto elaborada con el dron fue de 30 puntos, mientras que para la ortofoto de toda la parroquia, se la calculó para una extensión de 173,77 km² con un nivel de confianza del 95% y un error del 5 %, para obtener un total de 270 puntos de muestra que es un valor representativo para el área de estudio, aplicando la siguiente ecuación.

Ec. (2)

$$N = \frac{P \times Q \times t^2}{e^2}$$

Fuente: Perú Ministerio del Ambiente (2014).

En donde:

N = Tamaño de la muestra.

P = Representatividad (0,5).

Q = Variabilidad (0,5).

t = Nivel de confianza en base a la extensión en km (95%).

e = error estadístico (5%).

Una vez conocido el número de muestra y el tipo de muestreo se procedió a sobreponer las capas de los puntos de muestreo tanto sobre la capa de cobertura de bosque como de la capa de deforestación-degradación y las ortofotos, para poder auditar cada muestra en las imágenes. Si las

información entre capas coincidía se le asignaba una valoración de verdadero (v), y si la información no coincidía se le asignaba una valoración de falso (f).

La confiabilidad del mapa se la determinó a través de una matriz de confusión, que permite comparar entre una clase establecida por el usuario ubicada en forma de fila y otra real ubicada en forma de columna, para de esta forma poder buscar si existe o no concordancia entre la información de las capas.

Para la elaboración de la matriz de confusión se procedió al cálculo de las siguientes variables:

- **Exactitud del usuario:** Valor correctamente clasificado de una clase respecto al total dado como dicha clase.

$EU = \text{número de coincidencias} / \text{total}$.

- **Error de comisión:** Probabilidad de que el usuario encuentre inconsistencias durante la evaluación de la información del mapa.

$EC = 1 - \text{Exactitud del usuario}$.

- **Exactitud del productor:** Porcentaje de elementos bien clasificados para cada clase. Indica en qué medida ha sido bien clasificada una clase dada.

$EP = \text{número de coincidencias} / \text{total}$.

- **Error de omisión:** Probabilidad de que el productor del mapa clasifique erróneamente la información del mapa.

$EO = 1 - \text{Exactitud del productor}$.

- **Coefficiente Kappa:** Parámetro estadístico que indica la semejanza entre dos clases y que se calcula mediante la siguiente ecuación.

Ec. (3)

$$K = \frac{N \sum_{i=1}^r X_{ii} - \sum_{i=1}^r (X_{i+} \times X_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (X_{i+} \times X_{+i})}$$

Fuente: Guzmán (2014).

En donde:

K = Coeficiente Kappa.

r = Número total de clases.

N = Total de píxeles de la matriz.

X_{ii} = Elementos de la diagonal de la matriz de confusión.

X_{i+} = Suma de los píxeles de la clase i de referencia.

X_{+i} = Suma de los píxeles clasificados como la clase i.

El coeficiente Kappa se evalúa en un rango de 0 a 1; mientras más se acerque a la unidad existirá mayor concordancia entre las clases comparadas.

Rango	Concordancia
0	Nula
0,01 – 0,02	Leve
0,21 – 0,40	Aceptable
0,41 – 0,60	Moderada
0,61 – 0,80	Consistente
0,81 , 1,00	Casi perfecta

Fuente: Landis y Kotch (1997).

3.4.2. Determinación de las causas inmediatas y subyacentes de la deforestación

3.4.2.1. Elaboración de encuestas

3.4.2.1.1. Cálculo de la muestra

Para determinar el número de encuestas se aplicó la ecuación para calcular la muestra de una población, la cual establece lo siguiente.

Ec. (4)

$$n = \frac{N \times Z^2 \times P \times Q}{e^2 (N - 1) + Z^2 \times P \times Q}$$

Fuente: Fernández (2001).

En donde:

n = Tamaño de la muestra.

N = Población o universo.

Z = Nivel de confianza.

P = Probabilidad a favor.

Q = Probabilidad en contra.

e = Error muestral.

Para el cálculo de la muestra se trabajó con una población de 1014 personas que se encontraban en un rango de edad superior a los 18 años, de las cuales fueron encuestadas personas de 25 años en adelante, además se utilizó un nivel de confianza del 95%, el cual equivale a 1,96 en la tabla estadística de equivalencias, también se utilizó una probabilidad a favor de 0,5 y la probabilidad en contra de 0,5 ya que es la primera vez que se hace un estudio como este en la Parroquia y para finalizar se utilizó un error de 12,3 para obtener como resultado final una muestra de 60 encuestas.

3.4.2.1.2. Temática de la encuesta

Para la elaboración de la encuesta, se tomaron en cuenta diferentes factores que se necesitan conocer, entre los cuales están:

- Causas inmediatas, que son todas las actividades productivas “agricultura, ganadería, Extracción de madera, etc.
- Causas subyacentes, que son aquellas actividades de carácter económico, social, cultural, político, institucional, tecnológico, u otras, que desencadenan las causas inmediatas.

3.4.3. Elaboración de propuesta de manejo para las zonas alta media y baja de la parroquia

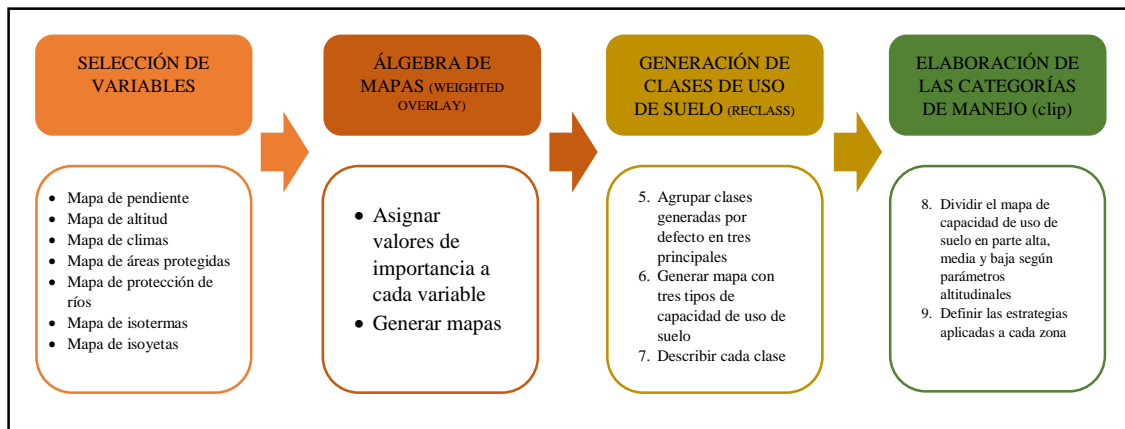


Figura 8. Proceso para elaboración de mapas de capacidad de uso de suelo.

3.4.3.1. Selección y definición de variables

Para esta etapa se recolectó información con respecto a la pendiente, altitud, clima, áreas protegidas, protección de ríos, isotermas e isoyetas.

Este tipo de información fue recopilada y elaborada a partir de los mapas base del Ecuador y de las visitas en campo, para conocer si las prácticas que se desarrollan en la zona son las correctas o debería existir un cambio.

3.4.3.2. Generación y descripción de las clases de capacidad del uso de suelo

En este punto se adaptaron clases agrológicas existentes, considerando la realidad del sitio y los parámetros establecidos en diferentes metodologías; estas clases indican el su uso potencial que se puede asignar a los diferentes lugares; esto se lo hizo a través del uso del software ArcGIS v.10.3 utilizando algebra de mapas y la herramienta weighted overlay que permite asignar valores de importancia a las variables que se seleccionaron anteriormente y se generó un mapa con tres capacidades de uso de suelo (*Ver anexo 2*).

3.4.3.3. Elaboración de mapas temáticos

Para la elaboración de los mapas temáticos se utilizó la cartografía elaborada para la capacidad de uso de suelo y se la dividió en tres secciones, utilizando la variable altitudinal como referencia, para tener como resultado; una zona para la parte alta, otra para la parte media y otra para la parte baja de la parroquia y de esta forma realizar el análisis del sitio, y comprobar si se está teniendo un correcto uso del suelo. Esto ayudará a los moradores a tener una referencia de cómo pueden optimizar y mejorar las condiciones del sitio, sin afectar su economía.

3.4.3.4. Identificación de Actores

Se identificaron los actores directos e indirectos presentes en la zona de intervención del proyecto; como comunidades, organizaciones, instituciones públicas, y privadas, definiendo las funciones que realizan cada una de ellas.

Tabla 2.*Actores sociales de la parroquia 6 de Julio de Cuellaje*

Tipo de actor		Actividad	#	Nombre de la organización	Tejido social/Relaciones
Organizaciones territoriales de base	Comunas jurídicas y de hecho	Territoriales	1	Comunidad de El Rosario	
			2	Comunidad San Antonio	
			3	Comunidad Playa Rica	
			4	Comunidad Nápoles	
			5	Comunidad La Magdalena	
			6	Comunidad San Joaquín	
			7	Comunidad La Loma	
			8	Comunidad San Alberto	
Organizaciones funcionales	Educativas	Educación	1	Red educativa Cuellaje Luis Moreno	Ministerio de educación
			2	Escuela Luz de América	
			3	Escuela Francisco de Orellana	
			4	Escuela 12 de febrero	
			5	Escuela 22 de Julio	
			6	Escuela 2 de Agosto	
			7	Escuela José Ignacio Burbano	
			8	Escuela Patria	
			9	Universidad Técnica del Norte	
			10	Universidad de Otavalo	
			11	PUCESI	
Organizaciones funcionales	Productivas	Productiva	1	Asociación de productores de leche	
			2	"ASICTUR" Asociación Cuellaje Turístico	
			3	Asociación de desarrollo social e integral	
			4	Progreso ambiental Sol Naciente	
			5	Asociación de Turismo comunitario El Rosario	
			6	Agricultores de la parroquia	
			7	Ganaderos de la parroquia	

Organizaciones funcionales	Públicas	Representación Política	1	Tenencia política	Gobernación Provincial
		Representación del estado	2	Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural “6 de Julio de Cuellaje”	Estado
		Ambiental	3	Junta de aguas de Cuellaje	Ministerio del ambiente
		Agrícola	4	Junta de aguas de Magdalena	Ministerio del ambiente
		Agrícola	5	Junta de aguas de La Loma	Ministerio del ambiente
		Agrícola	6	Junta de aguas de San Joaquín	Ministerio del ambiente
		Agrícola	7	MAG	Ministerio de agricultura y ganadería
		Ambiental	8	MAE	Ministerio del Ambiente

Fuente: PDOT Cuellaje (2015).

3.4.3.5. Definir la categoría de manejo en las zonas alta, media y baja de la parroquia

Para la determinación de las categoría de manejo se tomó en cuenta las zonas alta media y baja de la parroquia y se utilizó la siguiente matriz, en la cual constará información de los sitios y las acciones de manejo pertinentes en el área.

Tabla 3.

Matriz para las categorías de manejo

Categoría de manejo
Propósito
Ubicación del sitio
Superficie
Actividades permitidas
Actividades no permitidas
Actores locales Responsables del manejo

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Cambio de la cobertura boscosa durante el periodo 2013 - 2017

4.1.1. Análisis multitemporal

A partir de las imágenes descargadas, se procedió a realizar el análisis multitemporal en el programa CLASlite v3.3, para posteriormente procesar las capas temáticas a través del software ArcGIS v.10.3 y de esta forma se generó la siguiente información.

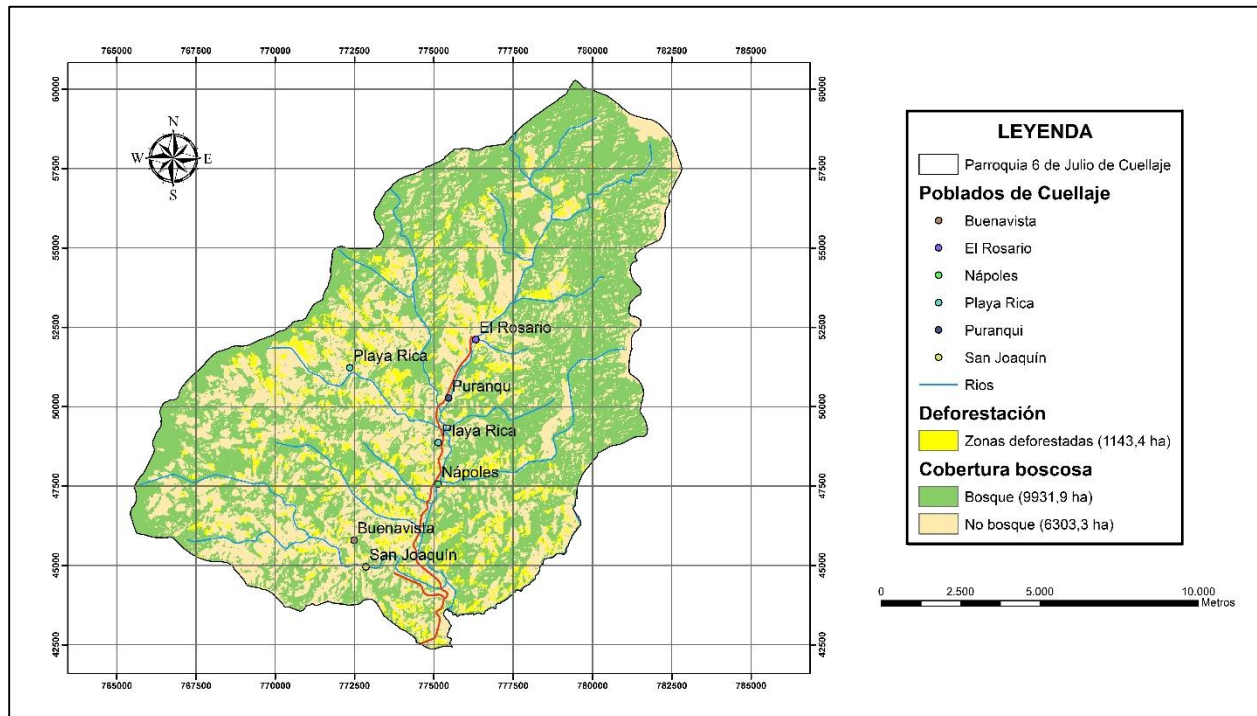


Figura 9. Análisis multitemporal 2013 – 2017.

La parroquia 6 de Julio de Cuellaje posee una superficie total de 17378,60 ha, de este total el 57,15 % pertenece a cobertura de bosque actual, el 36,27% corresponde a cobertura no boscosa como obras civiles, suelos descubiertos, pastizales, cultivos y vegetación menor y el 6,58% que representa 1143,40 ha, corresponde a áreas deforestadas durante el periodo 2013 – 2017 (Ver figura 9).

MAE (2014) estableció que para el periodo 2008 – 2012 la deforestación a nivel de país fue de 263520 ha, cifra que distribuida para los 221 cantones genera un promedio de 1192,39 ha por cantón, por lo tanto el promedio de deforestación a nivel cantonal en cuatro años, es similar al obtenido en cuatro años en la parroquia 6 de Julio de Cuellaje, con dichos antecedentes se puede afirmar que el nivel de deforestación en la zona de estudio es elevado.

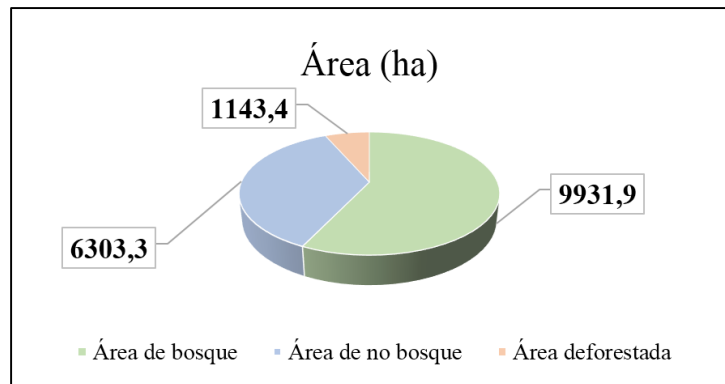


Gráfico 1. Cobertura de la Parroquia 6 de Julio de Cuellaje en ha.

Guzmán (2014) menciona que para el año 2010 la zona de Intag tenía una superficie de bosque de 84448 ha, equivalentes al 54,33% de su área total, y que para el año 2013 se deforestaron alrededor de 6332 ha, que representan el 4,28% del total de su extensión.

Dicha extensión se intensifica en la parte oriental de la zona de Intag, lugar donde se encuentra la parroquia 6 de Julio de Cuellaje y que según el presente estudio en el transcurso de cuatro años registró una pérdida del 6,58% de su área total, por lo tanto este valor se acerca bastante a la cifra calculada por Guzmán.

4.1.2. Índice de deforestación anual

En el análisis de la cobertura de bosque correspondiente a los años 2013 y 2017 respectivamente, se calculó un índice de deforestación anual de 285,93 ha/año, que representa una pérdida de 2,63 % de cobertura de bosque anual (Ver gráfico 2).

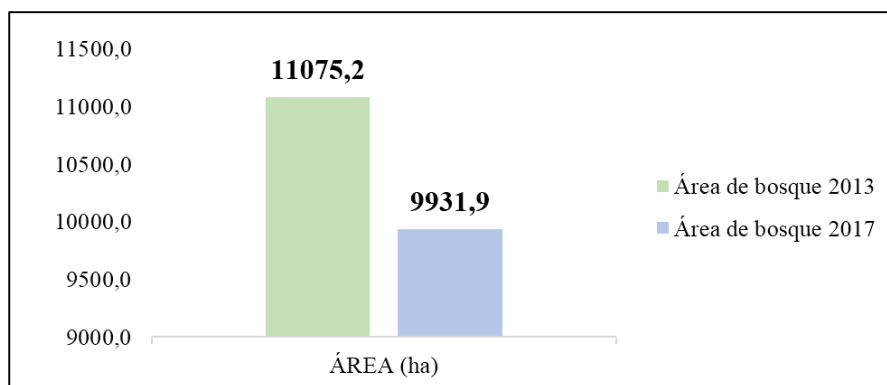


Gráfico 2. Índice de deforestación anual.

MAE (2012) establece que para el periodo 2000 – 2008 las provincias de Imbabura y Esmeraldas presentaron una tasa de deforestación de 0,86% y 2,16% respectivamente, siendo esta última la provincia con la mayor tasa de deforestación y que comparada con los resultados obtenidos en el presente estudio; la parroquia 6 de Julio de Cuellaje posee un índice de deforestación alto, esto se lo puede corroborar con los datos obtenidos por Guzmán (2014) que estableció que para el periodo 2010 – 2013 la zona de Intag tenía una deforestación promedio anual de 2110 ha/año, que representa una tasa de 1,42% de pérdida anual, por lo tanto el índice de deforestación anual obtenido en el presente estudio para la parroquia 6 de Julio de Cuellaje es mayor al obtenido para toda la zona de Intag.

4.1.3. Validación del análisis multitemporal

4.1.3.1. *Confiabilidad con ortofoto generada con el dron para las clases deforestación-degradación*

Para la validación con la ortofoto generada con el dron se obtuvieron los siguientes resultados.

Para la clase de deforestación, se obtuvo una fiabilidad del productor de 95,45%, lo que significa que la mayor parte de los puntos concordaron entre la capa generada y la ortofoto, además se obtuvo una fiabilidad del usuario del 87,50%, que indica que el usuario del mapa puede confiar en los datos producidos (*Ver tabla 4*).

Para la clase de degradación, se obtuvo una fiabilidad del productor de 62,50%, lo que significa que la mayor parte de los puntos concordaron entre la capa generada y la ortofoto, además se obtuvo una fiabilidad del usuario del 83,33%, que indica que el usuario del mapa puede confiar en los datos producidos (*Ver tabla 4*).

Para la auditoría entre la capa generada de deforestación - degradación y la ortofoto generada con el dron se obtuvo una fiabilidad global del 87%, con un coeficiente kappa de 0,87 que según Landis y Kotch (1997) es equivalente a una concordancia casi perfecta y además que los resultados obtenidos fueron satisfactorios y confiables para el desarrollo de la presente investigación.

Tabla 4.

Matriz de confusión para la ortofoto elaborada con el dron en las categorías deforestación - degradación

Clase	Deforestación	Degradación	Total	Exactitud usuario	Error comisión
Deforestación	173,00	27,00	200,00	0,87	0,14
Degradación	8,00	62,00	70,00	0,89	0,11
Total	181,00	89,00	270,00		
Exactitud productor	0,96	0,70			
Error omisión	0,04	0,30			

4.1.3.2. Confiabilidad con ortofoto de la parroquia 6 de Julio de Cuellaje para las clases deforestación-degradación

Para la validación con la ortofoto de toda la parroquia, se generaron los siguientes resultados.

Para la clase de deforestación, se obtuvo una fiabilidad del productor de 95,58%, lo que significa que la mayor parte de los puntos concordaron entre la capa generada y la ortofoto, además se obtuvo una fiabilidad del usuario del 86,5%, que indica que el usuario del mapa puede confiar en los datos producidos (*Ver tabla 5*).

Para la clase de degradación, se obtuvo una fiabilidad del productor de 69,66%, lo que significa que la mayor parte de los puntos concordaron entre la capa generada y la ortofoto, además se obtuvo una fiabilidad del usuario del 88,57%, que indica que el usuario del mapa puede confiar en los datos producidos (*Ver tabla 5*).

Para la auditoría entre la capa generada de deforestación - degradación y la ortofoto de toda la parroquia se obtuvo una fiabilidad global del 87%, con un coeficiente kappa de 0,87 que según Landis y Kotch (1997) es equivalente a una concordancia casi perfecta y además que los resultados obtenidos fueron satisfactorios y confiables para el desarrollo de la presente investigación.

Tabla 5.

Matriz de confusión para la ortofoto de la parroquia 6 de Julio de Cuellaje en las categorías deforestación - degradación

Clase	Deforestación	Degradación	Total	Exactitud usuario	Error comisión
Deforestación	21,00	3,00	24,00	0,88	0,13
Degradación	1,00	5,00	6,00	0,83	0,17
Total	22,00	8,00	30,00		
Exactitud productor	0,95	0,63			
Error omisión	0,05	0,38			

4.1.3.3. Confiabilidad con ortofoto generada con el dron para las clases bosque-no bosque

Para la validación con la ortofoto generada con el dron se obtuvieron los siguientes resultados.

Para la clase de bosque, se obtuvo una fiabilidad del productor de 71,4%, lo que significa que la mayor parte de los puntos concordaron entre la capa generada y la ortofoto, además se obtuvo una fiabilidad del usuario del 83,3%, que indica que el usuario del mapa puede confiar en los datos producidos (*Ver tabla 6*).

Para la clase de no bosque, se obtuvo una fiabilidad del productor de 87,5%, lo que significa que la mayor parte de los puntos concordaron entre la capa generada y la ortofoto, además se

obtuvo una fiabilidad del usuario del 77,8%, que indica que el usuario del mapa puede confiar en los datos producidos (*Ver tabla 6*).

Para la auditoría entre la capa generada de bosque - no bosque y la ortofoto generada con el dron se obtuvo una fiabilidad global del 80%, con un coeficiente kappa de 0,80 que según Landis y Kotch (1997) es equivalente a una concordancia casi perfecta y además que los resultados obtenidos fueron satisfactorios y confiables para el desarrollo de la presente investigación.

Tabla 6.

Matriz de confusión para la ortofoto elaborada con el dron en las categorías bosque – no bosque

Clase	Bosque	No bosque	Total	Exactitud usuario	Error comisión
Bosque	10,00	2,00	12,00	0,83	0,17
No bosque	4,00	14,00	18,00	0,78	0,22
Total	14,00	16,00	30,00		
Exactitud productor	0,71	0,88			
Error omisión	0,29	0,13			

4.1.3.4. Confiabilidad con ortofoto de la parroquia 6 de Julio de Cuellaje para las clases bosque-no bosque

Para la validación con la ortofoto de toda la parroquia, se generaron los siguientes resultados.

Para la clase de bosque, se obtuvo una fiabilidad del productor de 87,42%, lo que significa que la mayor parte de los puntos concordaron entre la capa generada y la ortofoto, además se obtuvo una fiabilidad del usuario del 88,54%, que indica que el usuario del mapa puede confiar en los datos producidos (*Ver tabla 7*).

Para la clase de no bosque, se obtuvo una fiabilidad del productor de 83,78%, lo que significa que la mayor parte de los puntos concordaron entre la capa generada y la ortofoto, además se obtuvo una fiabilidad del usuario del 82,30%, que indica que el usuario del mapa puede confiar en los datos producidos (*Ver tabla 7*).

Para la auditoría entre la capa generada de bosque - no bosque y la ortofoto de toda la parroquia se obtuvo una fiabilidad global del 85,93%, con un coeficiente kappa de 0,86 que según Landis y Kotch (1997) es equivalente a una concordancia casi perfecta y además que los resultados obtenidos fueron satisfactorios y confiables para el desarrollo de la presente investigación.

Tabla 7.

Matriz de confusión para la ortofoto de la parroquia 6 de Julio de Cuellaje en las categorías bosque – no bosque

Clase	Bosque	No bosque	Total	Exactitud usuario	Error comisión
Bosque	139,00	18,00	157,00	0,89	0,11
No bosque	20,00	93,00	113,00	0,82	0,18
Total	159,00	111,00	270,00		
Exactitud productor	0,87	0,84			
Error omisión	0,13	0,16			

Guzmán (2014) utiliza la misma metodología para la validación de la información obtenida en los mapas temáticos y obtiene un coeficiente kappa de 0,92 y una fiabilidad global de 92,25% para las clases deforestación – degradación, valor que se acerca bastante a los obtenidos en el presente estudio y que de igual manera se encuentran en un rango de concordancia casi perfecta, por lo cual la información obtenida es confiable.

4.2. Causas inmediatas y subyacentes de la deforestación

4.2.1. Resultados de la encuesta

- **Factores económicos y demográficos**

La parroquia 6 de Julio de Cuellaje se ha dedicado en su mayoría al desarrollo de actividades productivas como: la agricultura y la ganadería, siendo la primera de estas la más agresiva. Ambas actividades generadas durante el transcurso de los años, han incrementado su superficie de acción, teniendo como consecuencia el avance de la frontera agrícola y por lo tanto la disminución de los bosques, pero también existe extracción de madera ilegal que aunque no se desarrolle en la misma magnitud que las actividades anteriormente mencionadas representa otro problema. Dichas actividades en conjunto se han visto reflejadas en un deterioro periódico de la cobertura forestal (Ver gráfico 3).

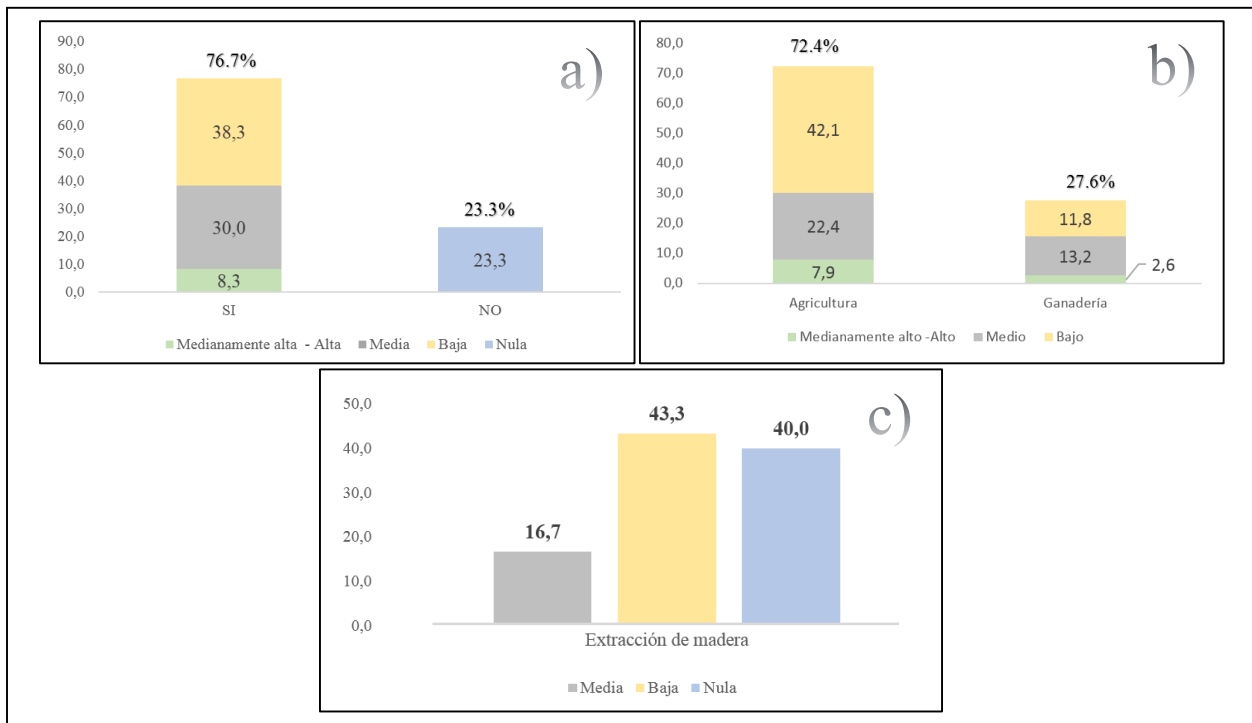


Gráfico 3. a) Opinión de la población sobre la existencia de deforestación, b) Opinión de la población sobre las actividades que han generado deforestación, c) Opinión de la población sobre la existencia de extracción de madera de la parroquia.

La agricultura es la actividad que se desarrolla por la mayor parte de la población de la parroquia, teniendo como los productos que se generan en mayor cantidad y por ende poseen mayor demanda, la granadilla, la naranjilla y el tomate de árbol; mismos que se producen durante todo el año gracias a la diversidad climática existente en la zona; pero también existen otros productos que pese a que no poseen una alta demanda y son producidos solamente en temporadas, también inciden en el deterioro de la cobertura del bosque, como el maíz y el frejol (*Ver gráfico 4*).

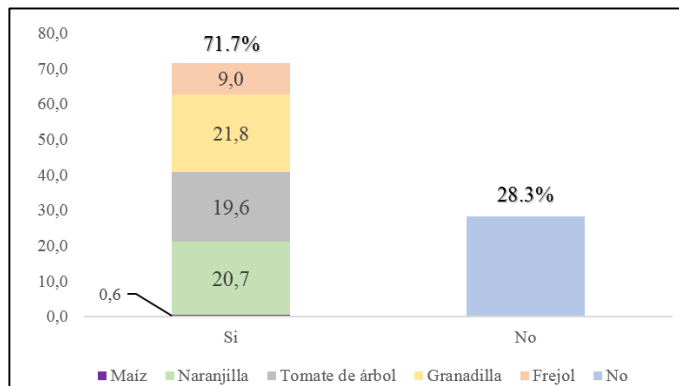


Gráfico 4. Opinión de la población sobre los productos provenientes de la zona con mayor demanda y producción.

Por otro lado se puede mencionar que, la mayor parte de la población de la parroquia, considera que estas actividades son desarrolladas por la necesidad de las personas de generar ingresos económicos cada vez más altos, pero también por desconocimiento y falta de sensibilización a la población (*Ver gráfico 5a*).

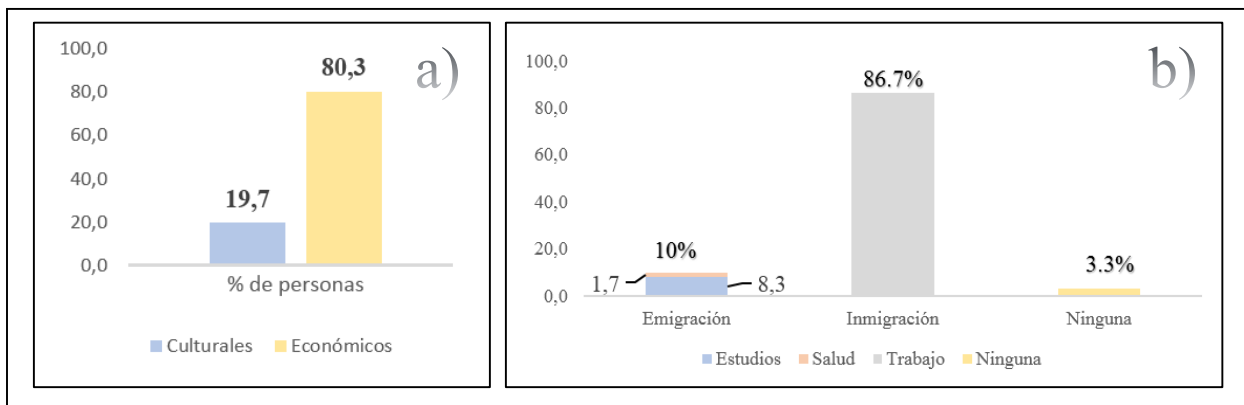


Gráfico 5. a) Opinión de la población sobre los aspectos atribuidos a la pérdida de bosque, b) Opinión de la población sobre la tendencia migratoria en la parroquia.

La tendencia migratoria de la parroquia es la inmigración, porque mucha de la población que salió a la ciudad a buscar un mejor estilo de vida, hoy en día están retornando a la parroquia (*Ver gráfico 5b*).

- **Factores políticos, tecnológicos y culturales**

Por otra parte existen aspectos culturales como el domingo de ramos, políticos como los créditos otorgados por BanEcuador, tecnológicos como el uso de tractor y obras de infraestructura, que han tenido una baja influencia comparada con el desarrollo y expansión de las actividades productivas, pero el hecho de que tengan una baja influencia no significa que no han contribuido al deterioro de los bosques (*Ver gráfico 6*).

Tradiciones como el domingo de ramos, todavía continúan siendo un problema difícil de controlar en las localidades donde se puede encontrar la palma de cera, y en parroquia 6 de Julio de Cuellaje aunque en menor cantidad, todavía la siguen extrayendo en fechas específicas (*Ver gráfico 6b*).

Existe un bajo porcentaje de la población que conocen de incentivos o créditos que ofrezca el estado para el desarrollo de actividades productivas, por lo cual esto no representa un problema que destacar. Así mismo es escasa la cantidad de personas que utilizan tractor para la producción agrícola o pecuaria, esto debido a las condiciones topográficas de la parroquia y a que la mayor parte de los agricultores utilizan técnicas más conservadoras, pero que en exceso pueden llegar a generar daños al bosque (*Ver gráfico 6c*).

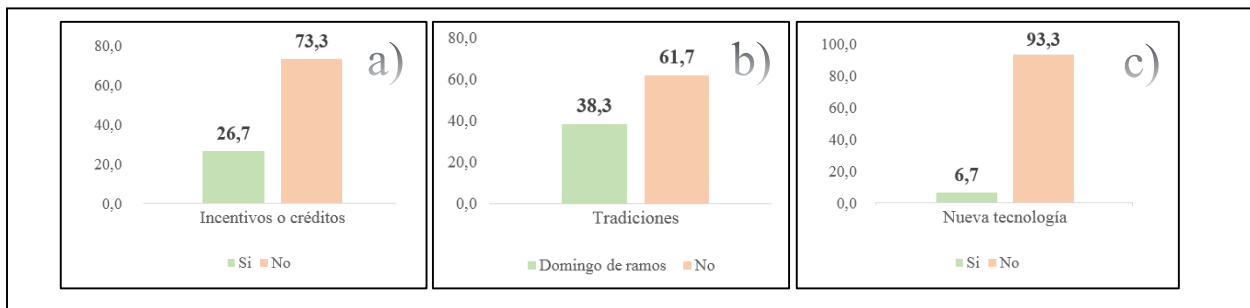


Gráfico 6. a) Conocimiento de la población de créditos o incentivos para el desarrollo agropecuario, b) Opinión de la población sobre tradiciones que afectan al bosque, c) Opinión de la población sobre uso de tecnologías agresivas como el arado mecánico.

Por otro lado está el desarrollo urbano que no se ha evidenciado en gran magnitud en la parroquia, siendo las obras de alcantarillado, redes eléctricas y readecuación de caminos las únicas actividades que se han ejecutado, pero en una intensidad poco representativa (*Ver gráfico 7*).

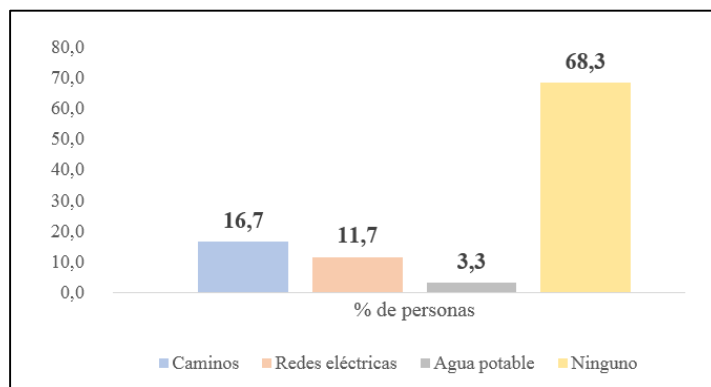


Gráfico 7. Obras civiles que han afectado al bosque.

Según Geist & Lambin (2002) la deforestación es provocada por factores económicos como los cambios en los precios, las fluctuaciones entre la demanda de materia prima y el desarrollo de infraestructura, factores demográficos como el crecimiento y la densidad de la población y la migración, factores tecnológicos como maquinaria que incrementa la producción, factores políticos e institucionales como políticas macroeconómicas, derechos de tenencia, corrupción, acceso a préstamos, créditos o educación y factores culturales como valores y actitudes colectivas o individuales, la falta de preocupación por los bosques y la mentalidad de la población.

Así mismo Geist & Lambin atribuyen a la tala de los árboles y a la expansión agrícola, como las causas más importantes de la deforestación porque es notable la estrecha correlación entre la pérdida de bosques y la expansión del sector agrícola; por otro lado FAO (2016) además de afirmar lo citado por Geist & Lambin, mencionan que América del Sur también existe una estrecha relación entre el deterioro de la cobertura del bosque y la demanda de pasturas para ganado.

Con todo lo anteriormente citado se confirma que los factores causantes de esta problemática no solamente se presentan a nivel local, sino que pueden evidenciar a nivel global, pero es más incidente en países en vías de desarrollo, debido a que factores externos, como la economía, la

demografía, la política, la tecnología y la cultura, influyen directamente sobre los agricultores, ganaderos y otros productores, que se ven obligados a continuar degradando el bosque para poder afrontar los diferentes inconvenientes que se presentan en cada sitio.

4.2.2. Causas inmediatas y subyacentes de la deforestación en la Parroquia 6 de Julio de Cuellaje

4.2.2.1. Causas inmediatas

La agricultura es la principal actividad que se lleva a cabo en la parroquia 6 de Julio de Cuellaje, misma que por la magnitud en la que se desarrolla es la que más impacto ha generado en el bosque, así mismo FAO (2016) resalta que durante los últimos años los países con ingresos de medios a bajos registraron un descenso de la cobertura forestal y un incremento de la superficie agrícola, por lo que existe una estrecha correlación entre ambas actividades, esto debido a que el tipo de agricultura en la zona se la desarrolla de una forma extensiva y considerando que la mayor parte de los agricultores buscan incrementar su capacidad de producción, se ven obligados a desmontar el bosque para extender el desarrollo de actividades agrícolas.

Por otro lado está la ganadería, que es la segunda actividad con más repercusión sobre los bosques de la parroquia y como lo mencionan Kocian, Batker y Harrison-Cox (2011) la ganadería es parte esencial de la economía de Intag y ha desencadenado una degradación periódica de los relictos de bosques que existen en la zona, puesto que las personas dedicadas a esta actividad, al incrementar el número de cabezas de ganado y notar que existe una disminución de pasturas, se ven obligados a extender la superficie de sus potreros para poder satisfacer la necesidad alimenticia de sus animales.

FAO (2016) menciona que alrededor del 90% de la conversión de los bosques en América Latina se debe tanto a la expansión agrícola como a la expansión de los pastos para pastoreo, datos que concuerdan con los obtenidos en el presente estudio y que sin lugar a duda representan un problema evidente para la Parroquia 6 de Julio de Cuellaje.

Además está la extracción de madera de la zona que aunque no se destaque como el fuerte productivo de la parroquia, se desarrolla de forma legal con 67,41 ha aprobadas por el MAGAP e ilegal, esta última se corrobora con la información del PDOT de la parroquia 6 de Julio de Cuellaje (2015) en donde se menciona que todavía existen lugares en donde se evidencia tala ilegal de madera, como las comunidades de El Rosario y Nápoles.

La tala ilegal de madera en la parroquia no tiene tanta incidencia sobre la pérdida de la cobertura de bosque como otras actividades, y puede estar ligada a la agricultura como un aporte de materia prima para la elaboración de cajas de madera destinadas para la comercialización de los productos generados en la zona, pero esta no es una razón para descartar la posibilidad de que existan personas dedicadas a la extracción de madera para su posterior comercialización, sin regirse a la normativa vigente.

4.2.2.2. Causas subyacentes

El factor económico es un aspecto con alta repercusión sobre las actividades que se desarrollan en la parroquia, coincidiendo con lo que menciona FAO (2016) que la pobreza obliga al agricultor a utilizar inadecuadamente la tierra para poder generar mejores ingresos económicos, debido a que la mayor parte de agricultores y ganaderos de la zona al requerir mejores ingresos económicos para poder sustentar a sus familias, se ven obligados a expandir sus cultivos o terrenos, además de que al existir demanda de productos que se generan en el sitio, las actividades desarrolladas se enfocan en monocultivos que cada vez se van abriendo camino hacia el bosque.

La tendencia migratoria de la parroquia indica que la población en los últimos años a inmigrado, porque las personas que migraron a la ciudad para encontrar un mejor estilo de vida, se ven truncados debido a que los costos son elevados, por lo tanto la mayoría regresan a continuar con el desarrollo de actividades como la agricultura o la ganadería, que les representa un mayor ingreso que el que generaban en la ciudad y a su vez pueden expandirse para poder generar un mayores ganancias, concordando con la información obtenida por Kocian, Batker y Harrison-Cox (2011)

quienes mencionan que para los habitantes de Intag la forma más rápida de alcanzar el progreso económico es incrementar el ingreso de capital a través del aumento de la producción de sus fincas, pudiendo alcanzar valores por hectárea entre cultivos perennes y de ciclo corto que oscilan entre los \$350/año y \$9570/ año. Otro aspecto que resalta el mismo autor es que la ganadería se ha convertido en parte esencial de la economía de la zona, generando ingresos entre \$300 y \$400 por cada cabeza de ganado y la venta de subproductos como la leche a \$0,24 el litro.

FAO (2016) establece que en América Latina, las causas subyacentes se deben al crecimiento poblacional, que desencadena una demanda de terrenos agrícolas, para poder satisfacer la demanda de diferentes productos que se consumen a nivel local y regional, este es el caso de la parroquia 6 de Julio de Cuellaje, que se dedica a la producción agrícola para su autoabastecimiento y para abastecer la demanda de mercados de ciudades aledañas como Cotacachi, Otavalo e Ibarra.

Otro aspecto importante a resaltar es que existen temporadas de sobreoferta de productos, en donde los agricultores no recuperan los costos de inversión debido a la disminución de los precios, y al depender solamente de estas actividades como sustento económico, conlleva a que los agricultores incrementen la superficie agrícola en la próxima temporada para poder recuperar lo perdido y de esta forma el bosque se ve afectado.

4.3. Propuesta de manejo para las zonas alta media y baja de la parroquia

4.3.1. Clases de capacidad del uso de suelo

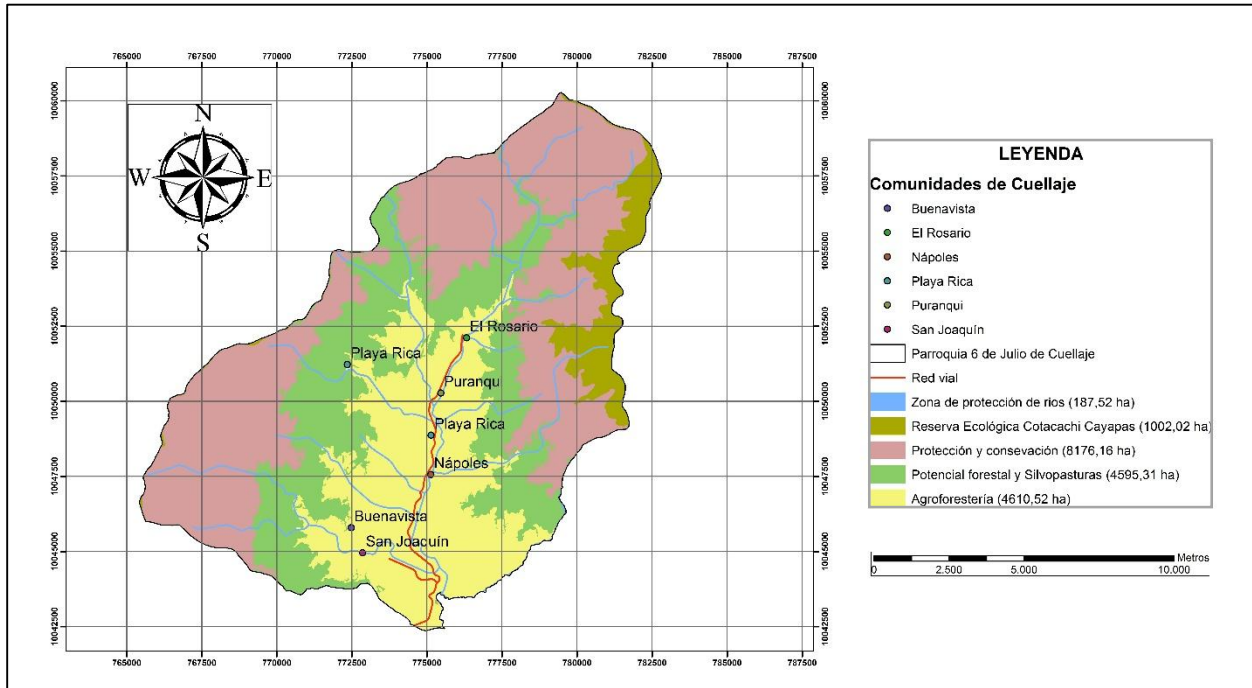


Figura 10. Capacidad de uso de suelo de la parroquia 6 de Julio de Cuellaje.

- **Clase I. Agroforestería**

Las tierras de esta clase tienen un uso limitado por ende deben ser utilizadas para el desarrollo de actividades agroforestales y silvopastoriles.

Posee una extensión de 4610,52 ha, se encuentra en un rango altitudinal que va desde los 1800 m.s.n.m hasta los 2400 m.s.n.m, presenta tierras de pendiente ligera a moderadamente ondulada, hasta 30°; temperaturas que oscilan entre los 13°C y los 17°C los climas predominantes son Ecuatorial mesotérmico semihúmedo y Tropical megatérmico húmedo (Ver figura 10).

- **Clase II. Potencial forestal y Silvopasturas**

Las tierras de esta clase poseen un uso altamente limitado y su uso óptimo es solamente para el desarrollo de actividades silvopastoriles o forestales.

Posee una extensión de 4595,31 ha, se encuentra en un rango altitudinal que va desde los 2300 m.s.n.m hasta los 2700 m.s.n.m presenta tierras de pendiente ligeramente ondulada a montañosa, hasta los 45°; temperaturas que oscilan entre los 10°C y los 16°C los climas predominantes son Ecuatorial mesotérmico semihúmedo y Tropical megatérmico húmedo (*Ver figura 10*).

- **Clase III. Protección y Conservación**

Las tierras de esta clase tienen un uso exclusivo de protección y conservación.

Posee una extensión de 8176,16 ha, se encuentra en un rango altitudinal que va desde los 2400 m.s.n.m hasta los 3600 m.s.n.m presenta tierras de pendiente moderadamente ondulada a escarpada, que superan los 45°; temperaturas que oscilan entre los 9°C y los 15°C los climas predominantes son Ecuatorial de alta montaña, Ecuatorial mesotérmico semihúmedo y Tropical megatérmico húmedo (*Ver figura 10*).

Cabe recalcar que se propone una franja de protección de ríos de 10 m a cada lado, equivalente a una superficie aproximada de 187,52 ha y además está presente una parte de la reserva Cotacachi Cayapas de 1002,02 ha.

4.3.2. Definir la categoría de manejo en las zonas alta media y baja de la parroquia

- Categoría de manejo para la parte alta de la parroquia

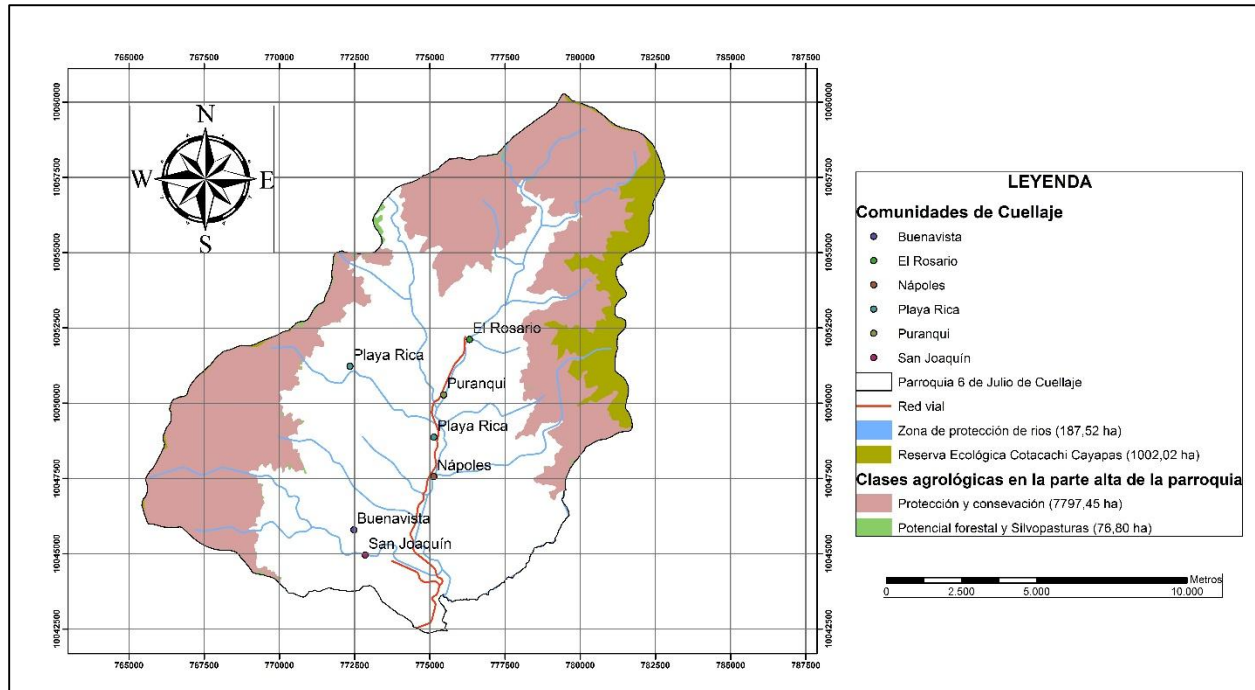


Figura 11. Capacidad de uso de suelo de la parte alta de la parroquia 6 de Julio de Cuellaje.

Tabla 8.

Categoría de manejo para la parte alta de la parroquia 6 de Julio de Cuellaje

Protección y Conservación	
Propósito	Promover la conservación y protección de los bosques de la zona para mantener la biodiversidad y la generación de servicios ecosistémicos a la población.
Ubicación del sitio	Parte alta de la Parroquia 6 de Julio de Cuellaje, desde los 2600 m.s.n.m hasta los 3600 m.s.n.m
Superficie	7874,25 ha

Actividades permitidas	<ul style="list-style-type: none"> • Turismo sustentable como visitas guiadas, senderismo, observación de aves y animales silvestres, etc. • Extracción de productos forestales no maderables (PFNM) de forma sustentable, como tintes para teñir cabuya o derivados textiles, extracción de frutos, fibras, etc. • Investigación como parcelas permanentes de estudio, voluntariados, estudio de las propiedades de las plantas, identificación de especies, etc. • Reforestación con especies nativas como la palma de cera, tura, motilón. • Restauración de ecosistemas afectados por actividades antrópicas o naturales para recuperar servicios ecosistémicos. • Protección de riveras de ríos con vegetación arbustiva o arbórea. • Entomoforestería como la apicultura.
Actividades no permitidas	<ul style="list-style-type: none"> • Caza de animales silvestres. • Construcción de infraestructura que no sea para el beneficio común. • Contaminación de fuentes hídricas con productos químicos o residuos no biodegradables. • Cambio de uso del suelo como cortar el bosque para desarrollar actividades agrícolas o pecuarias. • Actividades agrícolas y pecuarias. • Extracción de madera. • Explotación minera.
Actores locales Responsables del manejo	<ul style="list-style-type: none"> • Tenencia política. • GAD Parroquial Rural “6 de Julio de Cuellaje”. • Juntas de Agua para consumo humano. • “ASICTUR” Asociación Cuellaje Turístico. • Asociación de desarrollo social e integral. • Asociación de turismo comunitario El Rosario. • Comunidades. • Unidades educativas. • Universidades • MAE

- **Categoría de manejo para la parte media de la parroquia**

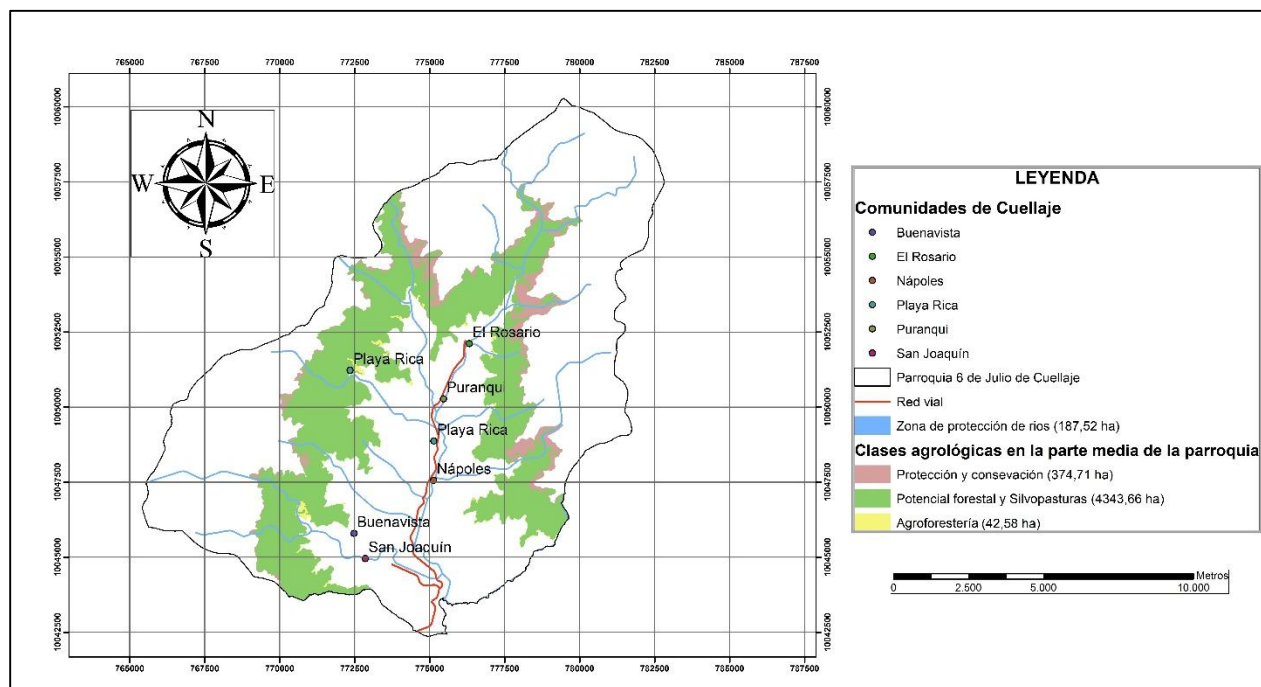


Figura 12. Capacidad de uso de suelo de la parte media de la parroquia 6 de Julio de Cuellaje.

Tabla 9.

Categoría de manejo para la parte media de la parroquia 6 de Julio de Cuellaje

Potencial forestal y Silvopasturas	
Propósito	Impulsar el desarrollo económico de la población a través de actividades que promuevan la conservación de los suelos, como las plantaciones forestales y la cría de ganado implementando sistemas silvopastoriles.
Ubicación del sitio	Parte media de la Parroquia 6 de Julio de Cuellaje, desde los 2300 m.s.n.m hasta los 2600 m.s.n.m
Superficie	4760,95 ha

Actividades permitidas	<ul style="list-style-type: none"> • Establecimiento, manejo y aprovechamiento de plantaciones forestales con especies tanto nativas como exóticas que se adapten a la zona tales como aliso, caimitillo, nogal. • Implementación de sistemas silvopastoriles como cercas vivas, plantación de especies forrajeras pastoreo con especies forestales o frutales, etc. • Reforestación en zonas que fueron aprovechadas. • Forestación en zonas donde no haya existido cobertura forestal. • Entomoforestería como la apicultura
Actividades no permitidas	<ul style="list-style-type: none"> • Caza de animales silvestres. • Actividades agrícolas en monocultivos. • Sobre utilizar las tierras para el pastoreo incorporando demasiadas cabezas de ganado. • Contaminación de fuentes hídricas con productos químicos o residuos no biodegradables. • Tala de árboles sin regirse a la normativa vigente. • Desarrollo de actividades agrícolas y ganaderas dentro de la zona de protección de ríos que se ubica 10 m a cada lado de los bordes del río.
Actores locales Responsables del manejo	<ul style="list-style-type: none"> • Tenencia política. • Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural “6 de Julio de Cuellaje”. • Asociación de productores de leche. • ASICTUR” Asociación Cuellaje Turístico. • Asociación de turismo comunitario El Rosario. • Asociación de desarrollo social e integral. • Comunidades. • Juntas de Agua para consumo humano. • Ganaderos de la parroquia. • Unidades educativas. • Universidades • MAG • MAE

- **Categoría de manejo para la parte baja de la parroquia**

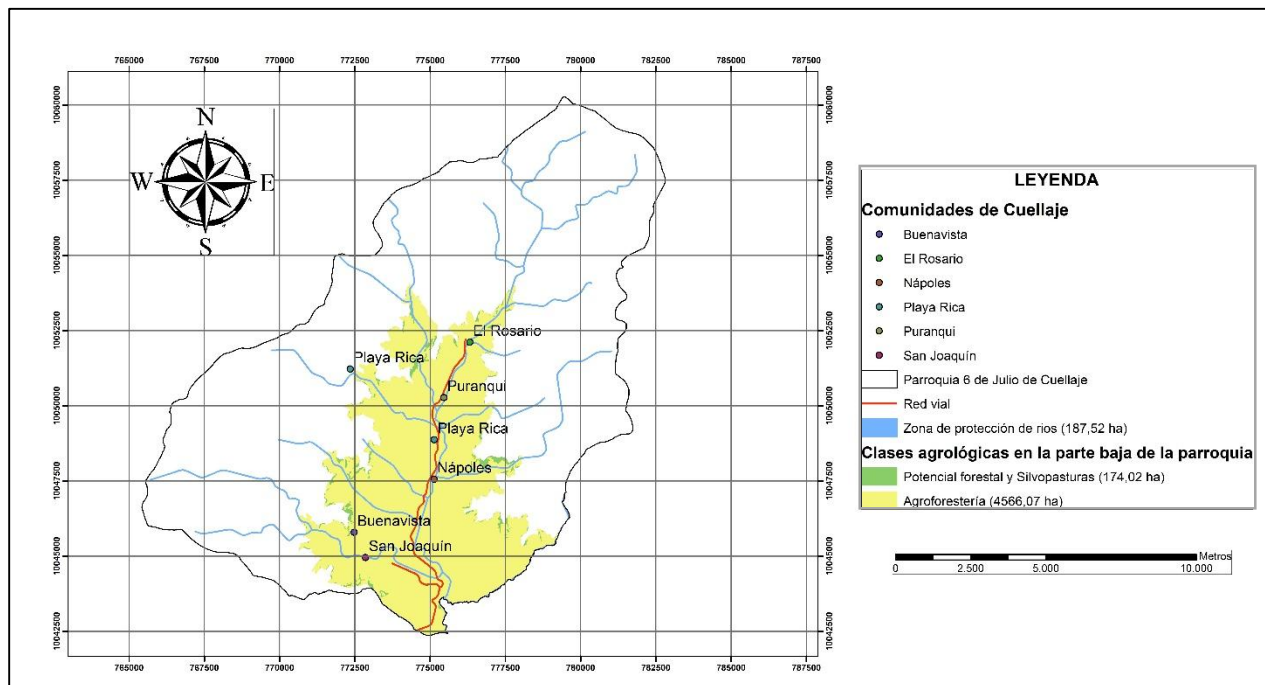


Figura 13. Capacidad de uso de suelo de la parte baja de la parroquia 6 de Julio de Cuellaje.

Tabla 10.

Categoría de manejo para la parte baja de la parroquia 6 de Julio de Cuellaje

Agroforestería	
Propósito	Fomentar la incorporación de actividades agroforestales en lugar de monocultivos para de esta forma diversificar la producción de los agricultores, mejorando sus ingresos económicos y reduciendo el impacto a la biodiversidad, agua y suelo.
Ubicación del sitio	Parte baja de la Parroquia 6 de Julio de Cuellaje, desde los 1800 m.s.n.m hasta los 2400 m.s.n.m
Superficie	4740,09 ha
Actividades permitidas	<ul style="list-style-type: none"> • Establecimiento de sistemas agroforestales o silvopastoriles, acorde a las necesidades del agricultor como arboles asociados con cultivos perennes, arboles asociados con cultivos anuales, cortinas rompe vientos, linderos, cultivo en callejones, cultivos asociados con frutales, cercas vivas,

	<p>plantación de especies forrajeras pastoreo con especies forestales o frutales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Construcción de infraestructura, siempre y cuando las condiciones del lugar sean las adecuadas y se respeten las normas locales. • Entomoforestería como la apicultura.
Actividades no permitidas	<ul style="list-style-type: none"> • Pastoreo extensivo debido a la incorporación de demasiadas cabezas de ganado. • Monocultivos. • Contaminación de fuentes hídricas con productos químicos o residuos no biodegradables. • Uso indiscriminado de agroquímicos. • Desarrollo de actividades productivas dentro de la zona de protección de ríos que se ubica 10 m a cada lado de los bordes del río.
Actores locales Responsables del manejo	<ul style="list-style-type: none"> • Tenencia política. • Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural “6 de Julio de Cuellaje”. • Asociación de productores de leche. • Asociación de desarrollo social e integral. • Juntas de agua para consumo humano. • Comunidades. • ASICTUR” Asociación Cuellaje Turístico. • Asociación de turismo comunitario El Rosario • Agricultores y ganaderos de la parroquia. • Unidades educativas. • Universidades • MAG • MAE

MAGAP, SEMPLADES y CLIRSEN (2011) en su proyecto para evaluar las tierras por su capacidad de uso en el cantón Jaramijó, obtuvieron ocho clases de capacidad de uso de suelo, de las cuales las cuatro primeras, que poseen pendientes inferiores al 25% están destinadas a la agricultura, la quinta clase posee una pendiente hasta el 12% y está destinada a la agricultura con limitaciones de fuertes a muy fuertes y las clases restantes poseen pendientes en un rango desde el

25% al 70% y están destinadas a el aprovechamiento forestal y conservación forestal; estos resultados discrepan de la presente investigación debido a que se utilizaron diferentes variables para llegar al resultado final y en este proyecto se consideró la geomorfología (pendiente, altitud) como las variables con mayor importancia, porque son las que determinan el riesgo erosivo y la ubicación de los diferentes ecosistemas importantes. Además se tomó en cuenta que la parroquia es una zona dedicada a las actividades productivas y por ende el presente estudio se lo realizó enfatizando esta situación, con la finalidad de impulsar el desarrollo económico, pero no descartar la conservación de los bosques y el bienestar social.

Para el presente estudio se obtuvieron tres categorías de manejo para la parte alta media y baja de la parroquia, dichas categorías concuerdan con una zonificación elaborada en el PDOT de la parroquia 6 de Julio de Cuellaje (2015) en la que se obtuvieron ocho zonas, de las cuales la zonas de protección de bosque, amortiguamiento, protección de ríos y la reserva Cotacachi Cayapas, comparten un manejo similar al obtenido para la categoría de protección y conservación obtenida para el presente estudio, así mismo las zonas de desarrollo ganadero, repoblamiento forestal y agrosilvopastoril poseen manejo similar al obtenido para categoría de potencial forestal y silvopastoril que se le asigna a la parte media de la parroquia; lo mismo sucede para las zonas agrícola sin riego y urbana que tienen similitud con la categoría de agroforestería. Esta similitud es posible debido a que en el PDOT utilizan un mapa de uso potencial de suelo que es generado con variables similares a las empleadas en el presente estudio y probablemente las variables con mayor representatividad fueron la pendiente y la altitud, ya que de estas depende el grado de aceptación que tengan diferentes zonas para una determinada actividad.

Cabe recalcar que además de tener similitudes en el manejo entre las zonas del PDOT de la parroquia y las categorías del presente estudio, se puede apreciar una concordancia entre las ubicaciones altitudinales; pero discrepan en aspectos de superficie, esto debido a que en el PDOT de la parroquia se considera una zona para desarrollo de actividades netamente agrícolas en los sitios bajos y otra de desarrollo ganadero, repoblamiento forestal y silvopasturas en la parte media. Por otra parte, para este estudio se considera como estrategias de manejo el uso de la agroforestería en la parte baja y silvopasturas en la parte media, alternativas sustentables para la zona.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

- Para el año 2013, la parroquia presentó una extensión de cobertura de bosque de 11075,2 ha, y para el año 2017 se registró un descenso de 1143,4 ha, lo que significa una disminución anual de 285,93 ha, que representa un índice de deforestación de 2,63%.

- Las causas inmediatas de deforestación en la parroquia están ligadas al desarrollo de actividades productivas como la ganadería, la agricultura en monocultivos sin tomar en cuenta las limitantes de la parroquia como lo son su difícil topografía y la extracción ilegal de madera, esto sumado a la sobreexplotación del recurso suelo han generado que se reduzcan los bosques debido a la expansión de la frontera agrícola.

- Las causas subyacentes más influyentes en la parroquia 6 de Julio de Cuellaje son la tendencia migratoria y la situación económica de los habitantes y debido a esto, los productores buscan la manera de mejorar sus ingresos económicos, expandiendo su área de producción.

- El manejo propuesto para la parroquia se establece en base a tres categorías, las cuales están ubicadas estratégicamente dependiendo el grado de vulnerabilidad del lugar: la primera categoría se encuentra en la parte baja con alrededor de 4740,09 ha y su uso es apto para la agroforestería, la segunda categoría se encuentra en la parte intermedia con alrededor de 4760,95 ha y es idónea para plantaciones forestales y silvopasturas y la tercera categoría con 7874,25 ha se encuentra en la parte alta, donde existen la mayor cantidad de limitantes y está destinada a la protección y conservación.

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES

- Con los resultados obtenidos en la presente investigación se recomienda un monitoreo periódico de los ecosistemas forestales de la parroquia, para de esta forma poder evidenciar si el nivel de afección a los bosques continúa creciendo, o disminuye con el paso de los años y además conocer si los productores continúan utilizando las mismas prácticas agresivas o existe una transición.
- Es importante controlar de manera técnica el desarrollo de actividades productivas como agricultura en monocultivos o ganadería extensiva, debido a que el desarrollo sin medida de las mismas, han generado el deterioro de los bosques en la zona y la expansión de la frontera agrícola
- Fomentar el uso de actividades sustentables como la agroforestería, las silvopasturas y las plantaciones forestales, que ayudan al agricultor tanto a diversificar como a mejorar su producción y de esta forma incrementar sus ingresos económicos sin afectar a la biodiversidad existente.
- Considerar la propuesta de manejo generada en la presente investigación para proyectos a futuro, con el fin de disminuir el deterioro periódico de la cobertura boscosa, mantener servicios ecosistémicos y diversificar las actividades que se desarrollan dentro de la parroquia, todo esto sin afectar a los productores de la zona.

CAPÍTULO VII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS


- Adatti, G., & Pérez, G. (2014). *Introducción a Los Uav'S, Drones O Vants De Uso Civil*.
- Tomlin. (1990). *Geographic information systems and cartographic modelling*. Prentice-hall, Englewood cliffs New Jersey.
- Barrientos, A., Del Cerro, J., Gutiérrez, P., San Martín, R., Martínez, A., & Rossi, C. (2009). *Vehículos aéreos no tripulados para uso civil. Tecnología y aplicaciones. Grupo de Robótica Y Cibernética, Universidad Politécnica de Madrid*.
- Casanova, V. (2013). *Qué es el Espectro Electromagnetico*.
- GAD Cotacachi. (2015). *Plan de desarrollo y de ordenamiento territorial del Cantón Cotacachi*.
- EcuadorForestal. (2007). *Planificación Estratégica Bosques Nativos en el Ecuador*.
- FAO. (2010). *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010*.
- Nacional, A. (2016). *Ley orgánica de ordenamiento territorial, uso y gestión de suelo*, 31.
- FAO. (2016). *El Estado de los bosques del mundo 2016. Los bosques y la agricultura: desafíos y oportunidades en relación con el uso de la tierra*.
- García, S. (s.f.). *Instrumentos De Observación*.
- IGAC. (2007). *Mejora de los sistemas de cartografía del territorio colombiano. Mejora de Los Sistemas de Cartografía Del Territorio Colombiano*.
- Lamberechts, C. (2000). *Deforestacion*.
- Fondo Ecuatoriano de Desarrollo Sustentable. (2011). *Análisis de diagnóstico participativo en la zona de Intag, para la implementación de la iniciativa REDD+, Cotacachi*.
- López, A. (2012). *Deforestación en México : Un análisis preliminar. Documentos de Trabajo CIDE*.
- MAE. (2014). *Plan Nacional de Restauración Forestal*.
- MAGAP. (2012). *Generación de geoinformación para la gestión evaluación de las tierras por su capacidad de uso*.
- Martinez Muñoz, J., & Díaz Ponce, A. (2005). *Fundamentos de Teledetección Espacial*.

- Mora, M. O. de. (2015). *Los Drones y sus aplicaciones a la ingeniería civil*.
- Palacios, J. E. G. (n.d.). *Los sistemas de información geográfica*.
- Senplades. (2013). *Plan Nacional Buen Vivir 2013-2017*. Senplades.
- Vallejo Larios, M. (2011). *Evaluación Preliminar sobre Causas de Deforestación y Degradación de Bosques en Honduras*.
- Ministerio de coordinación de la política y gobiernos autónomos descentralizados. (2011). *COOTAD*.
- GAD Cuellaje. (2015). *Plan Parroquial de Desarrollo y Elaboración Plan de Ordenamiento Territorial de 6 de Julio de Cuellaje 2015-2019.*, 1–95.
- Echeverría Pedro. (1983). *Síntesis Monográfica del Cantón Cotacachi*.
- Sierra, R. (2013). *Patrones y factores de deforestación en el Ecuador continental, 1990-2010. Y un acercamiento a los próximos 10 años*. Conservación Internacional Ecuador y Forest Trends. Quito, Ecuador.
- Florian, E. (2011). *Causas de la deforestación y degradación de los bosques en Latinoamérica : principales desafíos y lecciones aprendidas*.
- Guzmán Paz, J. R. (2014). *Tesis de Maestría*. Universidad de Salzburg.
- Kocian, M. Batker, D. Harrison-Cox, J. (2011). *Estudio ecológico de la región de Intag, Ecuador: Impactos ambientales y recompensas potenciales de la minería, 1.3*, 110.
- Ministerio del Ambiente. (2012). *Línea base de deforestación del Ecuador continental*, 30.
- Perú Ministerio del Ambiente. (2014). *Protocolo: Evaluación de la Exactitud Temática del Mapa de Deforestación*, 29.
- Ecuador, M. del A. (2006). Normas para el manejo sustentable de los bosques andinos.
- Geist, H. J., & Lambin, E. F. (2002). *What Drives Tropical Deforestation?*, (4), 116.
- MAE. (2004). *Ley forestal y de conservación de áreas naturales y vida silvestre*.

CAPÍTULO VIII

ANEXOS


Anexo 1. Encuesta



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

ENCUESTA PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS "DETERMINACIÓN DE LOS PATRONES DE DEFORESTACIÓN EN LA PARROQUIA 6 DE JULIO DE CUELLAJE NOROCCIDENTE DEL ECUADOR"



1. De acuerdo a la siguiente escala. ¿En qué nivel considera usted que ha existido pérdida de bosques en la Parroquia Seis de Julio de Cuellaje, en los últimos años?

Alta	
Medianamente alta	
Media	
Baja	<input checked="" type="checkbox"/>
Nula	

2. ¿Qué actividades desarrolladas dentro de la Parroquia considera usted que generan impacto sobre los bosques?

Actividad	Nivel			
	Alto	Medianamente alt	Medio	Bajo
Agricultura	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
Ganadería	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
Obras de infraestructura				
Otras				

3. Tiene usted conocimiento si existe extracción de madera de los bosques de la Parroquia

Alta	
Medianamente alta	
Media	
Baja	<input checked="" type="checkbox"/>
Nula	

4. ¿A qué aspectos atribuye usted la pérdida de bosques?

Culturales	<input checked="" type="checkbox"/>
Políticos institucionales	
Económicos	<input checked="" type="checkbox"/>
Tecnológicos	
Demográficos (Población humana)	
Otros	

5. Conoce usted tradiciones que de forma directa o indirecta afecten al bosque

Sí	
No	<input checked="" type="checkbox"/>

Si su respuesta es Sí, cuales

Tradiciones	Nivel			
	Alto	Medianamente alt	Medio	Bajo

6. Conoce usted de alguna política, ley, incentivos o créditos que impulsen a desarrollar la agricultura, ganadería u otras actividades que necesiten o se desarrollen en el bosque

Si	<input type="checkbox"/>
No	<input checked="" type="checkbox"/>

Si su respuesta es Sí, cuales

Políticas	
Leyes	
Créditos	
Incentivos	

7. Conoce usted de obras de infraestructura desarrolladas en la Parroquia que han intervenido con el bosque.

Transporte	Caminos	Calles	Carreteras	Puentes
Energéticas	Redes eléctricas		Redes de combustibles	
	<input checked="" type="checkbox"/>			
Hidráulicas	Agua potable	Alcantarillado	Tratamiento de aguas	
Telecomunicaciones				
Edificación				

8. Considera usted que la demanda de productos provenientes de la zona (productos agrícolas, pecuarios, madera, minerales), han afectado a la integridad de sus bosques.

Si	<input checked="" type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>

Si su respuesta es Sí, que productos

9. Considera usted que el uso de nuevas prácticas han ayudado a que cada vez la agricultura o ganadería ganen espacio en los bosques de la Parroquia

Si	<input type="checkbox"/>
No	<input checked="" type="checkbox"/>

Si su respuesta es Sí, cuales

10. Durante el tiempo que ha vivido en la parroquia seis de julio usted ha notado que han existido

Emigración	<input type="checkbox"/>
Inmigración	<input checked="" type="checkbox"/>
Ninguna	<input type="checkbox"/>

¿Cuales son las causas?

Trabajo	<input checked="" type="checkbox"/>
Estudios	<input type="checkbox"/>
Otras	<input type="checkbox"/>

11. ¿En qué comunidad de la parroquia Seis de Julio de Cuellaje usted considera que hay más población?

San Alberto	<input type="checkbox"/>
Napoles	<input type="checkbox"/>
El Rosario	<input type="checkbox"/>
San Antonio	<input type="checkbox"/>
Playa Rica	<input type="checkbox"/>
Magdalena	<input type="checkbox"/>
San Joaquín	<input type="checkbox"/>
La Loma	<input type="checkbox"/>

juvelact

Anexo 2. Tablas

Valoración de variables según su nivel de importancia.

Representatividad sobre 100%	Rangos	Nivel de importancia en escala del 1 al 9 para uso potencial
Pendiente		
30	Plano a casi plano	9
	Ligeramente ondulado	8
	Moderadamente ondulado	5
	Colinado a Montañoso	2
	Escarpado	1
Altitud		
30	1800	8
	1900	8
	2000	8
	2100	8
	2200	8
	2300	8
	2400	6
	2500	6
	2600	5
	2700	3
	2800	3
	2900	2
	3000	2
	3100	1
	3200	1
	3300	1
	3400	1
3500	1	
3600	1	
Clima		
20	Ecuatorial de alta montaña	1
	Ecuatorial mesotérmico semihúmedo	7
	Tropical megatérmico húmedo	7

Isotermas		
10	9-10	1
	10-11	2
	11-12	3
	12-13	5
	13-14	7
	14-15	8
	15-16	8
	16-17	9
Isoyetas		
10	750-1000	5
	1000-1250	7
	1250-1500	9
	1500-1750	9
	1750-2000	7
	2000-2500	7
	2500-3000	5
	3000-3500	5
	3500-4000	4

Anexo 3. Ilustraciones



Ilustración 1. Deforestación en la parroquia 6 de Julio de Cuellaje.



Ilustración 2. Agricultura en la parroquia 6 de Julio de Cuellaje.



Ilustración 3. Encuesta a los habitantes de la parroquia.



Ilustración 4. Encuesta a los habitantes de la parroquia.

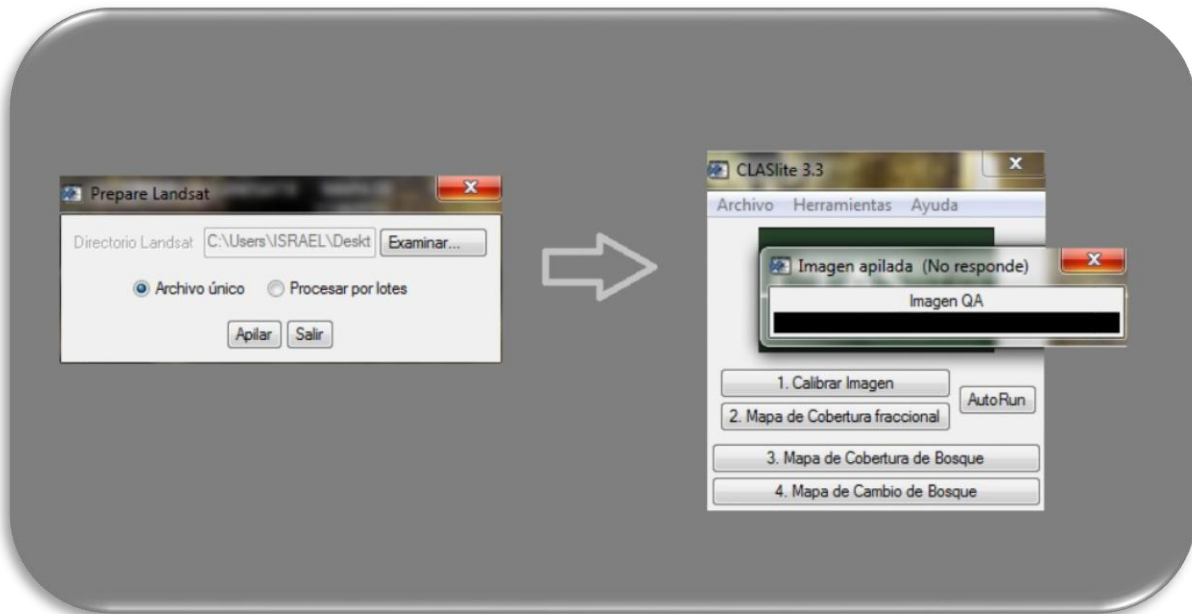


Ilustración 5. Mapeo con dron del área elegida para la validación.

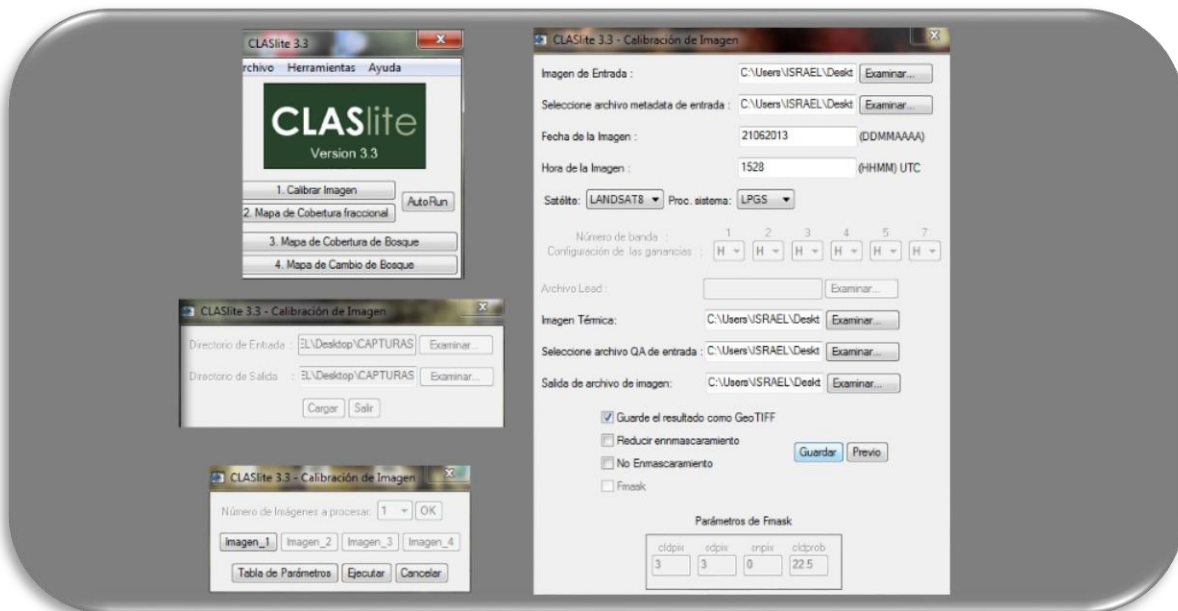


Ilustración 6. Mapeo con dron del área elegida para la validación.

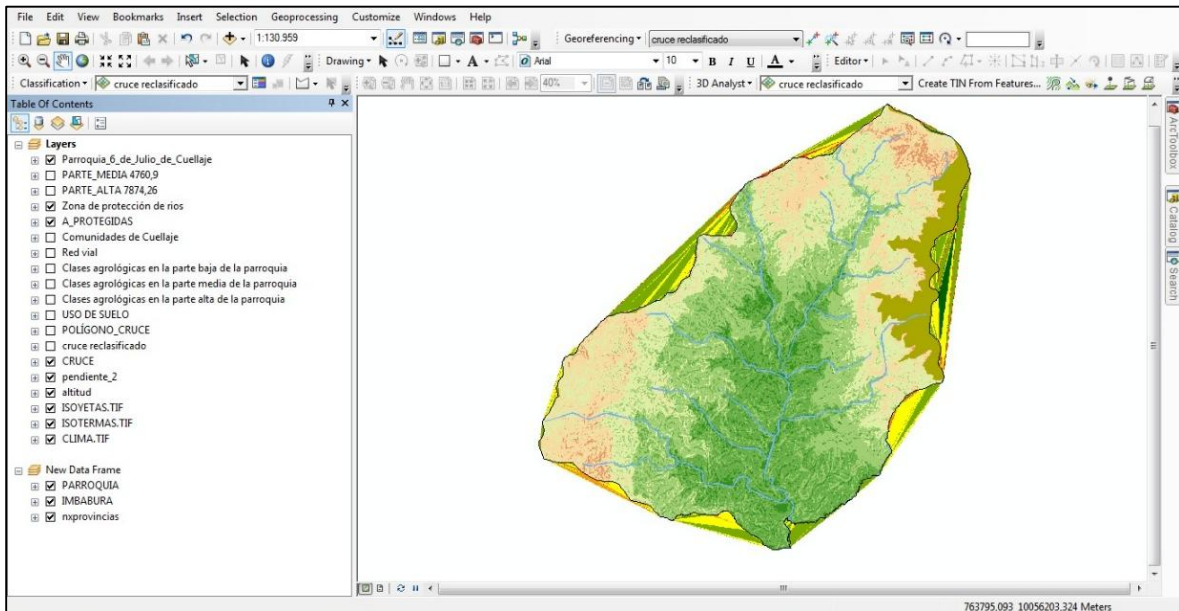
Anexo 4. Capturas de pantalla



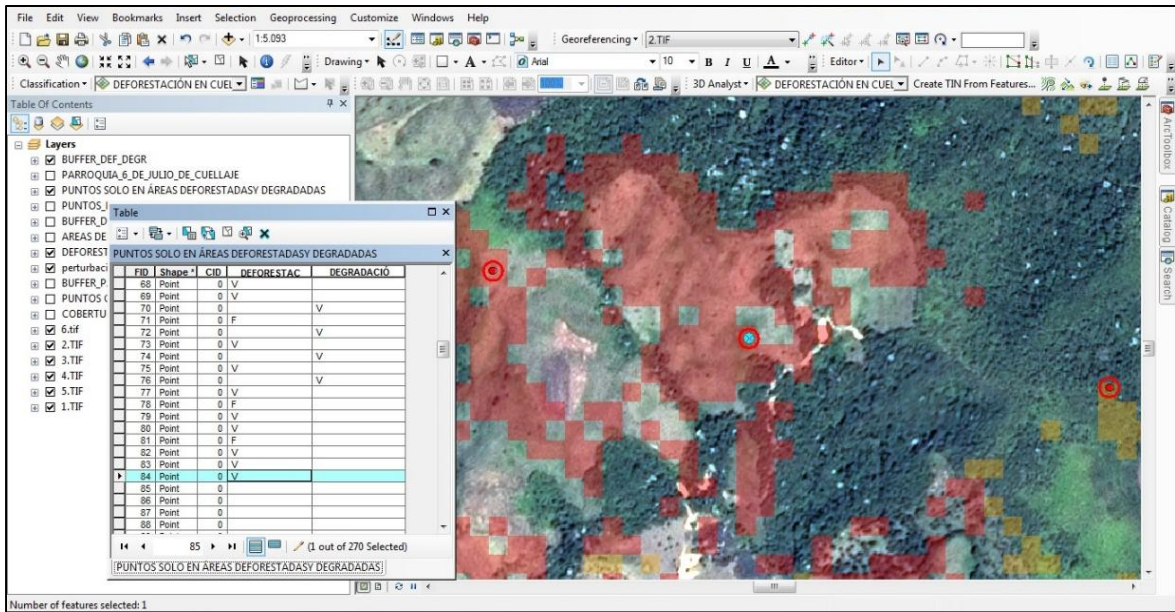
Captura 1. Preparación de imágenes en programa CLASlite v.3.3.



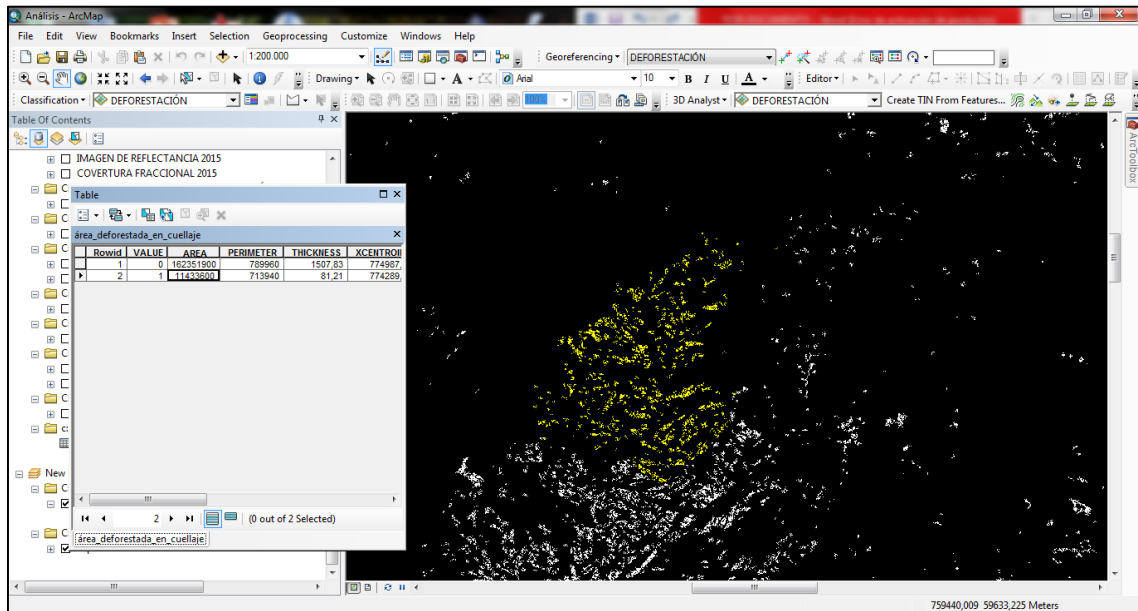
Captura 2. Procesamiento de imágenes en programa CLASlite v3.3.



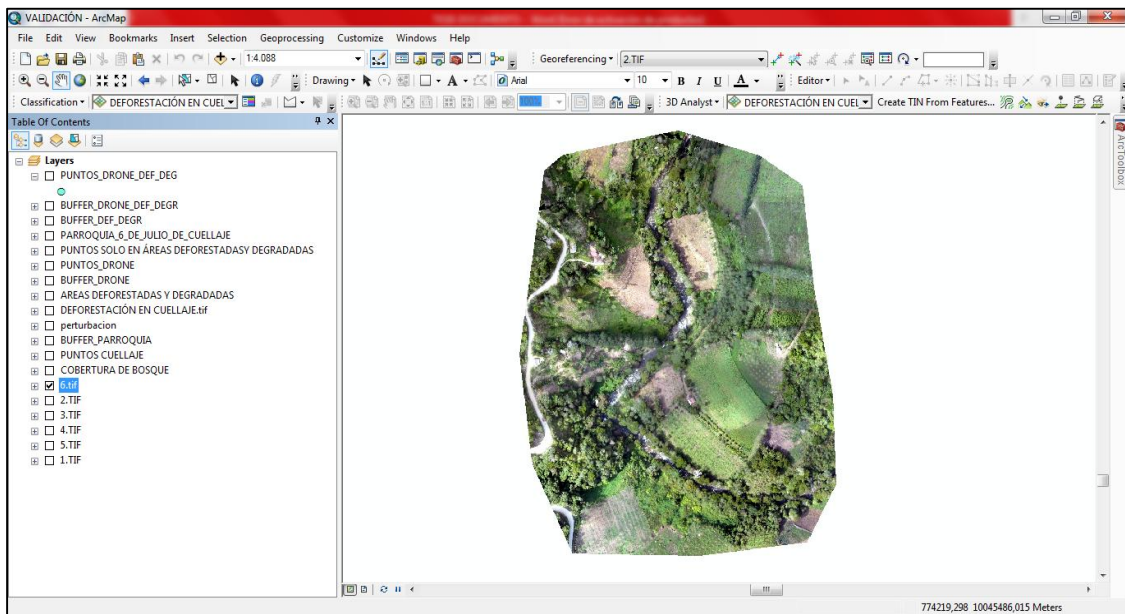
Captura 3. Procesamiento de imágenes en programa ArcGIS v.10.3.



Captura 4. Validación de los resultados.

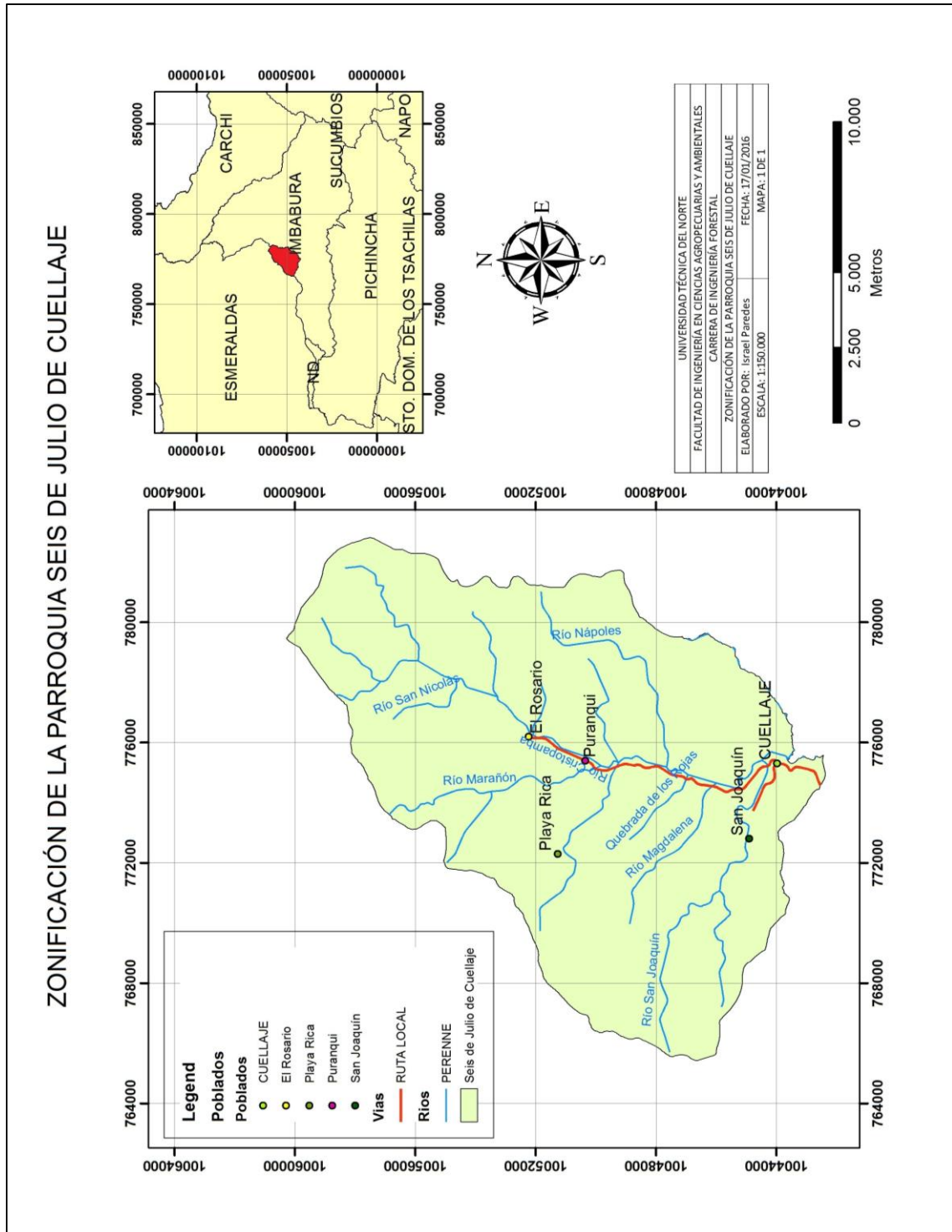


Captura 5. Análisis multitemporal.

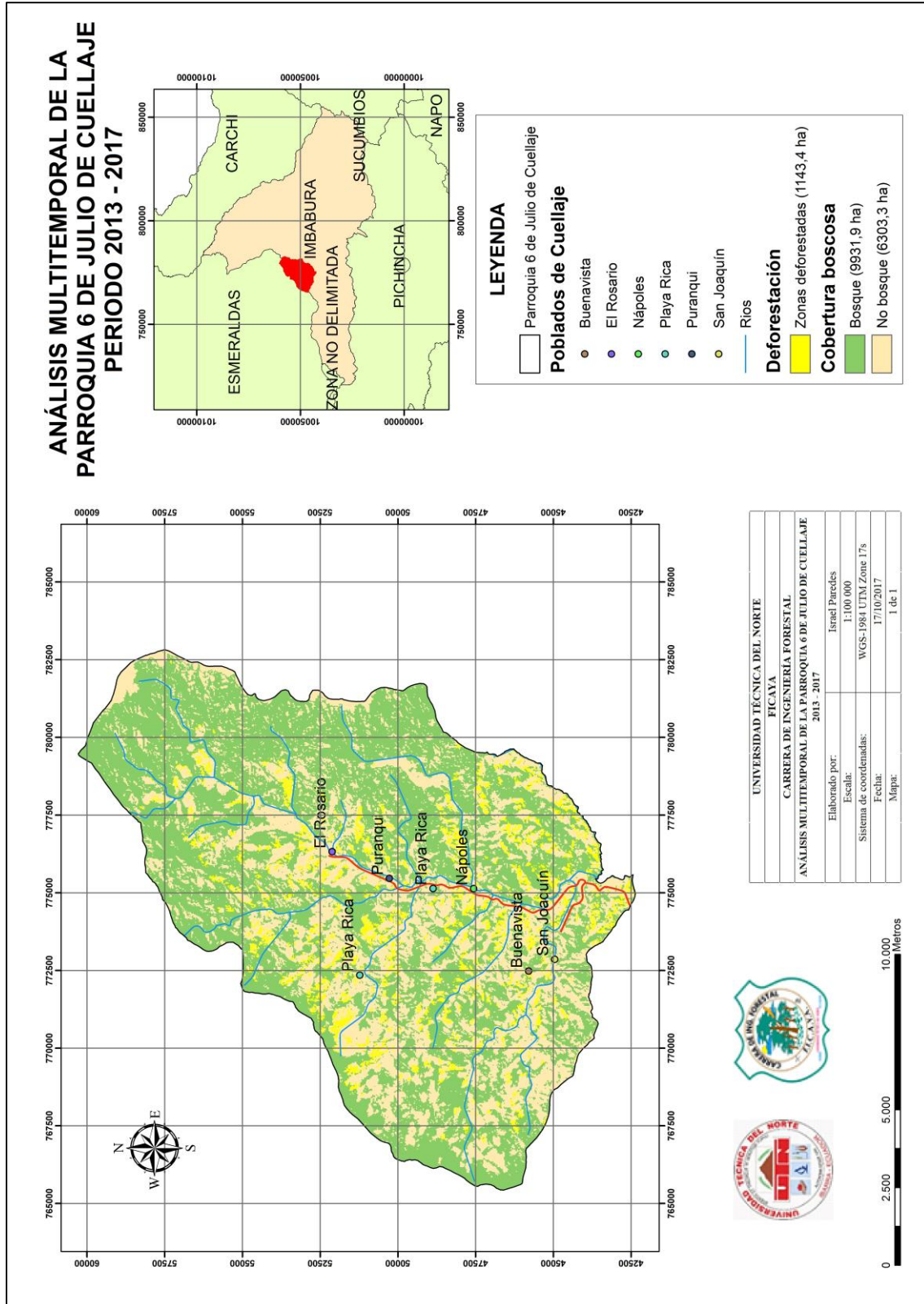


Captura 6. Imágen captada con el Drone.

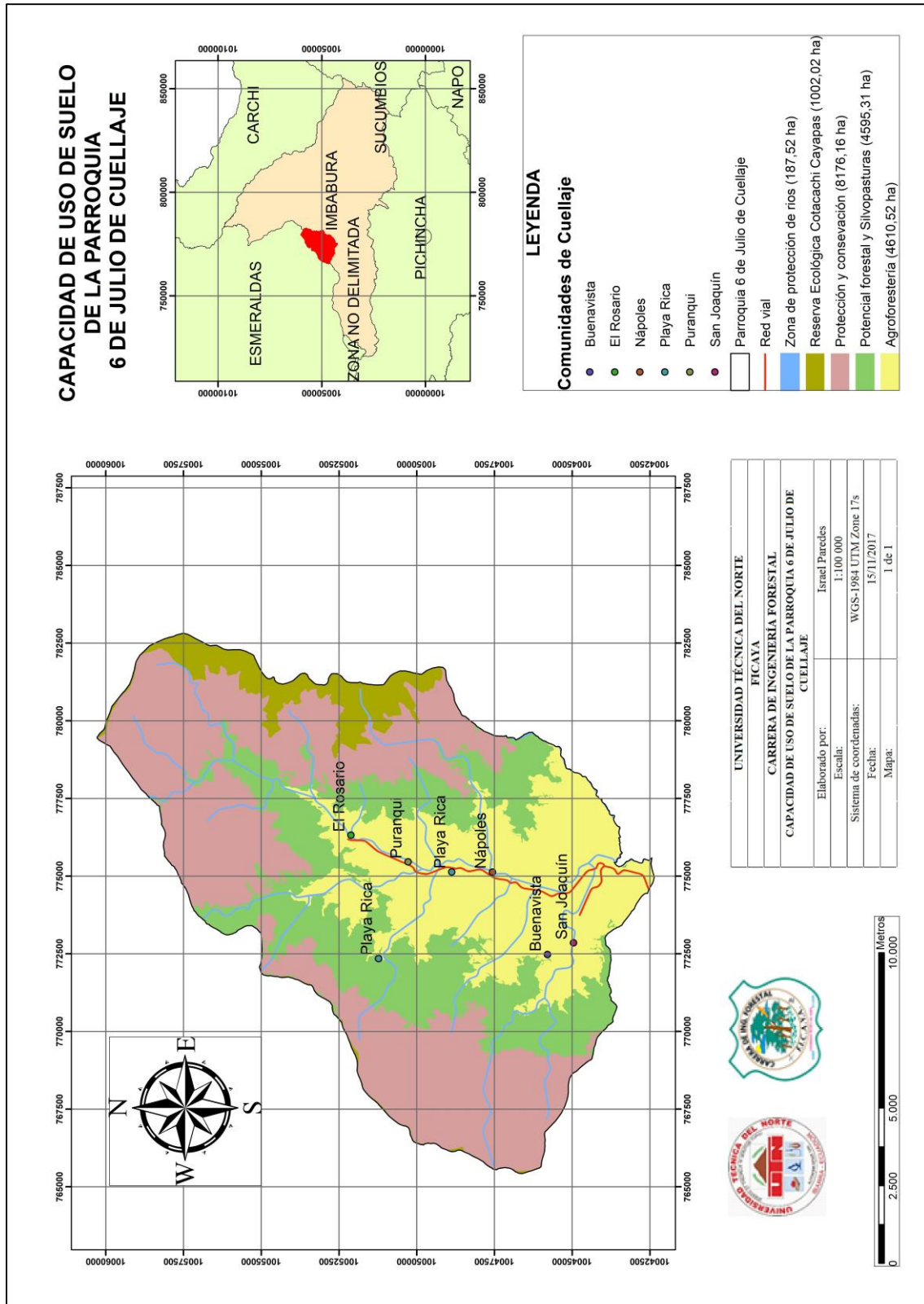
Anexo 5. Cartografía



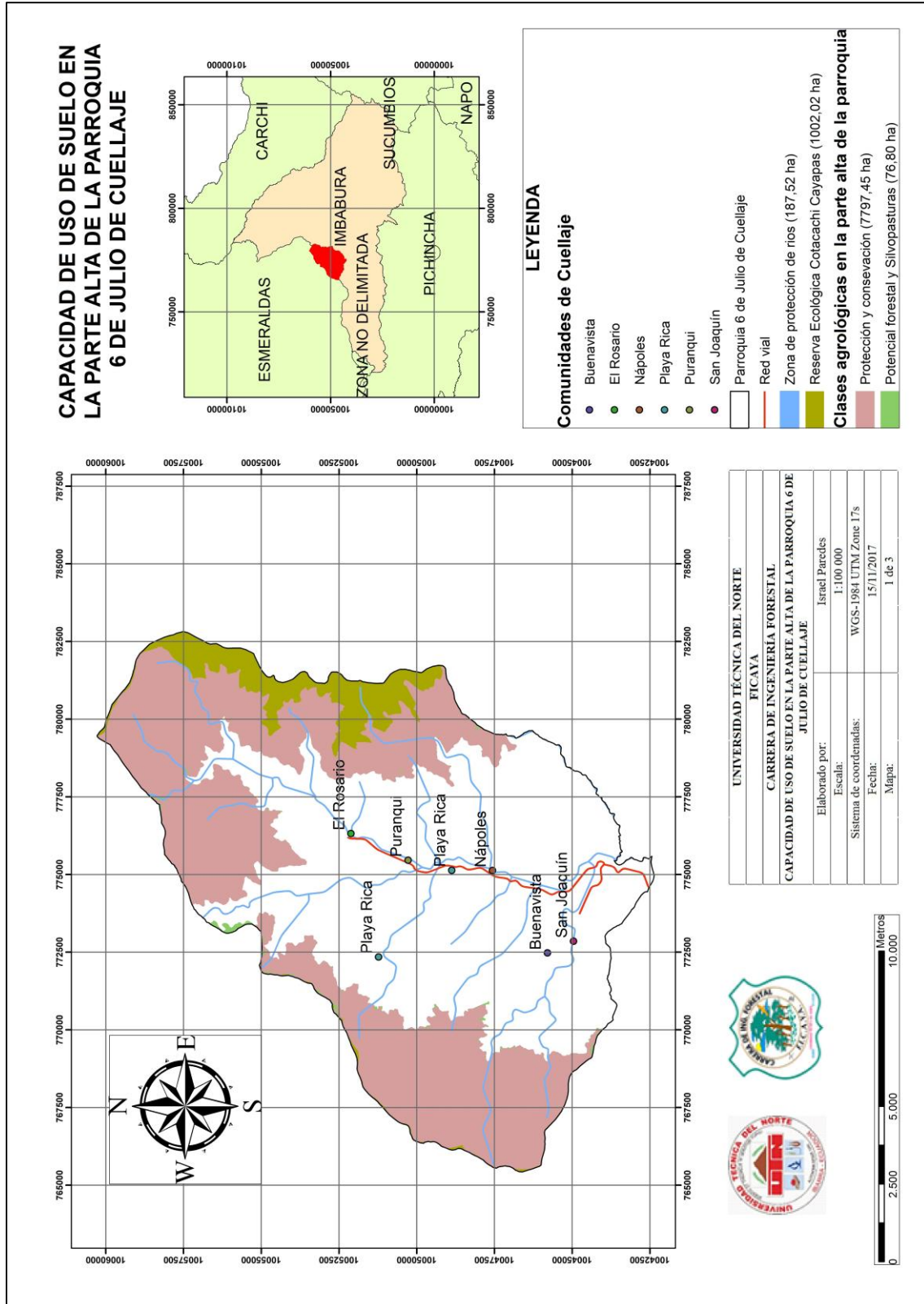
Cartografía 1. Zonificación de la parroquia 6 de Julio de Cuellaje.



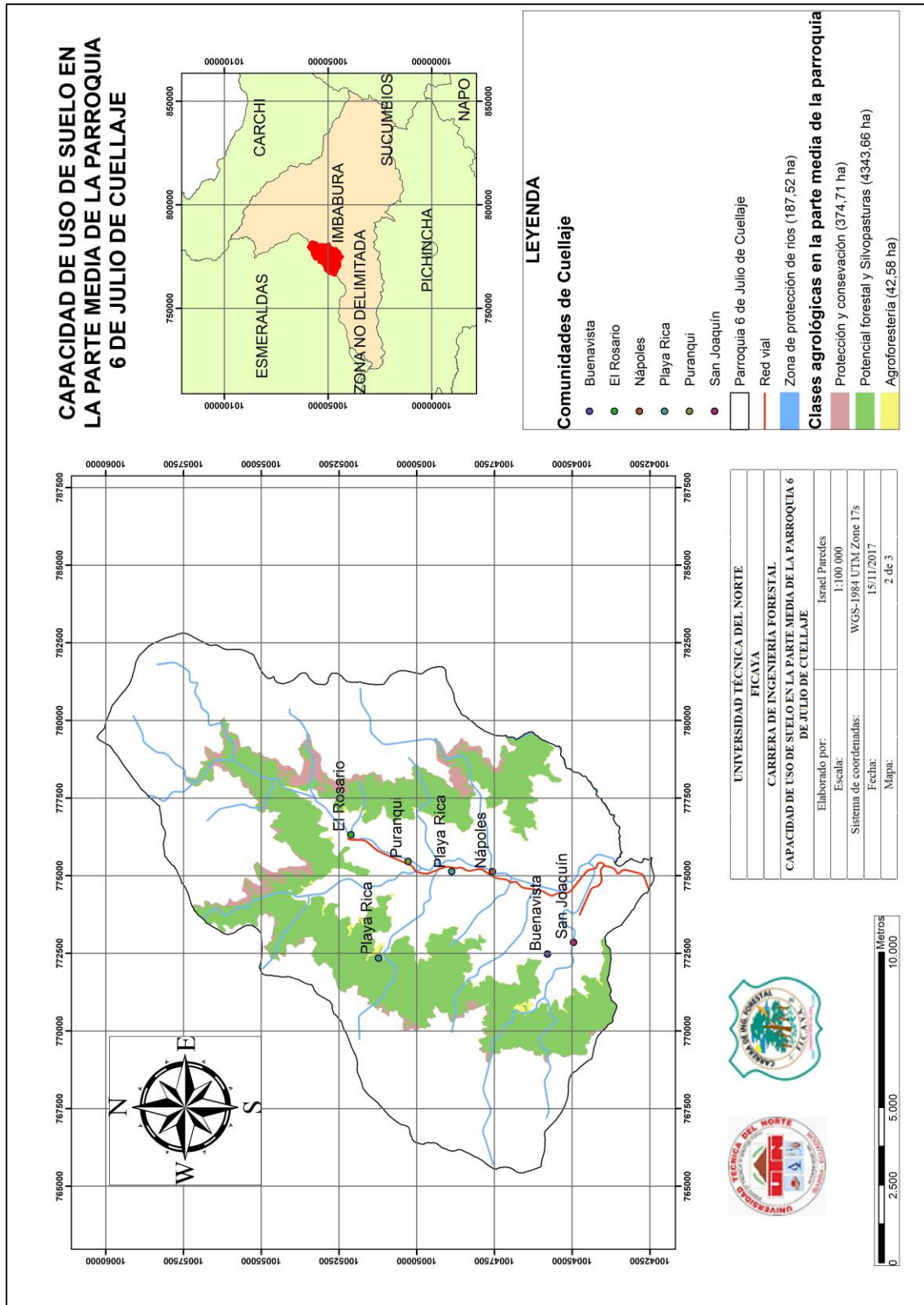
Cartografía 2. Análisis multitemporal de la parroquia 6 de Julio de Cuellaje.



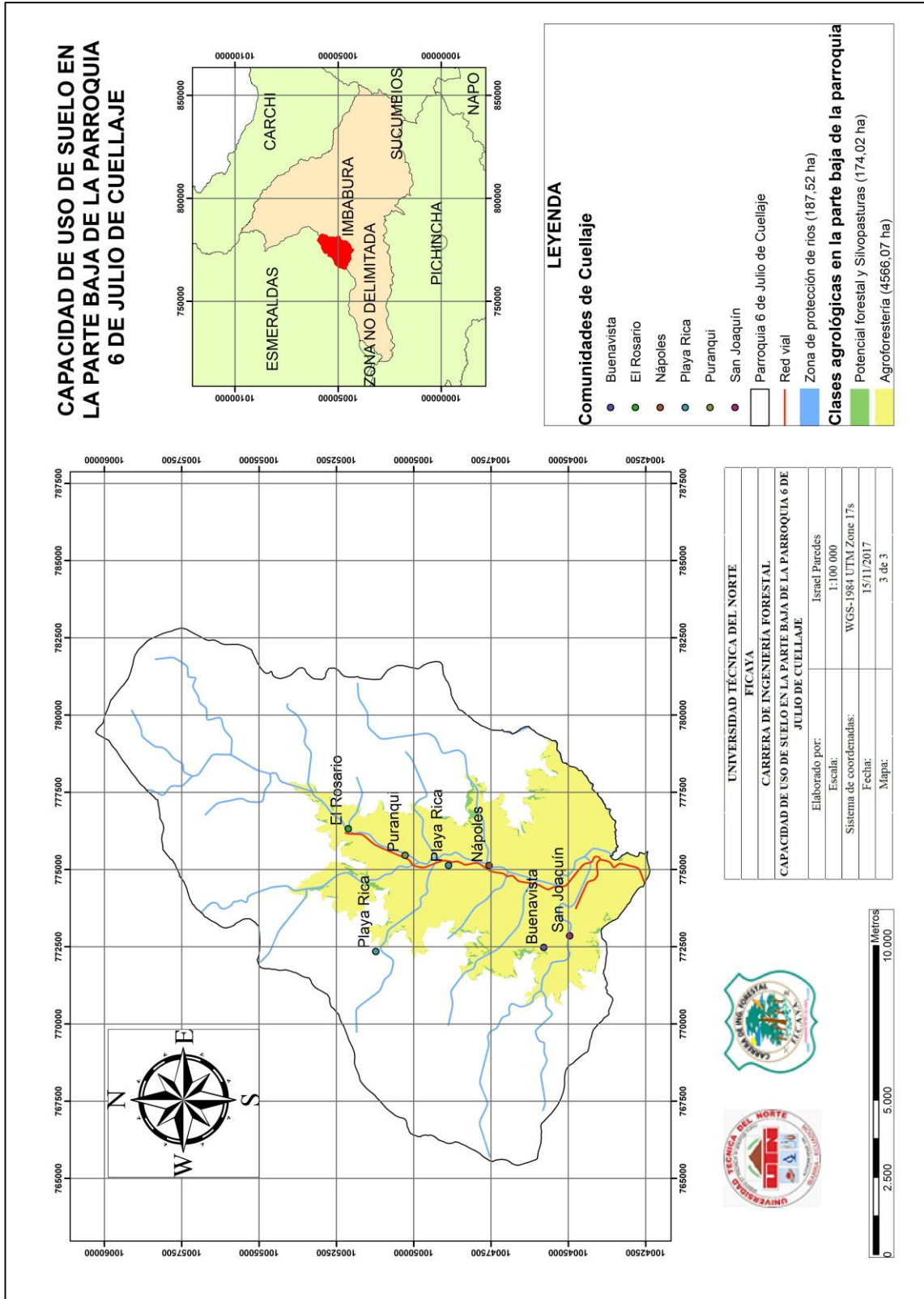
Cartografía 3. Capacidad de uso de suelo de la parroquia 6 de Julio de Cuellaje.



Cartografía 4. Capacidad de uso de suelo en la parte alta de la parroquia 6 de Julio de Cuellaje.



Cartografía 5. Capacidad de uso de suelo en la parte media de la parroquia 6 de Julio de Cuellaje.



Cartografía 6. Capacidad de uso de suelo en la parte baja de la parroquia 6 de Julio de Cuellaje.