



Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Sede Ibarra

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES

“ECAA”

INFORME FINAL DEL PROYECTO

TEMA:

ANÁLISIS MULTITEMPORAL DEL CAMBIO DE LA COBERTURA VEGETAL DEL TAITA IMBABURA Y PLANTEAMIENTO DE LA PROPUESTA DE CONSERVACION EN LAS PARROQUIAS SAN JUAN DE ILUMAN , MIGUEL EGAS CABEZAS DEL CANTÓN OTAVALO Y SAN ROQUE DEL CANTÓN ANTONIO ANTE PROVINCIA DE IMBABURA.

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERA EN CIENCIAS AMBIENTALES Y ECODESARROLLO

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

4. Gestión Sostenible y Aprovechamiento de los Recursos Naturales

Sublínea: Ambiente y Biodiversidad

AUTOR/A: OLGA MARIBEL MALDONADO MALES

ASESOR/: MGS. DIEGO LEOPOLDO MEJIA ROMO

IBARRA, MAYO 2019

CERTIFICACIÓN DE ASESOR

Ibarra, 28 de Mayo 2019

Ing. Diego Leopoldo Mejía Romo.

ASESOR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales (ECAA), de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCE - SI); en consecuencia, autorizó su presentación para los fines legales pertinentes.


(f).....

Ing. Diego Leopoldo Mejía Romo Mgs.

ASESOR

C.C: 1001912961.

PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El jurado examinador, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI):

(f): 

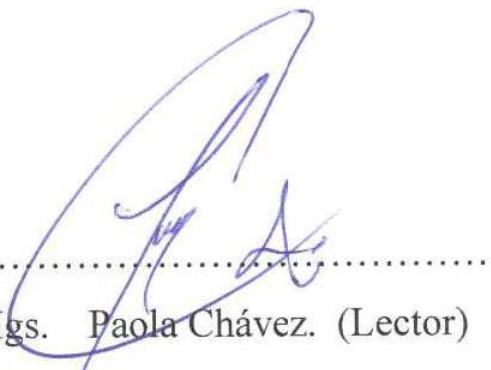
Ing. Diego Leopoldo Mejía. Mgs. (Asesor)

C.C:1001912961.

(f): 

PhD. César Zuleta. (Lector)

C.C:100103754-6

(f): 

Mgs. Paola Chávez. (Lector)

C.C:100274409-0

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo, OLGA MARIBEL MALDONADO MALES declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 165 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: “Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derechos de disponer de sus derechos o autorizar las utilidades de sus obras o prestaciones, a título gratuito u oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.

Ibarra, 28 de Mayo de 2019


f):

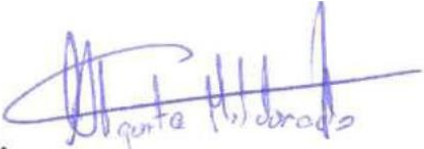
Nombres Completos

Olga Maribel Maldonado Males.

C.C.: 100401521-8

AUTORÍA

Yo, Olga Maribel Maldonado Males, portador de la cédula de ciudadanía N° 1004015218, declaro que la presente investigación es de total responsabilidad del (los) autor (es), y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.


f):

Olga Maribel Maldonado Males.

C.C.:1004015218.

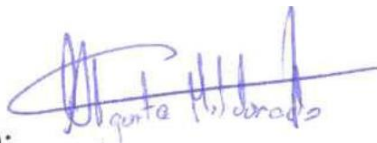
DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo: Olga Maribel Maldonado Males, con CC: 1004015218 autora del trabajo de grado intitulado: “Análisis Multitemporal del Cambio de la Cobertura Vegetal del Taita Imbabura y Planteamiento de la Propuesta de Conservación en las parroquias San Juan de Ilumán Miguel Egas Cabezas del Cantón Otavalo y San Roque del Cantón Antonio Ante Provincia de Imbabura, previo a la obtención del título profesional de Ingeniera en Ciencias Ambientales y Eco desarrollo en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede- Ibarra, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizò a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCESI el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Ibarra, 28 Mayo del 2019

f): 
.....

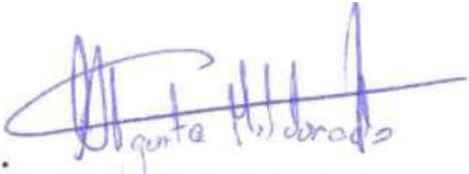
Olga Maribel Maldonado Males.

C.C. 1004015218.

DECLARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ÉTICO DE LA ELABORACIÓN,
DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE TRABAJOS DE TITULACIÓN

Por medio de la presente declaro conocer y aplicar en la elaboración, desarrollo y evaluación del Proyecto de Titulación “Análisis Multitemporal del Cambio de la Cobertura Vegetal del Taita Imbabura y Planteamiento de la Propuesta de Conservación en las parroquias San Juan de Ilumán Miguel Egas Cabezas del Cantón Otavalo y San Roque del Cantón Antonio Ante Provincia de Imbabura”, lo propuesto en el Código de ética de la investigación y el aprendizaje de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador” aprobado por el Consejo Superior de la PUCE con fecha de 28 de mayo del 2019 .

Para constancia firma:


f):

Olga Maribel Maldonado Males.

C.C. 1004015218.

Carrera: Ciencias Ambientales y E codesarollo

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primeramente a Dios, por haberme dado la vida y llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis Padres

Por ser el pilar fundamental para culminar mi meta y en especial

A mi hija Keisy

Por ser mi motivación, quien dió sentido a mi vida y llenó mi corazón de alegría e inspiración y deseo de superación.

KIKIMPA

Kikin Apunchik Yayata Yupaychapani , Kikinmi Kawsayta Karawachkanchi, Chaymanta Kunanka Ña Sumak Yuyayta Charipani.

Ñuka Taytata Mamatapashmi Kay Sumak Llamkayta Karapani. Kay Ushayta Paykunamanta Charipani.

Ñuka Ushikumanpash Kay Llamkayta Rikuchipani, Paymanta Kawsashpa Katishkani, Ñuka Shunkuta Kushiychishpa Kakushkamanta Yupaychapani.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitir culminar una etapa mas de mi vida cogida de la mano de mi familia compañeros y profesores quienes fueron un apoyo incondicional durante mi formación.

Dicen que la mejor herencia que nos pueden dejar los padres son los estudios, sin embargo no creo que sea el único legado del cual yo particularmente me siento muy agradecida, mis padres me han permitido trazar mi camino y caminar con mis propios pies. Ellos son mis pilares de la vida, les dedico este trabajo de titulación. Gracias mami Mercedes y Papi Fabián.

Agradezco a mi hija por darme tu cariño ya que son los detonantes de mi felicidad, de mi esfuerzo, de mis ganas de buscar lo mejor para ti. Aun a tu corta edad, me has enseñado y me sigues enseñando muchas cosas de esta vida. Gracias hermosa mía Keisy

Agradezco a mi querida Universidad y maestras, por permitirme concluir con una etapa de mi vida, y especialmente al Ing Diego Mejía asesor de mi tesis agradezco por su paciencia, orientación y guiarme en el desarrollo de esta investigación.

YUPAYCHANA

Apuynchih Yayata yupaychani. paymantami sumak yuyayta japipashkani

*shinallatak ñuka tayta Fabian ñuka mama Mercedestapash ninanta
yupaychapani tukuypi yanapashapami kanakupashka allí ñanta
rikuchishkamanta yupaychapani.*

*Shinallata, ñuka Keisy ushikutapash ninanta uku shunkumanta yupaychapani, paypa asi
ñawikuwan punchan punchan kushichishpa katiwashka, paymi micha shina
katiriashpami kay jatun yachakuyta tukuchipani.*

*Kay Jatun Yachana Wasi Ukumanta Yachachikkunatapash tukuy shunkuwan yupaychapani,
paykunami ninanta sumak yuyaykunata allimanta yachachishpa katishkamanta ima shina
Ingeniero Diego Mejia tukuy mushuk yuyaykunata yachachiwarka, chaymanta
yupaychapani.*

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN DE ASESOR.....	iii
PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS.....	v
AUTORÍA.....	vi
DECLARACIÓN y AUTORIZACIÓN.....	vii
DEDICATORIA.....	viii
AGRADECIMIENTO.....	ix
1.INTRODUCCIÓN.....	1
Resumen.....	3
Abstract.....	4
Antecedentes.....	5
Objetivos.....	6
Alcance.....	7
2. ESTADO DEL ARTE.....	9
2.1 El avance de la frontera agrícola.....	9
2.1.1 Impacto en los suelos.....	9
2.1.2 Pérdida del ecosistema.....	10
2.1.3 Territorio y patrimonio cultural.....	12
2.1.4 Cobertura vegetal.....	13
2.1.5 Cambios en la cobertura vegetal.....	13
2.2 Teledetección.....	14
2.2.1 Imagen satelital.....	14
2.2.2 Firmas espectrales.....	15
2.2.3 Técnicas de Teledetección aplicada al monitoreo de la cobertura vegetal.....	15
2.2.3.1 Plataformas satelitales LANDSAT.....	15
2.2.3.2 Aplicación de los Sistemas de Información Geográficas en cambios de la cobertura vegetal.....	20
2.2.3.3 Análisis multitemporal de uso de suelo y cobertura vegetal.....	20

2.3 Clasificación de las imágenes basada en el pixel.....	21
2.3.1 Clasificación supervisada.....	21
2.3.2 Clasificación no supervisada.....	22
2.4 Validación de la clasificación de imágenes.....	22
2.5 Matriz de confusión.....	22
2.6 Coeficiente de validación Kappa.....	23
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
3.1 Materiales y equipos.....	25
3.1.1 Materiales de campo.....	25
3.1.2 Materiales de oficina.....	25
3.2 Fase de diagnóstico.....	25
3.2.1 Área de estudio.....	26
3.3 Adquisición de imágenes Landsat.....	32
3.3.1 Interpretación digital de las imágenes Landsat.....	33
3.3.2 Clasificación de las imágenes Landsat para la obtención del cambio de la cobertura vegetal.....	35
3.3.3 Validación de la clasificación empleada.....	35
3.3.4 Elaboración de cartografía temática.....	36
3.4 Fase de trabajo de campo.....	37
3.5 Cobertura vegetal; uso actual del suelo.....	38
3.6 Validación de la clasificación de imágenes.....	39
3.7 Elaboración de mapas de cobertura vegetal y uso actual de los años 1993, 2005 y 2018	39
3.8 Técnicas de análisis de identificación de actores claves.....	40
a) Aplicación de metodologías participativas.....	40
b) Análisis de actores y grupos de interés para identificación de causas y efectos del problema asociado.....	40
3.9 Técnicas de análisis de información.....	41
3.10 Planteamiento de una propuesta de conservación para mitigar los procesos antrópicos	45
3.11 Socialización de la investigación.....	45

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	47
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	82
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85
7. ANEXOS.....	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Lugares de estudio.....	2
Tabla 2. Identificación de parroquias del lugar de estudio.....	9
Tabla 3. Resolución radiométrica.....	16
Tabla 4. Bandas espectrales LANDSAT.....	17
Tabla 5. Características y aplicaciones de los sensores LANDSAT TM y ETM.....	18
Tabla 6. Combinaciones de las bandas de las imágenes Landsat.....	19
Tabla 7. Categoría de concordancia del coeficiente Kappa.....	25
Tabla 8. Coordenadas de ubicación del sitio de la parroquia Miguel Egas Cabezas.....	26
Tabla 9. Coordenadas de ubicación del sitio de la parroquia San Juan de Ilumán.....	27
Tabla 10. Coordenadas de ubicación del sitio de la parroquia San Roque.....	28
Tabla 11. Metadatos de la imagen Landsat.....	29
Tabla 12. Formato de los datos de la matriz de contingencia.....	35
Tabla 13. Proceso metodológico para mapeo de actores clave.....	44
Tabla 14. Superficie de las clases de uso de suelo y cobertura vegetal de las parroquias Miguel Egas Cabezas, San Juan de Ilumán y San Roque año 1993.....	47
Tabla 15. Superficie de las clases de uso de suelo y cobertura vegetal de las parroquias Miguel Egas Cabezas, San Juan de Iluman y San Roque año 2005.....	52
Tabla 16. Superficie de las clases de uso de suelo y cobertura vegetal de las parroquias Miguel Egas Cabezas, San Juan de Iluman y San Roque año 2018.....	56
Tabla 17. Matriz de contingencia o validación.....	64
Tabla 18. Superficie de la cobertura vegetal parroquia Miguel Egas Cabezas 1993-2005-2018.....	66
Tabla 19. Superficie de la cobertura vegetal parroquia San Juan de Ilumán 1993-2005-2018.....	68

Tabla 20. Superficie de la cobertura vegetal parroquia San Roque 1993-2005-2018.....	69
Tabla 21. Determinación por la aplicación de la identificación de los actores clave.....	72
Tabla 22. Matriz Foda.....	73
Tabla 23. Matriz de seguimiento y control para la ejecución de la propuesta de conservación parroquia Miguel Egas Cabezas	75
Tabla 24. Matriz de seguimiento y control para la ejecución de la propuesta de conservación parroquia San Juan de Ilumán	76
Tabla 25. Matriz de seguimiento y control para la ejecución de la propuesta de conservación parroquia San Roque.....	77
Tabla 26. Medición de impacto de la investigación.....	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio	8
Figura 2. Ubicación y delimitación parroquia Miguel Egas Cabezas.....	27
Figura 3. Ubicación y delimitación parroquia San Juan de Ilumán.....	29
Figura 4. Ubicación y delimitación parroquia San Roque.....	31
Figura 5. Imágenes Landsat 1993, 2005,2018.....	34
Figura 6. Cambio de uso de suelo y cambio de cobertura vegetal parroquias Miguel Egas Cabezas año 1993.....	49
Figura 7. Cambio de uso de suelo y cambio de cobertura vegetal parroquia San Juan de Ilumán año 1993.....	50
Figura 8. Cambio de uso de suelo y cambio de cobertura vegetal parroquia San Roque año 1993.....	51
Figura 9. Cambio de uso de suelo y cambio de la cobertura vegetal parroquia Miguel Egas Cabezas año 2005.....	53
Figura 10. Cambio de uso de suelo y cambio de la cobertura vegetal parroquia San Juan de Ilumán año 2005.....	54
Figura 11. Cambio de uso de suelo y cambio de la cobertura vegetal parroquia San Roque año 2005.....	55
Figura 12. Cambio de uso de suelo y cambio de la cobertura vegetal parroquia Miguel Egas Cabezas año 2018.....	57
Figura 13. Cambio de uso de suelo y cambio de la cobertura vegetal parroquia San Juan de Ilumán año 2018.....	58
Figura 14. Cambio de uso de suelo y cambio de la cobertura vegetal parroquia San Roque año 2018.....	59

Figura15. Uso de suelo y cambio de la cobertura vegetal período 1993 de las parroquias Miguel Egas Cabezas, San Juan de Ilumán y San Roque	63
Figura 16. Uso de suelo y cambio de la cobertura vegetal período 2005 de las parroquias Miguel Egas Cabezas, San Juan de Ilumán y San Roque	64
Figura17. Uso de suelo y cambio de la cobertura vegetal período 2018 de las parroquias Miguel Egas Cabezas, San Juan de Ilumán y San Roque	65

ÌNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Previa socialización para la identificación del problema.....	90
Anexo 2. Formato de encuesta para identificar las posibles causas y efectos del cambio de la cobertura vegetal	91
Anexo 3. Encuestas a los pobladores para identificar las causas del cambio de cobertura vegetal	93
Anexo 4. Toma de puntos para la ubicación del área de estudio.....	93
Anexo 5. Vista panorámica de la parroquia San Juan de Ilumán.....	94
Anexo 6. Vista panorámica de la parroquia Miguel Egas Cabezas.....	95
Anexo 7. Vista panorámica de la parroquia San Roque.....	95
Anexo 8. Invitación a la socialización acerca del tema de investigación.....	96
Anexo 9. Socialización de la investigación.....	97
Anexo 10. Formato de la encuesta realizada en la socialización	98
Anexo 11. Listado de asistentes a la socialización del tema investigado.....	99
Anexo 12. Matriz de contingencia con la validación de la clasificación supervisada.....	100
Anexo 13. Tabla de matriz de cambio parroquia Miguel Egas Cabezas 1993-2005 y 2018.....	101
Anexo 14. Tabla de tasa de cambio parroquia Miguel Egas Cabezas 1993-2005.....	101
Anexo 15. Tabla de tasa de cambio parroquia Miguel Egas Cabezas 2005-2018.....	102
Anexo 16. Tabla de matriz de cambio parroquia San Juan de Ilumán 1993-2005 y 2018.....	102
Anexo 17. Tabla de tasa de cambio parroquia San Juan de Ilumán 1993-2005.....	102
Anexo 18. Tabla de tasa de cambio parroquia San Juan de Ilumán 2005-2018.....	103
Anexo 19. Tabla de tasa de cambio parroquia San Roque 1993-2005 y 2018.....	103
Anexo 20. Tabla de tasa de cambio parroquia San Roque 1993-2005 y 2018.....	104

Anexo 21. Tabla de tasa de cambio parroquia San Roque 2005-2018.....	104
--	-----

1. INTRODUCCIÓN

Esta investigación tuvo como principal propósito conocer el cambio de la cobertura vegetal y el de plantear una propuesta de conservación para el Volcán Imbabura enfocada en tres parroquias, San Juan de Iluman, Miguel Egas Cabezas pertenecientes al Cantón Otavalo y San Roque que pertenece al Cantón Antonio Ante.

El Ecuador posee una riqueza natural y cultural dentro del territorio, es considerado como uno de los países con mayor existencia y abundancia en biodiversidad. La provincia de Imbabura, ubicada en la región Sierra, al norte del territorio ecuatoriano es una muestra de la gran riqueza del país, cuenta con importantes sistemas lacustres ubicados en las partes bajas de la cadena montañosa que la atraviesa y dan realce al paisaje imbabureño, dentro del cual el ícono más representativo es el cerro Imbabura , siendo importante desde los puntos de vista: cultural, biológico, social; alrededor del cerro existen asentamientos humanos, explotación de canteras y quebradas con drenajes intermitentes en fuertes pendientes lo que en el tiempo de lluvias ocasiona perjuicios y se presenta una alta ocurrencia de riesgos de inundación, erosión y arrastre de sedimentos lo que pone en riesgo a la población, propiedades y cultivos que se encuentran asentados alrededor. (Sigagro, 2004) . Por otro lado, la gestión del territorio, aplicada al análisis de los cambios de cobertura vegetal es importante para una caracterización integral del problema.

Conjuntamente con la ayuda de los Sistemas de Información Geográfica se realizó los mapas para el adecuado análisis multitemporal del cambio de la cobertura vegetal y así estructurar y acompañar a la propuesta de conservación.

Se realizó una previa capacitación dirigida a los comuneros acerca del uso adecuado de los recursos naturales que tenemos a nuestra disposición; es decir realizar un adecuado desarrollo sustentable y las actividades que pueden desarrollar para mantenerlos en su estado natural y así poder lograr a través de la integración e identificación de los actores claves de cada comunidad que pertenece a cada una de las 3 parroquias con el único fin de preservar las especies que existen en la actualidad. Mediante el resultado de la aplicación de encuestas se determinó que en el área conviven comunidades indígenas, las que en muchas ocasiones

han subsistido con lo que la naturaleza les provee; esta zona en las últimas décadas se ha visto abocada por graves problemas debido a la destrucción de la cobertura boscosa a través de procesos como la expansión de la frontera agrícola, el aprovechamiento forestal, la ganadería y la colonización principalmente, situación que ha traído serias consecuencias como la pérdida de biodiversidad específica y el deterioro de importantes ecosistemas que ponen en peligro la seguridad alimentaria de la población asentada en esta parte del territorio.

Tabla 1

Lugares de estudio

N	Parroquia	Cantón
1	Miguel Egas Cabezas	Otavalo
2	San Juan De Iluman	Otavalo
3	San Roque	Antonio Ante

Elaborado: Por la Autora

Resumen

Este estudio se realizó en la provincia de Imbabura, en el Cantón Otavalo en las parroquias de Miguel Egas Cabezas y San Juan de Iluman, en el Cantón Antonio Ante en la parroquia de San Roque donde se determinó que existe un cambio de cobertura vegetal por medio del mapeo que se lo realizó con imágenes Landsat de los años 1993, 2005 y 2018, además por medio de la encuesta que se realizó a las tres parroquias, se estableció que la principal fuente de ingreso son las actividades pecuarias y agrícolas.

Para considerar el cambio de la vegetación se optó por realizar un análisis multitemporal de los años 1993, 2005, 2018 de la cobertura vegetal en las faldas del cerro Imbabura, enfocadas en las tres parroquias con el apoyo de imágenes satelitales; y la identificación de actores claves para determinar las posibles causas del cambio de la cobertura vegetal, con esto realizar una propuesta de conservación.

Sin duda ha existido un cambio de la cobertura vegetal en cada una de las tres parroquias donde se realiza el estudio, mientras que el bosque ha ido desapareciendo, ha existido un crecimiento poblacional para el año 2018.

Es por ello que se necesita, elaborar una propuesta de conservación, la cual priorizará los diferentes factores bióticos que posee las faldas del cerro Imbabura y así promover buenas prácticas ambientales y emplear un adecuado desarrollo sustentable enfocado hacia las diferentes comunidades que habitan en el lugar de estudio. De esta manera se pretende proteger al cerro Imbabura para las futuras generaciones.

Palabras clave: Cobertura vegetal, análisis multitemporal, conservación.

Abstract

This study was carried out in the province of Imbabura, in the Otavalo Canton in the parishes of Miguel Egas Cabezas and San Juan de Iluman, in the Antonio Ante Canton in the Parish of San Roque where it was determined that there is a change in vegetation coverage through of the mapping that was carried out with Landsat images of the years 1993, 2005 and 2018, also by means of the survey that was carried out to the three parishes, it was established that the main source of income is livestock and agricultural activities.

To consider the change in vegetation, a multitemporal analysis of the years 1993, 2005, 2018 of the vegetation cover on the slopes of the Imbabura hill, focused on the three parishes with the support of satellite images, was chosen; and the identification of key actors to determine the possible causes of the change in the vegetation cover, with this a proposal for conservation.

Undoubtedly there has been a change in the vegetation coverage in each of the three parishes where the study is conducted, while the forest has been disappearing, there has been a population growth for the year 2018.

That is why it is necessary to develop a conservation proposal, which will prioritize the different biotic factors that the slopes of the Imbabura hill possess and thus promote good, environmental practices and use an adequate sustainable development focused on the different communities that inhabit the place study.

In this way it is intended to protect the hill Imbabura for future generations.

Keywords: Plant cover, multi-temporal analysis, conservation.

Antecedentes

Imbabura se caracteriza por la gran belleza paisajística, por poseer al Volcán Imbabura como cerro emblemático de identidad tradicional de los pueblos kichwa que habitan en las faldas que son beneficiados por una gran diversidad de ecosistemas propios del lugar como son páramos, relictos de bosques nativos y las vertientes que están cerca al cerro. (Jaramillo, 2009).

En lo referente al componente social, el cerro tiene una incidencia en la vida cultural de los pueblos indígenas y su cosmovisión siendo ícono de la cultura de la provincia a tal punto que la provincia lleva el mismo nombre del cerro. El cerro Imbabura ha sido afectado por actividades antrópicas que han producido alteración de la cobertura vegetal herbácea por incendios y disminución de los relictos de bosque nativo por avance de la frontera agrícola, siendo de vital importancia la cobertura vegetal existente permite el almacenamiento de agua que abastecen a las poblaciones de las partes bajas de los cantones; Antonio Ante y Otavalo a través del Proyecto PRODERENA, realizaron la reforestación con especies nativas en las faldas del cerro además que se estableció una Ordenanza Bicantonal para la conservación de la parte alta del Imbabura. (Aldas, 2006).

El cambio de cobertura es el conflicto principal; por ello mediante este estudio se plantea determinar una propuesta de conservación, además de identificar las causas y los efectos del cambio de la cobertura vegetal a través del análisis multitemporal utilizando imágenes Landsat, complementando la ayuda con los Sistema de Información Geográfica, se plantea obtener imágenes y mapas que permita entender la pérdida de los bosques naturales por la afectación antrópica.

Objetivos

General:

Determinar el cambio de cobertura vegetal por medio del análisis multitemporal con el empleo de Sistemas de Información Geográfica para la definición de alternativas de conservación del Volcán Imbabura.

Específicos:

1. Realizar análisis multitemporal de la cobertura vegetal en las parroquiales San Roque, Ilumán y Miguel Egas Cabezas pertenecientes al volcán Imbabura mediante el empleo de Sistemas de Información Geográfica que permita identificar la variación de la superficie.
2. Identificar la problemática asociada a la pérdida de cobertura vegetal con la participación de actores claves para que contribuya a sensibilizar a los participantes.
3. Formular una propuesta de conservación para mitigar los procesos antrópicos que han ocasionado los pobladores de las parroquias de San Roque, Ilumán y Miguel Egas con la participación de actores locales de la zona de estudio.
4. Socializar resultados a las Juntas Parroquiales San Roque, Ilumán y Miguel Egas Cabezas mediante metodologías participativas.

Alcance

El presente trabajo se realizó en el cerro Imbabura, el cual administrativamente corresponde a los cantones de Antonio Ante y Otavalo, el área de estudio cubre una superficie de 4596,08 hectáreas.

El análisis de imágenes satelitales y elaboración de mapas se realizó a escala 1:125.000, lo que permite información detallada y permite conocer la situación actual del Imbabura.

Con los resultados obtenidos por medio de la utilización de los Sistemas de Información Geográficas permitió socializar a los actores involucrados el uso de nuevas tecnologías para la generación de información útil como herramienta para la toma de decisiones. Además de realizar una propuesta de conservación para poder fomentar el cuidado y conservación de las faldas del cerro Imbabura enfocados en las tres parroquias.

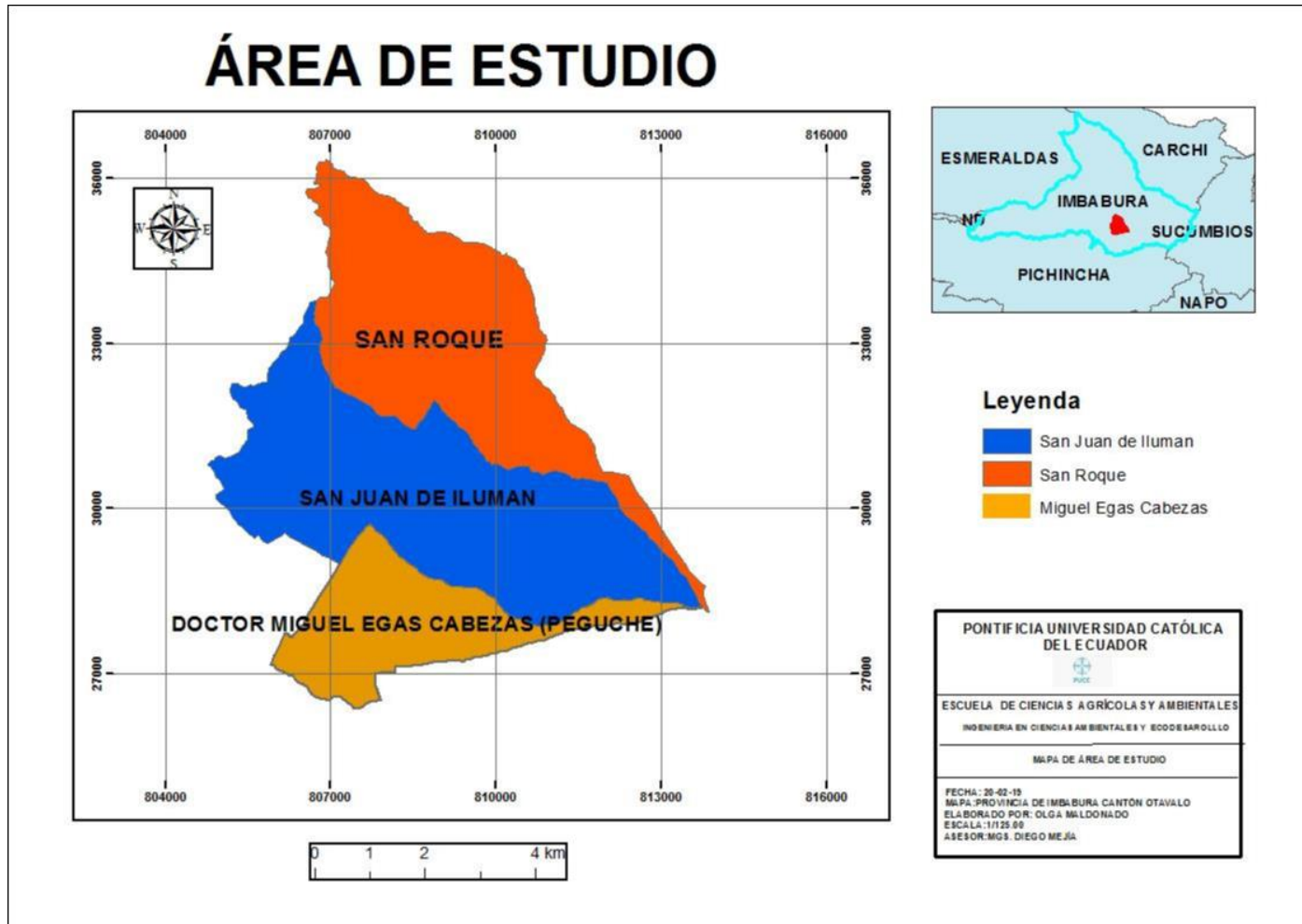


Figura 1. Ubicación del área de estudio

Elaboración: La Autora

Tabla 2.

Identificación de parroquias del lugar de estudio

PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA	Área (ha)
IMBABURA	OTAVALO	Dr. Miguel Egas Cabezas (Peguche)	841,586 ha
		San Juan de Ilumán	2091,83 ha
	ANTONIO ANTE	San Roque	1662,67 ha

Elaborado: por la Autora

2. ESTADO DEL ARTE

2.1 El avance de la frontera agrícola

El avance de la frontera agrícola es un proceso de asentamiento de la población y apropiación de las nuevas tierras por parte de los productores, quienes organizan en ellas sus explotaciones agropecuarias por otros nuevos como los cultivos. (Rodríguez, 1996).

El desarrollo de las actividades agropecuarias en las áreas de ladera generalmente va dejando atrás suelos fuertemente degradados, con una capacidad productiva escasa o muy limitada. Esto representa una gran amenaza para sistemas altamente frágiles o vulnerables, como lo son las zonas de recarga hídrica de las fuentes abastecedoras de agua, la pérdida de la cobertura vegetal de bosque que se ha producido debido al aumento de la tasa demográfica (Sawyer, 1986).

2.1.1 Impacto en los suelos

Los conjuntos de los suelos de ladera se determinaron que son vulnerables a una erosión por causa de las inadecuadas prácticas de manejo ambiental que deben practicar. El rápido deterioro de la fertilidad del suelo, la falta de tierras con alto potencial productivo y la elevada tasa de crecimiento poblacional constituyen algunos de los factores que inducen a la

acelerada expansión de la frontera agrícola dentro de las áreas boscosas de ladera. (FAO, 2015).

El avance de la frontera agrícola generalmente sigue un patrón de tala y quema de las zonas forestales, seguido por la adopción de un sistema de producción y manejo generalmente inadecuado que disminuye la capacidad productiva del suelo, promoviendo y acelerando su degradación. Con esto, el agricultor tiende a descombrar nuevas áreas boscosas y a abandonar las previamente cultivadas y degradadas. (FAO, 2015).

La cobertura vegetal de los bosques protege los suelos ya que el follaje depositado por los árboles mitiga el efecto erosivo que produce el impacto de las gotas de lluvia. Por otra parte, esta capa de materia orgánica favorece la penetración gradual y paulatina del agua y disminuye la pérdida de agua por efecto de la escorrentía superficial. Cuando el suelo no tiene cobertura vegetal o está al descubierto, las gotas de lluvia golpean la superficie y desprenden las partículas de suelo, y el agua de escorrentía las arrastra en dirección a la pendiente, por lo tanto la falta de cobertura vegetal implica que habrá una gran pérdida de suelo por efecto de la escorrentía superficial. (Langle, 2010).

2.1.2 Pérdida del ecosistema

Las últimas décadas de industrialización han dejado grandes impactos en el planeta. Dentro de las alteraciones de mayor impacto se encuentra la pérdida de los ecosistemas naturales y de sus servicios ambientales, debido a las modificaciones que se dan en las bases estructurales propias del planeta: como es el cambio climático y sus efectos más nocivos, entre los que se encuentran la pérdida de agua dulce, oxígeno, suelo y especies biológicas (Martínez, 2006).

En Ecuador, a pesar de ser un territorio poco extenso, presenta un alto porcentaje de biodiversidad y endemismo, en el que algunos ecosistemas están siendo fuertemente amenazados. En la Costa la destrucción acelerada de los bosques ha afectado seriamente la biodiversidad según el botánico Gentry, se cree que han desaparecido varias especies; en cuanto a la Sierra la vegetación natural ha sido casi exterminada por las actividades antrópicas. En el Oriente la deforestación está disminuyendo fuertemente la vegetación

natural, especialmente en los declives andinos y en las zonas colonizadas de la parte baja (Challenger, 2003).

A nivel mundial, las técnicas de teledetección han sido utilizadas en la caracterización de cambios en la cobertura y usos de la tierra. Esta tecnología sirve para el monitoreo de fenómenos naturales u otras modificaciones que experimenta una región como consecuencia de las acciones antrópicas por intervención del hombre. (Salvatierra, 2000).

El análisis multitemporal de fotografías aéreas e imágenes de satélite, de acuerdo a diversos autores, constituye un método efectivo para la detección de cambios en la vegetación dada la alta correlación existente entre la variación espectral en la imagen y el cambio en la cubierta vegetal, que permite evaluar las consecuencias de estos cambios a partir de su detección, control y análisis rápido y eficiente (Hernandez, 2012).

a) La biodiversidad

La biodiversidad es la riqueza total en composición y número de manifestaciones de las formas de vida de la naturaleza; incluye toda la gama de variación y abundancia de genes, organismos, poblaciones, especies, comunidades, ecosistemas y los procesos ecológicos de los que son parte. Según su complejidad, la diversidad se divide en genes, especies y ecosistemas. (Lorenzo y Martinez 2006).

La importancia de la biodiversidad se puede sintetizar en dos rasgos esenciales. Por un lado la biodiversidad es el fruto del trabajo de millones de años de la naturaleza, por lo que su valor es incalculable e irremplazable. Y por otra parte, la diversidad de las especies es garantía para el funcionamiento correcto del sistema que forman los seres vivos junto con el medio en el que viven y al que contribuyen para su supervivencia. (Moises, 2008).

La biodiversidad del país constituye la riqueza natural de los ecuatorianos y por lo tanto es un recurso estratégico que nos ofrece múltiples alternativas para el desarrollo sustentable, por lo que debe ser conservado y manejado de forma coordinada e integral de manera que se garantice su permanencia en el largo plazo. Sin la conservación, sin la consideración cuidadosa, respetuosa, solidaria de las realidades naturales, incluidas las humanas el desarrollo no será verdadero progreso (Ramos, 1993).

El conservar y utilizar de manera sostenible los recursos biológicos y culturales significa mantener las diferentes opciones de las actividades económicas, como el ecoturismo, los recursos para bioprospección, los servicios ambientales, el extractivismo y la agricultura sustentable; a fin de lograr el mejoramiento de la calidad de vida de los ecuatorianos (Organización de Gobierno de Áreas Protegidas, UNESCO 2005).

b) Ecosistema y conservación

Los ecosistemas y la biodiversidad que albergan son el soporte vital de la Tierra la humanidad depende de ellos, para el aire que se respira, los recursos naturales renovables y el agua. Los humedales filtran los contaminantes del agua; las plantas y árboles reducen el calentamiento global absorbiendo el carbono, los microorganismos descomponen la materia orgánica y fertilizan el suelo, para proveer los alimentos. La biodiversidad ayuda a polinizar las flores y cultivos y también provee comida y medicinas para el bienestar de la humanidad. Sin ella el mundo no seríamos capaces de sobrevivir. (UNESCO, 2005).

La importancia de nuestro mundo natural se revela en las miles de maneras diferentes en que los organismos de la Tierra interactúan entre sí, para contribuir al balance del ecosistema global y la supervivencia del planeta. No hay una sola forma de vida que pueda vivir en aislamiento. (UNESCO, 2005).

La conservación y el uso sostenible de la biodiversidad son elementos clave para avanzar hacia un modelo de economía verde y un desarrollo sostenible, que minimice el impacto de las actividades humanas y reconozca el valor y la relevancia que tienen los servicios de los ecosistemas para el desarrollo y el bienestar. (UNESCO, 2005).

2.1.3 Territorio y patrimonio cultural

Es ineludible incluir al territorio con el patrimonio cultural; por lo que, debe ser estudiado como un sistema de elementos naturales y artificiales sobre el cual el ser humano realiza sus actividades vitales y que es modificado por su acción en función de sus necesidades e inquietudes. Este patrimonio cultural es el total de rasgos distintivos espirituales, materiales, intelectuales y emocionales que caracterizan a una sociedad o grupo social que incluye no sólo a las artes y a las letras; sino también, los modos de vida, los derechos fundamentales

del ser humano, los sistemas de valores, tradiciones y las costumbres que han sido moldeadas a través de las generaciones (UNESCO, 1982).

2.1.4 Cobertura vegetal

La cobertura vegetal se la puede definir como la capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre, comprendiendo una amplia gama de biomasas con diferentes características ambientales que van desde pastizales hasta las áreas cubiertas por bosques naturales. También se incluyen las coberturas vegetales inducidas que son el resultado de la acción humana como serían las áreas de cultivos (Bennett, 1999).

2.1.5 Cambios en la cobertura vegetal

Según Heathcote (1998), los cambios de la cobertura vegetal es un componente importante en el estudio de cambio ambiental global. La naturaleza dinámica de patrones de cobertura vegetal/uso suelo y sus cambios es un fenómeno que afecta muchos procesos ecológicos y biofísicos, tales como la estructura trófica, la composición de las especies.

Además, en regiones tropicales, los cambios de cobertura vegetal (específicamente la deforestación) es uno de las amenazas más graves a la biodiversidad. Al considerar la acción humana dentro de la cuenca, se encuentra que la remoción de cobertura vegetal, entre otros parámetros (ausencia de controles de aguas servidas y de programas de manejos de los suelos), constituye una variable relacionada con las peores condiciones socio ambientales en aquellos sectores donde se presenta un aumento descontrolado de la población e infraestructuras (Heathcote, 1998).

2.2 Teledetección

La teledetección es la percepción remota, la ciencia de adquirir y procesar información de la superficie terrestre desde sensores instalados en plataformas espaciales, gracias a la interacción de la energía electromagnética que existe entre el sensor y la tierra. Para esta investigación se va a definir la teledetección espacial que es una técnica que permite adquirir imágenes de la superficie terrestre y la atmósfera desde sensores instalados en plataformas espaciales. Por ser una técnica que no está en contacto directo con el objeto requiere que entre el sensor y el objeto haya un flujo de información, el cual es conocido como radiación electromagnética la cual puede ser emitida por el objeto o proceder de otro cuerpo y haber sido reflejada por este. Todos los cuerpos u objetos (seres vivos, planetas u objetos inanimados) emiten radiación electromagnética. La cantidad y tipo de radiación que emiten depende básicamente de su temperatura. El mayor emisor de esta radiación en el sistema solar es el sol, y la radiación que refleja la tierra y los objetos situados en ella es la que se utiliza comúnmente en teledetección. Otro tipo de emisión puede provenir del mismo sensor, el cual incorpora en su sistema un rayo emisor de radiación (Chuvieco, 1996).

2.2.1 Imagen satelital

Las imágenes son matrices de celdas llamadas píxeles, formadas por un determinado número de filas y columnas. Cada una de esas celdas representa un área geográfica indivisible, determinando así el detalle espacial mínimo que se puede distinguir dentro de la imagen. El tamaño de la superficie que puede ser representada (es decir, el tamaño del pixel), varía dependiendo del satélite y de los sensores que tomen la imagen. Cada pixel contiene un valor numérico, que representa en promedio la cantidad de energía solar que esa superficie refleja. Como la energía que se refleja depende de que lo que haya sobre ella, los sensores ubicados en los satélites captan distintos niveles y calidades de energía, que luego pasan a ser distintos colores en una imagen ya formada (Chuvieco, 2011).

Una característica sumamente importante de los sensores de imágenes satelitales es que obtienen información dentro de rangos específicos de longitud de onda dentro del espectro

fotomagnético. Esta información es registrada en distintos canales o bandas espectrales. Para visualizar las imágenes satelitales, podemos combinar y visualizar las distintas bandas digitales mediante los tres colores primarios (azul, verde y rojo) que capta el ojo humano. De este modo, es posible visualizar energía de longitudes de onda invisibles al ojo humano, como la luz infrarroja, que puede ser de gran utilidad para estudiar distintos objetos o fenómenos (Canada Center for Remote Sensing, 2002).

2.2.2 Firmas espectrales

Es la forma en la cual un objeto refleja, emite o absorbe la energía conforme a un patrón espectral “Firma Espectral”. La misma que permite identificar y discriminar diferentes objetos del ambiente estas se elaboran a partir de la señal registrada por los Sensores Remotos en las diferentes longitudes de onda del Espectro Electromagnético (Karszenbaum y Barraza, 2013).

2.2.3 Técnicas de Teledetección aplicada al monitoreo de la cobertura vegetal

Arenas, Haeger (2011) describen a continuación las técnicas de Teledetección aplicadas para registrar el uso de suelo y cobertura vegetal.

2.2.3.1 Plataformas satelitales LANDSAT

Los sensores ubicados en las plataformas de observación captan la radianza y reflectancia de los objetos terrestres, las mismas que pueden ser espaciales o aéreas en la cual captan diversas longitudes de onda del espectro electromagnético, que son susceptibles de recibir y medir la intensidad de la radiación que surgen del suelo, posibilitando la manipulación para su interpretación (Arenas, 2011).

Las imágenes Landsat dentro de sus características, el sensor ETM dispone la lectura en ocho Bandas como se indica en la tabla 1 y 2 ubicadas en distintas regiones del espectro electromagnético, a diferencia del TM que dispone de 7 bandas como se muestra en la tabla

y donde se indica las características de la resolución radiométrica (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2009).

Tabla 3.

Resolución Radiométrica de las imágenes Landsat

Características de las Bandas T-7 ETM+				
Numero de Banda	Rango espectral (um)	Línea de datos por escáner	Longitud de la línea (bytes)	Bits por pixel
1	0,450-0,515	16	6,600	8
2	0,525-0,605	16	6,600	8
3	0,630-0,690	16	6,600	8
4	0,775-0,900	16	6,600	8
5	1,550-1,750	16	6,600	8
6	10,40-12,50	8	3,300	8
7	2,090-2,35	16	6,600	8
8	0,520-0,900	32	13,200	8

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2009)

Tabla 4.

Bandas Espectrales LANDSAT (TM y ETM+)

Longitudes de Onda (μM)								
Sensor	Banda 1	Banda 2	Banda 3	Banda 4	Banda 5	Banda 6	Banda 7	Banda 8
TM	0,45- 0,52	0,52- 0,60	0,63- 0,69	0,76-0,90	1,55-1,75	10,4-12,5	2,08-2,35	No existe
ETM+	0,45- 0,52	0,53- 0,61	0,69- 0,69	0,78-0,90	1,55-1,75	10,4-12,5	2,09-2,35	0,52- 0,90

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2009)

Tabla 5.

Características y aplicaciones de los sensores LANDSAT TM y ETM

Bandas	Banda espectral (μm)	Aplicaciones
1	0,45-0,52 (azul)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mapeo de aguas costeras ○ Diferenciación entre suelo y vegetación ○ Diferenciación entre vegetación conífera y decidua
2	0,52-0,60 (verde)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mapeo de vegetación ○ Calidad de agua
3	0,63-0,90 (rojo)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Absorción de clorofila ○ Diferenciación de especies vegetales ○ Áreas urbanas y uso de suelo ○ Agricultura ○ Calidad de agua
4	0,76-0,90 (infrarrojo cercano)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Delimitación de cuerpos de agua ○ Mapeo geomorfológico y geológico ○ Identificación de áreas de incendios y áreas húmedas ○ Agricultura y vegetación
5	1,55-1,75 (infrarrojo termal)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Uso de suelo ○ Medición de humedad en la vegetación ○ Diferenciación entre nubes y nieve ○ Agricultura ○ Vegetación
6	10,40-12,50 (infrarrojo termal)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mapeo de tres térmico en las plantas ○ Corrientes marinas ○ Propiedades termales del suelo
7	2,08-2,35 (infrarrojo medio)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Identificación de minerales ○ Mapeo hidrotermal

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2009)

Tabla 6.

Aplicaciones de las combinaciones de las bandas de las imágenes Landsat

Combinaciones de Bandas	Aplicaciones
<p>Combinación en color natural: RGB 321</p> <p>Banda 3,2,1</p>	<p>Se diferencia el agua poco profunda y distingue aguas turbias corrientes, batimetría y zonas con sedimentos. El azul oscuro señala aguas profundas, el azul claro (aguas de media profundidad); la vegetación se muestra en tonos verdes, el suelo en tonalidad marrones el suelo sin vegetación y la roca se presenta en tonos amarillos</p>
<p>Combinaciones en falso color: RGB 432</p> <p>Banda 4,3,2</p>	<p>El rojo-magenta indica vegetación vigorosa , cultivos regados bosques de caducifolias y cultivos herbáceos de secano ; la tonalidad rosa muestra blanco indica áreas de escasa o nula vegetación , nubes , arenas, depósitos salinos, canteras y suelos desnudos , el color azul oscuro a negro señala ríos , canales lagos ,embalses y en tonos negros flujos de lava , el tono gris a azul metálico hace referencia a ciudades o áreas pobladas , el azul metálico hace referencia a ciudades o áreas pobladas , el color marrón indica vegetación arbustiva y la tonalidad beige dorado identifica prados secos asociados con matorral ralo</p>
<p>Combinaciones en falso color: RGB 543</p> <p>Bandas 5,4,3</p>	<p>Diferencia los límites entre el agua y la tierra los diferentes tipos de vegetación aparecen en tonalidades marrones, verdes y naranjas. Se utiliza para realizar el análisis de humedad en el suelo y vegetación</p>
<p>Combinaciones en falso color: RGB 742</p> <p>Bandas 7,4,2</p>	<p>La tonalidad magenta indica áreas urbanas las praderas aparecen en tonos verde claro y los colores verde oliva a verde brillante muestran áreas forestales</p>
<p>Combinaciones en falso color: RGB 341</p> <p>Bandas 3,4,1</p>	<p>La vegetación vigorosa aparece en tonos verdes intensos, áreas edificadas en tonalidades violáceas , el color verde a negro indica zonas arboladas intensas y los tonos marrones señalan cultivos de cereal</p>
<p>Combinaciones en falso color: RGB 542</p> <p>Bandas 5,4,2</p>	<p>Permite discriminar el uso del suelo y cobertura vegetal en tonalidades de color verde. Los cultivos aparecen en color café claro , los pastos se muestran en tonalidades verdes intensos, los tonos verdes oscuros indican cobertura boscosa , y el color café oscuro muestra las áreas de paramo</p>

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2009)

2.2.3.2 Aplicación de los Sistemas de Información Geográficas en cambios de la cobertura vegetal

Los SIG en la actualidad son una herramienta imprescindible en la toma de decisiones respecto al manejo de los recursos que posee en las faldas del Cerro Imbabura siendo especialmente interesantes en la valoración de los recursos forestales (inventario, seguimiento y determinación de la idoneidad de localización) y en el manejo de los recursos (análisis, modelización, y predicciones para la toma de decisiones de gestión) (Salvatierra, 2000).

2.2.3.3 Análisis multitemporal de uso de suelo y cobertura vegetal

Se realiza mediante la comparación de las coberturas vegetales interpretadas en dos imágenes de satélite o mapas de un mismo lugar en diferentes fechas y permite los cambios en la situación de las coberturas que han sido clasificadas. Como los meses de un año y los años entre sí difieren en sus características climáticas, un análisis multitemporal es mucho más eficiente que el análisis de una sola imagen. (Obando, 2012).

Un estudio realizado en el Ecuador continental, para conocer la tasa de deforestación, se mantuvo la siguiente metodología, el primer paso utilizado fue el de segmentación, que establece regiones homogéneas (polígonos) dentro de la imagen. Cada segmento o polígono fue clasificado de acuerdo a un método no supervisado, el cual clasifica los segmentos en base a sus atributos espectrales. Finalmente, los mapas se revisaron y editaron visualmente para resolver problemas de mezcla espectral o mezcla entre clases temáticas (Ambiente, 2012).

La incertidumbre asociada a los mapas de uso y cobertura de la tierra se cuantificó mediante la combinación de distintas estrategias que incluyeron trabajo de campo y uso de imágenes satelitales de referencia, de acuerdo al contexto de accesibilidad existente en distintas regiones del Ecuador. La incertidumbre de cada mapa de cobertura y uso de la tierra generada se cuantificó utilizando el índice estadístico Kappa, el cual evalúa si la clasificación ha discriminado las categorías de interés con exactitud. Un valor Kappa igual a 1 indica un

acuerdo pleno entre la realidad y el mapa, mientras un valor cercano a 0 sugiere que el acuerdo observado es puramente debido al azar. El valor de Kappa nacional es el promedio de los generados y validados independientemente por áreas de trabajo.

El índice Kappa a nivel nacional es de aproximadamente 0,7 para los mapas de 1993, 2005 y 2018 (Ambiente, 2012).

2.3 Clasificación de las imágenes basada en el pixel

Existen varios tipos de clasificación de imágenes satelitales, las más comunes son la supervisada y la no supervisada.

2.3.1 Clasificación supervisada

Esta requiere de cierto conocimiento previo del terreno y de los tipos de coberturas, a través de una combinación de trabajo de campo, análisis de fotografías aéreas, mapas e informes técnicos (Posada, 2012).

En contraste con la clasificación no supervisada, el método de clasificación supervisada comienzan a partir de una identificación inicial de cierto sector o los píxeles de la imagen que se sabe que comprenden en particular la vegetación u otros tipos de superficie de interés para el estudio en particular (Robin, 2010).

Con base de este conocimiento se definen y se delimitan sobre la imagen las áreas de entrenamiento, las características espectrales de estas áreas son utilizadas para “entrenar” un algoritmo de clasificación, en el cual se calcula los parámetros estadísticos de cada banda para cada sitio de entrenamiento y evaluar cada ND de la imagen, compararlo y asignarlo a una respectiva clase (Langle, 2010).

Es importante para garantizar que los píxeles de formación elegidos son lo más homogéneo posible, y que cada clase es claramente separable. (Frazier, 1999).

La clasificación supervisada pretende definir las clases temáticas que no tengan claro significado espectral considerada por esto como un método artificial (Posada, 2012).

2.3.2 Clasificación no supervisada

Esta no requiere conocimiento de los tipos de cobertura a priori, el proceso se basa en la elección de las bandas espectrales de la imagen a clasificar, definición de número de clases espectrales, selección de los criterios de similitud y algoritmos de agrupación. (Robin, 2010).

Según Posada (2012), esta clasificación contempla los procedimientos de agrupación de los píxeles de una imagen según su similitud espectral, sin conocimiento previo del contexto temático. Esta clasificación asocia píxeles de forma automática a una clase que no ha sido entrenada previamente, cuenta con parámetros estadísticos, los cuales buscan disminuir las desviaciones de las clases y maximizar la distancia al centro de cada agrupación de píxeles encontrados. La clasificación no supervisada se utiliza para áreas de estudio que no se conoce a detalle un número arbitrario de clases consideradas por el investigador.

2.4 Validación de la clasificación de imágenes

En la validación de cualquier método de clasificación de imágenes se recomienda realizar el análisis de exactitud (aciertos de las clasificaciones), comparando con otra que el investigador manifieste como absoluta, el mismo que es realizado mediante una Matriz de confusión y el Coeficiente de Kappa (Espín y Sarría, 2015).

2.5 Matriz de confusión

La matriz de confusión, es una herramienta de comparación, en la que se recogen los conflictos generados entre clases, es decir, se establece una relación entre la cobertura real y la clasificación. La diagonal de esta matriz expresa el número de puntos (píxeles, hectáreas, etc.), en donde se produce un acuerdo entre las dos fuentes (mapas o la realidad), mientras los espacios marginales suponen errores de asignación (Chuvieco, 2011).

Según Chuvieco (2011) describe que los niveles de fiabilidad global son tomados en cuenta por medio de cuatro parámetros:

1. Errores de omisión, se refieren a una definición imperfecta de la categoría.
2. Errores de comisión, se refieren a una delimitación excesivamente amplia.
3. Exactitud del usuario, que está en relación inversa con los errores de comisión.
4. Exactitud del productor, que está en relación inversa con los errores de omisión.

Para la corrección de los diferentes tipos de exactitud se emplea el Coeficiente Kappa.

2.6 Coeficiente de validación Kappa

Se lo utiliza para determinar la semejanza de dos clasificaciones de imágenes siendo un estadístico que calcula la relación de dos metodologías. Se realiza mediante la siguiente ecuación:

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

Donde r hace referencia al número de filas en la matriz; x_{ij} número de píxeles de la fila i, columna j (diagonal mayor); x_i, fila i; x_j, columna j y N el total de píxeles de la matriz. El valor del coeficiente de validación se encuentra en un rango de 0 a 1, entre más cerca esté a 1 indica que la concordancia de los dos métodos es muy alta (Cárcamo y Rojas, 2015).

Según Boca y Rodríguez (2010), este índice se clasifica en 6 categorías:

Tabla 7.

Categoría de concordancia del Coeficiente Kappa

Rango	Concordancia
0	Nula
0,01-0,02	Leve
0,21-0,40	Aceptable
0,41-0,60	Moderable
0,61-0,80	Considerable
0,81-1,00	Casi perfecto

Fuente: Boca y Rodríguez (2010)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales y equipos

La presente investigación comprendió el estudio del cambio de la cobertura vegetal en el Volcán Imbabura y además elaborar un planteamiento de una propuesta de conservación.

Los materiales y equipos utilizados en el presente estudio fueron:

Listado de Materiales

3.1.1 Materiales de campo

- Navegador GPS
- Cámara Fotográfica
- Libro De Campo

3.1.2 Materiales de oficina

- Computadora
- Impresora
- Imágenes Satelitales Landsat
- Software ArcGIS 10.5.1
- Cartuchos de Tinta
- Infocus

3.2 Fase de diagnóstico

La fase de diagnóstico consistió en la recopilación de información de la línea base del área de estudio.

3.2.1 Área de estudio

El área de estudio se localiza en las partes bajas del Volcán Imbabura, ubicado al norte del país, forma parte de dos cantones y 3 parroquias del sur de la provincia de Imbabura.

Los límites del área de estudio se determinaron en base a recorridos de campo para verificar el cambio de la cobertura vegetal por parte de las comunidades asentadas en las partes bajas del cerro Imbabura.

Se realizaron cartografías a escala 1:125.000, durante los recorridos se elaboraron registros fotográficos que se muestran en anexos.

PARROQUIA MIGUEL EGAS CABEZAS

Tabla 8

Coordenadas de ubicación del sitio de la parroquia Miguel Egas Cabezas

Sitio N°	Coordenadas		Altitud msnm
	Y (UTM)	X (UTM)	
1	0809596	10027068	2714
2	0810295	10027104	2801
3	0810393	10026550	2801
4	0810442	10026513	3000

Elaborado: Por la Autora

PARROQUIA MIGUEL EGAS CABEZAS

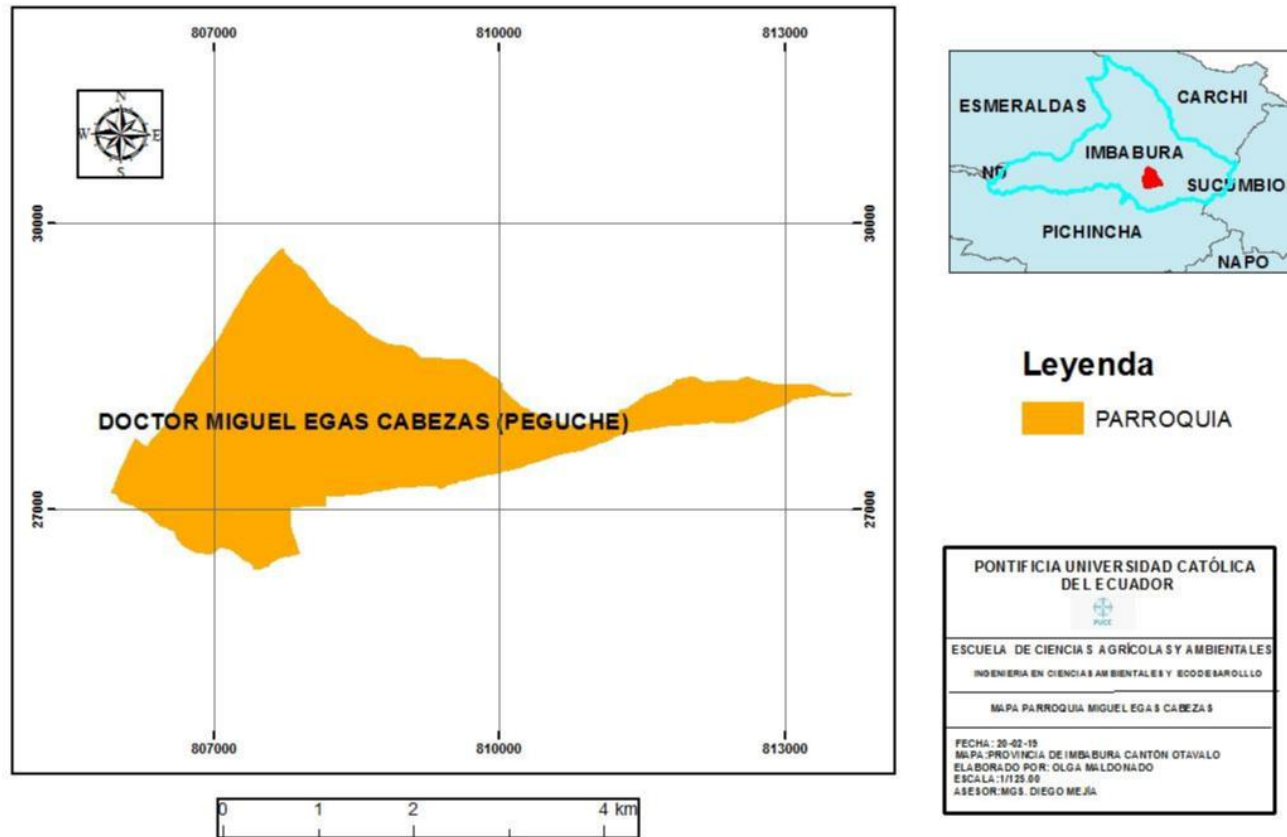


Figura 2. Ubicación de la Parroquia Miguel Egas Cabezas

Elaboración: La Autora

PARROQUIA SAN JUAN DE ILUMAN

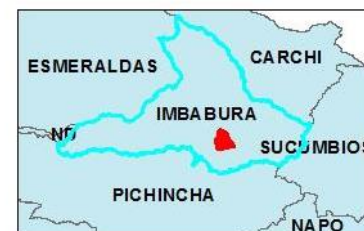
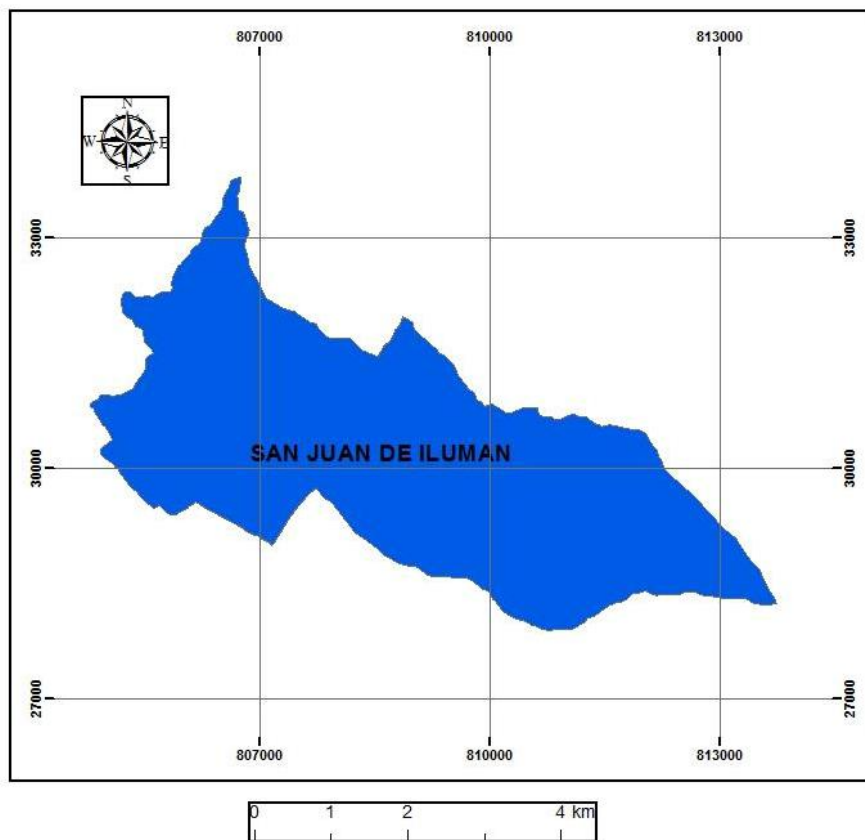
Tabla 9

Coordenadas de ubicación del sitio de la parroquia San Juan de Ilumán

Sitio N°	Coordenadas		Altitud
	Y (UTM)	X (UTM)	msnm
1	0809596	10027068	2714
2	0810295	10027104	2801
3	0810393	10026550	2801
4	0810442	10026513	3000

Elaborado: Por la Autora

PARROQUIA SAN JUAN DE ILUMAN



Leyenda

 PARROQUIA

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA
DEL ECUADOR



ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES
INGENIERIA EN CIENCIAS AMBIENTALES Y ECODesarrollo

MAPA PARROQUIA SAN ROQUE

FECHA: 20-02-19
MAPA: PROVINCIA DE IMBABURA CANTÓN OTAVALO
ELABORADO POR: OLGA MALDONADO
ESCALA: 1:125 000
ASESOR: MGS. DIEGO MEJIA

Figura 3. Ubicación de la Parroquia San Juan de Iluman

Elaboración: La Autora

PARROQUIA SAN ROQUE

Tabla 10.

Coordenadas de ubicación del sitio de la parroquia San Roque/cantón Antonio Ante

Sitio N°	Coordenadas		Altitud msnm
	Y (UTM)	X (UTM)	
1	0809596	10027068	2714
2	0809597	10027104	2801
3	0809598	10026550	2801
4	0809599	10026513	3000

Elaborado: Por la Autora

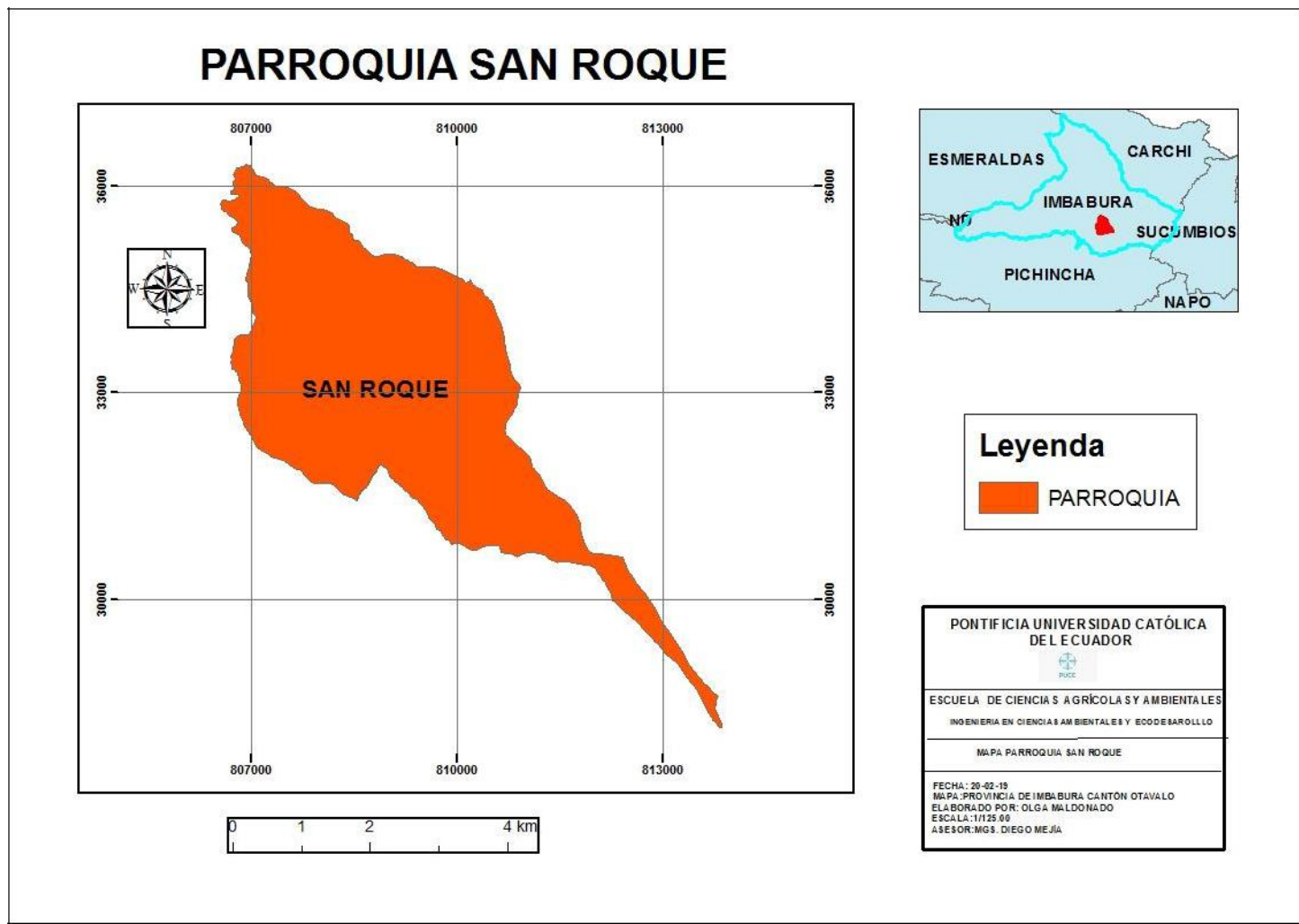


Figura 4. Ubicación de la Parroquia San Roque

Elaboración: La Autora

3.3 Adquisición de imágenes Landsat

Se adquirieron 3 escenas de imágenes Landsat de los sensores TM y ETM se obtuvo por medio de la descarga del Geo portal del USGS (United States Geological Surde), las imágenes fueron procesadas en el software ArcGis 10.5.1 para fusionar las bandas multiespectrales en combinación RGB 542 que permitió interpretar el uso del suelo y cobertura vegetal. Las imágenes Landsat son empleadas para estudiar los recursos como son el: bosque, suelo y agua.

Para obtener imágenes de la tres parroquias Miguel Egas Cabezas, San Juan de Ilumán y San Roque se ingresó a la página web <http://earthexplorer.usgs.gov> con una cuenta de usuario y la contraseña, se seleccionaron imágenes de distintos periodos 1993, 2005 y 2018 con la menor cobertura de nubes basándose en las coordenadas referenciales Path 10 y Row 60, en donde se descargó el producto en formato Geo TIFF que incluyen las bandas multiespectrales de los satélites Landsat 5 , Landsat 7 y Landsat 8 , sensores TM, ETM y OLI respectivamente.

Tabla 11.

Metadatos de la imagen Landsat

Acquisition Date	1993/08/18
Spacecraft Identifier	LANDSAT-5
Sensor Identifier	TM
Wrs Path	010
WRS Row	060
Land Cloud Cover	27%
Grid Cell Size Reflective	30m
Temporary Resolution	16 days

Fuente: USGS, (2017)

3.3.1 Interpretación digital de las imágenes Landsat

El procesamiento consistió en realizar la corrección radiométrica de las imágenes y posteriormente realizar el recorte de las imágenes descargadas para el periodo de análisis de las otras tres parroquias , para esto se empleó la herramienta Extract by Mask de ArcGis Además de esto se procedió a realizar la combinación de bandas RGB 542 (rojo, verde azul), donde la vegetación adquiere tonos de color verde con esto permitió interpretar visualmente las categorías de bosque nativo, pastos, cultivos y páramo.

Imagen satelital Landsat 5

Año 1993

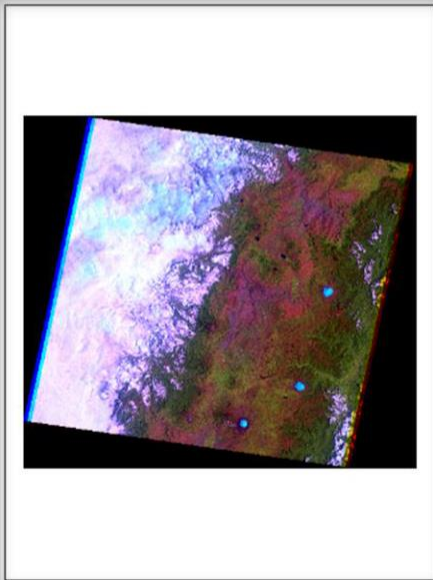


Imagen Satelital Landsat 7

Año 2005

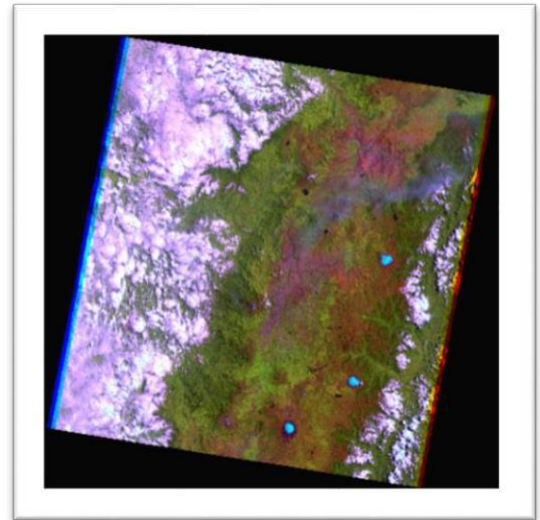


Imagen Satelital Landsat 8

Año 2018

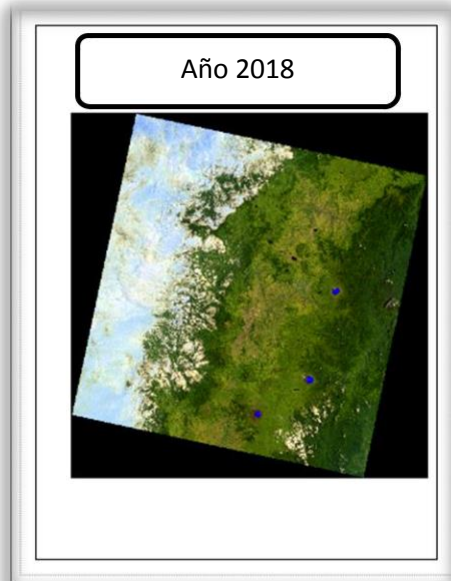


Figura 5. Imágenes Landsat Combinaciones de bandas de la Imagen Satelital 1993, 2005 y 2018.

Fuente: USGS, (2017)

3.3.2 Clasificación de las imágenes Landsat para la obtención del cambio de la cobertura vegetal

Se empleó una clasificación supervisada a las imágenes con el uso, de la herramienta Maximun Likelihood Classification (Clasificación de Máxima Verosimilitud) que consistió en agrupar los píxeles que tuvieron valores similares de reflectancia para las clases; área urbana, cultivos, paramo, roca, pastos, bosques plantados, bosque. Por ello se dibujaron áreas de entrenamiento o polígonos para la definición de las clases existenciales, las mismas que fueron empleadas para generar las firmas espectrales de dichas clases.

La clasificación supervisada de las imágenes Landsat de las tres parroquias Miguel Egas Cabezas, San Juan de Ilumán, San Roque por lo que se realizó los mapas para la debida identificación del tipo de uso de suelo y cobertura vegetal a escala 1:125.000 de los años 1993, 2005, 2018. Lo anterior permitió muestrear los valores espectrales (firma espectral) y su comportamiento en dichas áreas, y así crear una base con la que se pudiera identificar con mayor facilidad otras áreas con el mismo uso de suelo de acuerdo a la similitud de píxeles.

3.3.3 Validación de la clasificación empleada

Para obtener un resultado confiable se validó la clasificación supervisada del año 2018 por medio del empleo de la matriz de contingencia, la misma que consiste en una tabla cuadrada de filas y columnas, dando un número total de clases.

La matriz muestra la relación entre dos series de medidas correspondientes a las categorías de pastos, bosque, bosque plantado, cultivos, páramo, roca y área urbana.

La serie de la matriz corresponde a datos de referencia que fueron adquiridos por medio de las diferentes observaciones en campo, la segunda serie corresponde a la categorización de píxeles realizada por el ArcGis para las clases de interés, además se aplicó la herramienta “Frecuencia” para calcular las frecuencias totales de los datos obtenidos por las salidas de campo y los datos generados en el software Arc Map. Para culminar la validación de los datos se calculó el índice Kappa de acuerdo a la metodología de (López y Pita 2001).

A continuación se presenta el modelo de la matriz de contingencia que se empleó.

Tabla 12.

Formato de los datos de la matriz de contingencia

Valor observado					
Valor calculado	1	2	C	Total
	x_{11}	X	...	X1C	X1
2	x_{21}			X2C	X2
*	*			*	*
*	*			*	*
*	*			*	*
C	Xc1	Xc2	...	Xcc	Xc
Total		X.2	...	X.C	n

Fuente: (Lopez, 2001)

La fórmula que se emplea para el debido cálculo del índice Kappa fue el siguiente:

$$K = \frac{(\sum \text{valores observados}) - (\sum \text{valores calculados})}{(\sum \text{de observaciones}) - (\sum \text{valores calculados})}$$

3.3.4 Elaboración de cartografía temática

Una vez realizado el debido diagnóstico y validación de información con fase previa se procedió a la elaboración del mapa base en el que se puede verificar toda la zona de estudio en donde se caracteriza todos los principales detalles, con el área delimitada se procedió a realizar la cartografía necesaria usando los puntos que se tomó con el GPS en campo; se elaboró los mapas base y temáticos correspondientes, con los cuales se elaboró la cartografía temática que contiene a escala 1:125.000 con la utilización de la herramienta ArcGis 10.5.1 con licencia académica del Laboratorio de Sistemas de la PUCE.

Listado de la Cartografía temática:

- Mapa del Cambio de la Cobertura vegetal

En el mapa de cobertura vegetal se representan las capas de vegetación natural que cubren la superficie de un terreno, comprendiendo una amplia gama de biomásas con diferentes características fisonómicas y ambientales que van desde pastizales hasta las áreas cubiertas por bosques naturales. También se incluyen las coberturas vegetales inducidas que son el resultado de la acción humana como serían las áreas agropecuarias y forestales, las zonas urbanas, los cuerpos de agua.

- Mapa de Uso de Suelo

Se identificaron las clases de uso de suelo que existen en las tres parroquias..

3.4 Fase de trabajo de campo

Se realizaron salidas de campo al área de estudio para validar la información obtenida en la fase de diagnóstico y para el levantamiento de información por medio de identificación de actores clave de una de las comunidades pertenecientes a las 3 parroquias.

- Percepción de la población por medio de la aplicación de encuestas

Para conocer la apreciación por parte de la población sobre la temática ambiental Avance de la Frontera Agrícola, participación comunitaria, propuesta de conservación se determinó una encuesta que fue aplicada en las tres 3 parroquias Miguel Egas Cabezas, San Juan de Iluman, San Roque.

Para esta investigación se utilizó la fórmula que según Gallego (2004) calcula el tamaño de la muestra poblacional, con la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{(N - 1)E^2 + z * p * q}$$

Donde

n = Tamaño de la Muestra.

N = Valor de la Población.

Z = Valor crítico correspondiente un coeficiente.

p = Proporción de ocurrencia de un evento.

q = Proporción de no ocurrencia de un evento.

E = Error Muestral.

La encuesta dirigida a los pobladores de las comunidades de cada una de las 3 parroquias contempló los siguientes aspectos:

- ¿Utiliza las parcelas que se encuentra en las faldas del Imbabura?
- ¿Entiende usted a qué se denomina el Avance de la Frontera Agrícola?
- ¿A qué está expuesto los predios de las faldas del Cerro Imbabura?
- ¿Los predios que se encuentran en el Cerro Imbabura le pertenecen?
- ¿Cómo piensa que podría ayudar a la disminución del avance de la frontera Agrícola?
- ¿Ha recibido capacitación adecuada con respecto a prácticas ambientales?
- ¿Cree usted que podríamos realizar estudios técnicos para implementar estrategias de conservación del Cerro Imbabura?

3.5 Cobertura vegetal; uso actual del suelo

De acuerdo a la información actual del suelo presentado en el PD y OT del Taita Imbabura (2008), existen diferentes coberturas vegetales y usos del suelo, las primeras dominan desde los 3000 msnm hacia arriba y los segundos entre los 2800 y los 3000 msnm.

Entre la cobertura vegetal se encuentran:

- **Área Urbana:** Se caracteriza por estar habitada de forma permanente por moradores.
- **Bosque natural:** Corresponde a vegetación natural constituida predominantemente por árboles.
- **Bosque plantado:** Poblaciones arbóreas sembradas o plantadas bajo la supervisión e intervención del hombre.
- **Cultivos:** Se refiere a las áreas intervenidas con presencia de cultivos o actividades agropecuarias.
- **Pàramo:** Terrenos, yermo, desabrigado y generalmente elevado.
- **Pastos:** Constituyen la fuente de alimentación más económica de la que dispone un productor.
- **Roca:** Al ser el área de estudio un volcán, se puede encontrar roca en su cima, además dentro de esta clase se considera a suelo desnudo que puede estar siendo afectado por procesos erosivos.

3.6 Validación de la clasificación de imágenes

Clasificación de los resultados /coeficiente de kappa

Se evaluó la calidad de la clasificación, escogiendo de forma aleatoria una serie de puntos sobre la imagen clasificada, para así comprobarlos en reconocimiento de campo. La generación de la matriz de Confusión y el índice Kappa son los que determinaron la precisión de la clasificación de acuerdo a una escala de valores del índice Kappa (Cohen, 1960).

3.7 Elaboración de mapas de cobertura vegetal y uso actual de los años 1993, 2005 y 2018

El análisis multitemporal es una técnica que permite obtener conclusiones diferenciadas relacionadas con las transformaciones espaciales de una región. El procesamiento multitemporal implica que las series de datos provenientes de diferentes fechas, tienen que

convertirse en un conjunto único de datos Peinado (1997). En la zona de las faldas del cerro Imbabura en el Cantón Otavalo y Cantón Antonio Ante se desarrolló la investigación la cual consistió en la elaboración del análisis multitemporal a las parroquias de Miguel Egas Cabezas y San Juan de Ilumán y la parroquia de San Roque, en los años 1993, 2005, 2018 en donde se utilizó una metodología para determinar cuantificar y visualizar el cambio de la cobertura vegetal.

Es así que se elaboraron mapas de uso de suelo y cobertura vegetal actual por medio de la teledetección (análisis multitemporal) usando las imágenes Landsat del sensor TM.

Con las imágenes del USGS como insumo principal, se procedió a realizar los mapas necesarios para evidenciar la variación en cuanto a cobertura vegetal y uso del suelo en las faldas del Volcán Imbabura. Para la elaboración de los mapas se usó una escala de escala 1:125.000 con la utilización de la herramienta ArcGis 10.5.1 con licencia académica del Laboratorio de Sistemas de la PUCE.

3.8 Técnicas de análisis de identificación de actores claves

a) Aplicación de metodologías participativas

Las metodologías participativas conciben a los participantes de los procesos como agentes activos en la construcción del conocimiento, debido a que todas las personas poseen una historia previa, una experiencia actual, actitudes y prácticas que llevan consigo a los procesos de construcción de conocimiento. Promueve la participación activa y protagonista de todos los integrantes del grupo, busca que los participantes aprendan de su experiencia y la de otros, con lo que su aprendizaje se lleva a su realidad cotidiana y se ajusta a su proceso de desarrollo (Herrera, 2009).

b) Análisis de actores y grupos de interés para identificación de causas y efectos del problema asociado

Se determinó un grupo focal en donde se aplicó la metodología de “Mapas de actores clave” (Tapella, 2007) que posee los siguientes pasos:

Identificación de actores y roles: Iniciamos con lluvias de ideas para así poder identificar a todos los actores que actúan en la pérdida de la cobertura vegetal por las acciones antrópicas.

- **Análisis de los actores.-** Se jerarquizó a los actores de acuerdo al grado de intervención, es decir, en clave (primario y secundario) además de eso se procedió al análisis de los niveles de poder e influencia.
- **Reconocimiento de relaciones sociales.-** Se vio cuáles son los tipos de relaciones existentes entre los actores por cada causa debido a la pérdida de cobertura vegetal.
- **Elaboración de la matriz del MAC.-** Se elaboró una matriz, donde se ubicó los actores claves, primarios y secundarios.

c) Ventajas de los grupos focales.

Esta técnica no excluye a aquellos participantes que tengan limitaciones en la lectura y la escritura, los participantes pueden decidir sus opiniones después de escuchar a otros, es un proceso vivo y dinámico, el cual ocurre naturalmente, a diferencia de las condiciones controladas de los procesos experimentales, provee suficiente flexibilidad para explorar asuntos no anticipados de antemano, a diferencia de otras 17 investigaciones más estructuradas, como es el caso de la encuesta por correo, tiene mayor credibilidad que otras técnicas, debido a que la estrategia y los hallazgos son fácilmente entendibles por los participantes y por aquellos que van a utilizar la información, otra ventaja es que los costos son bajos en relación a otras técnicas, tienen el potencial de proveer resultados rápidos (Huerta, 2005).

3.9 Técnicas de análisis de información

a) Análisis documental

El análisis documental es un trabajo mediante el cual por un proceso intelectual, se extraen nociones del documento para representarlo y facilitar el acceso a los originales. Analizar, por

tanto, es derivar de un documento el conjunto de palabras y símbolos que le sirvan de representación. (Sampieri, 2014).

b) Observación

La observación implica: explorar y describir ambientes, comunidades, comprender procesos, vinculaciones entre personas y sus situaciones e identificar problemas sociales. La observación consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos o conducta manifiesta. Se utiliza como instrumento de medición en muy diversas circunstancias, puede ser participante o no participante, en la primera, el observador interactúa con los sujetos observados y en la segunda no ocurre esta interacción de parte del observador (Sampieri, 2014).

c) Grupo focal

El grupo focal es una herramienta muy útil para la planificación de los programas y su evaluación. Consiste en que los participantes puedan expresar libremente su opinión sobre diferentes aspectos de interés en un ambiente abierto para el libre intercambio de ideas. La actividad la puede dirigir cualquier persona que sea adiestrada y tenga un interés genuino en llevar a cabo el grupo focal. Se recomienda que los diferentes grupos de interés tengan como moderadores a personas que sean parte de su grupo; de esta forma, los participantes se mostrarán más dispuestos a participar y a cooperar, por lo que los resultados tendrán mayor credibilidad, ya que los comentarios se generaron en un clima de mayor confianza (Huerta, 2005).

d) FODA

Sirve para realizar una evaluación “ex-ante” de las principales alternativas priorizadas, para tratar de comparar ventajas e inconvenientes, prever posibles problemas. En este caso se presenta un esquema muy simplificado (Gelfius, 2009). Para cada una de las alternativas que se quieren analizar, se va a establecer, en forma de lluvia de ideas, cuatro series de características:

- Fortalezas: ¿Cuáles son las ventajas que presenta esta solución como tal?.
- Oportunidades: ¿Cuáles son los elementos externos en la comunidad, la sociedad, las instituciones, el medio natural que pueden influir positivamente en el éxito de la alternativa?.
- Debilidades: ¿Cuáles son las desventajas que presenta esta solución?.
- Amenazas: ¿Cuáles son los elementos externos en la comunidad, la sociedad, las instituciones, el medio natural que pueden influir negativamente en el éxito de la alternativa?.

e) Mapa parlante

Son instrumentos técnicos metodológicos que permiten la organización y comunicación de las decisiones del medio comunal, a través de la diagramación de escenarios (pasado, presente y futuro) en mapas territoriales. Consiste en dividir a los participantes en tres grupos por edades y cada uno elabora su propio mapa, cada mapa deberá contener los aspectos más importantes del territorio. Cada grupo presenta los mapas y se identifican las semejanzas y las carencias de cada uno de ellos, y se discute con los participantes que temas prioritarios o problemas presentan los mapas.

- Mapa del Pasado: Se ilustra la situación de la comunidad 20 ó 30 años atrás en cuanto a recursos naturales, capacidad de producción, disponibilidad de servicios básicos, carreteras, escuelas, todo ello sustentado por la memoria colectiva de los ancianos.
- Mapa del Presente: Los mapas presentes son expuestos por los dirigentes ilustran los problemas que las comunidades enfrentan en la actualidad como la escasez de recursos, conflictos, baja autoestima, pobreza, desesperanza, etc.
- Mapa del Futuro: Proyectan la situación de la comunidad a 30 años, desde la visión de futuro de los jóvenes ilustran las esperanzas y sueños, plasman las ideas de progreso y bienestar para las generaciones futuras, grafican lo que se

considera una vida digna, una voluntad de cambio basada en compromisos, sobre esta base se asumen compromisos institucionales (IRC, 2017).

f) Mapeo de Actores Claves (MAC)

Según Tapella y Cabrera (2007), el MAC es una herramienta metodológica de tipo ‘estructural’ que permite acceder de manera rápida a la trama de relaciones sociales, en una zona determinada. Es útil para abordar aspectos objetivos, en las técnicas de mapeo de actores el énfasis está puesto en la comprensión de los diversos tipos de relaciones o agrupación entre sujetos, densidades o discontinuidades en las relaciones y también diferencias en los contenidos de las relaciones entre los actores. Con el mapeo de actores se busca tener un listado de los diferentes actores que participan en una iniciativa, conocer sus acciones y los objetivos de su participación. Es importante destacar que en el mapeo de actores hay que identificar roles y poderes de los actores sociales más notables.

g) Actor social

Los actores sociales son personas, grupos u organizaciones que tienen interés en un proyecto o programa. Los actores sociales se identifican y definen en relación a una cuestión en partículas, ya sea una intervención externa (proyecto, ley) o un problema específico (pérdida de la cobertura vegetal; avance de la frontera agrícola) es decir, los actores no se los identifica en forma independiente del contexto sino en función de un aspecto específico de la realidad. Se determina el tipo de actor según la clasificación basada en tres criterios: actor clave, primario y secundario, mediante los niveles de influencia o poder y su interés en el objetivo.

Es importante realizar el MAC con la participación de diferentes actores en dinámicas grupales, mientras más heterogéneo sea el grupo, más se enriquece el MAC. Es conveniente después de haber desarrollado la versión final, construir una base de datos. (Tapella, 2007)

Tabla 13

Proceso Metodológico para Mapeo de Actores Clave

Pasos	Actividades	Observaciones
1	Identificación de actores, funciones y roles	Lluvia de Ideas para hacer un listado de diferentes actores Análisis de funciones de cada actor
2	Análisis de los actores	Análisis de actores debido a la problemática asociada en este caso Avance de la Frontera Agrícola
3	Reconocimiento de relaciones sociales	Se verifica las relaciones predominantes (buena, regular y conflictiva) y los niveles de poder (Alto, medio, bajo).

Fuente: Mapeo de actores claves por Pozo-Solis (2007) y EC-FAO (2006) Descripción: Técnicas de análisis de información

3.10 Planteamiento de una propuesta de conservación para mitigar los procesos antrópicos

Tomando como prioridad la información de: la Matriz FODA, arboles de problema, mapa parlante, la estrategia para la conservación de la diversidad biológica en el sector forestal se centra en las áreas boscosas que conforman el Patrimonio Nacional de Áreas Protegidas y toma en consideración a actuales plantaciones forestales y los bosques naturales de propiedad privada que no tienen fines de producción. Con el objeto de precisar el ámbito de competencia y clarificar los principales conceptos a los que este documento hace referencia, se definen los términos conservación y diversidad biológica.

3.11 Socialización de la investigación

La socialización de la investigación se llevó a cabo en la casa Comunal de la Comunidad kichwa de “ARIAS UKO”, perteneciente a la parroquia Miguel Egas Cabezas del Cantón Otavalo con la participación de actores claves tales como miembros del Cabildo y moradores

de la comunidad , técnicos de la Pontifica Universidad Católica del Ecuador- Sede Ibarra y la Mama Yachak de la comunidad en donde se informó el desarrollo y el propósito del trabajo de investigación; los objetivos propuestos, la metodología que fue aplicada y los resultados obtenidos además el planteamiento de la propuesta de conservación generadas con la comunidad. Con la cual se generó una expectativa en la que se desarrolló un intercambio de ideas exponiendo algunos requerimientos y que a través de la vinculación con la universidad y comunidad se podrían efectuar. El Compromiso que ellos manifestaron fue que apoyarían a los proyectos de desarrollo y conservación en beneficio de Volcán Imbabura y sus alrededores. En coordinación con las entidades gubernamentales tales como: GAD Otavalo, GAD Antonio Ante, Juntas Parroquiales, Cabildos y Organismos no Gubernamentales.

Además se aplicó una encuesta para nivelar el desenvolvimiento de la autora de la investigación, el grado de importancia que tendrá este proyecto dentro de la comunidad y el acogimiento de la propuesta planteada conjuntamente con las comunidades.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Percepción de la población por medio de la aplicación de encuestas para la identificación del cambio de la cobertura vegetal y uso del suelo

En base a conversaciones previas a la investigación con los pobladores de los tres sectores en mención, se detectaron las posibles causas que ocasiona el cambio de la cobertura vegetal de los años 1993, 2005 y 2018, los resultados de las 60 encuestas aplicadas permitieron conocer a profundidad la problemática ambiental que aqueja a estas tres parroquias: Miguel Egas Cabezas, San Juan de Ilumán y San Roque para lo cual se plantearon tres propuestas de conservación respectivamente.

4.2 Identificación del uso de suelo y cambio de la cobertura vegetal de las tres parroquias Miguel Egas Cabezas, San Juan de Ilumán, San Roque

Al realizar las tres clasificaciones: supervisada, de los años 1993, 2005 y 2018, respectivamente, se obtuvieron los siguientes datos:

4.3 Primer Periodo

4.3.1 Uso de suelo y cambio de cobertura vegetal parroquias Miguel Egas Cabezas San Juan de Ilumán y San Roque del año 1993

En la figura 6, 7 y 8 se presenta el primer estudio de cobertura vegetal, que se realizó empleando la imagen satelital Landsat 1993, el análisis multidimensional correspondiente a las parroquias Miguel Egas Cabezas, San Juan de Ilumán y San Roque en la cual presentó los siguientes datos:

Para la Parroquia Miguel Egas Cabezas presentó los datos son: en lo que corresponde en área urbana 7,4 ha, bosque natural 118,6 ha, cultivos 142,6 ha, pastos 21,0, bosques plantados 81,1 ha, páramo 87,0 ha y un valor correspondiente a roca 1,5.

Tabla 14

Superficie de las clases de uso de suelo y cobertura vegetal de las parroquias Miguel Egas Cabezas, San Juan de Ilumán, San Roque Año 1993

Clase	Miguel Egas Cabezas (ha)	San Juan de Ilumán (ha)	San Roque (ha)
Área Urbana	7,4	42,4	122,9
Bosque Plantados	81,1	155,8	259,3
Pàramo	87,0	203,4	49,8
Roca	1,5	218,8	58,8
Bosque	118,6	165,1	78,7
Cultivos	142,6	185,8	242,0
Pastos	21,0	96,9	999,2

Elaborado: por la Autora

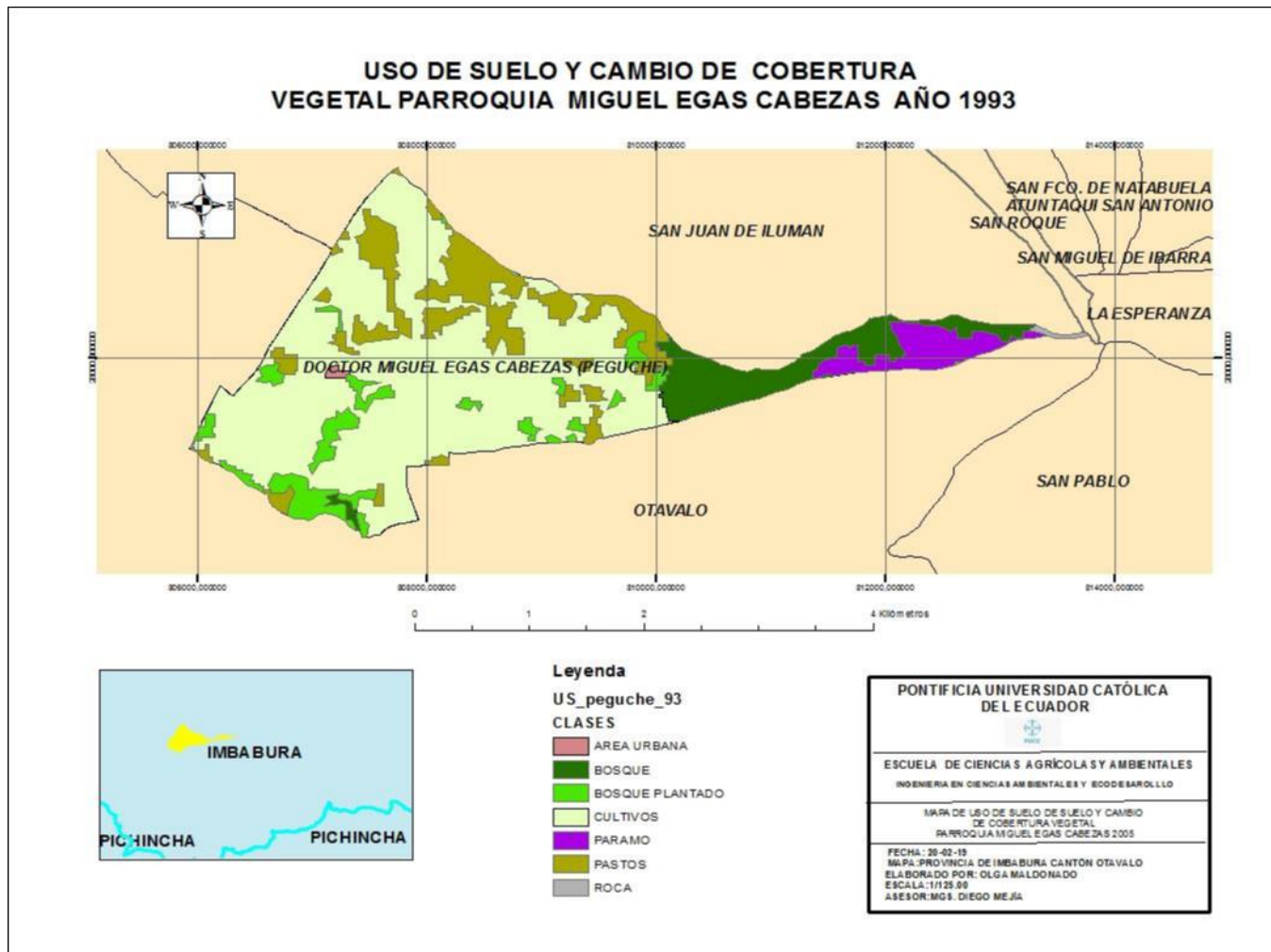


Figura 6. Mapa de uso de suelo y cobertura vegetal Parroquia Migue Egas Cabezas 1993

Elaboración: La Autora

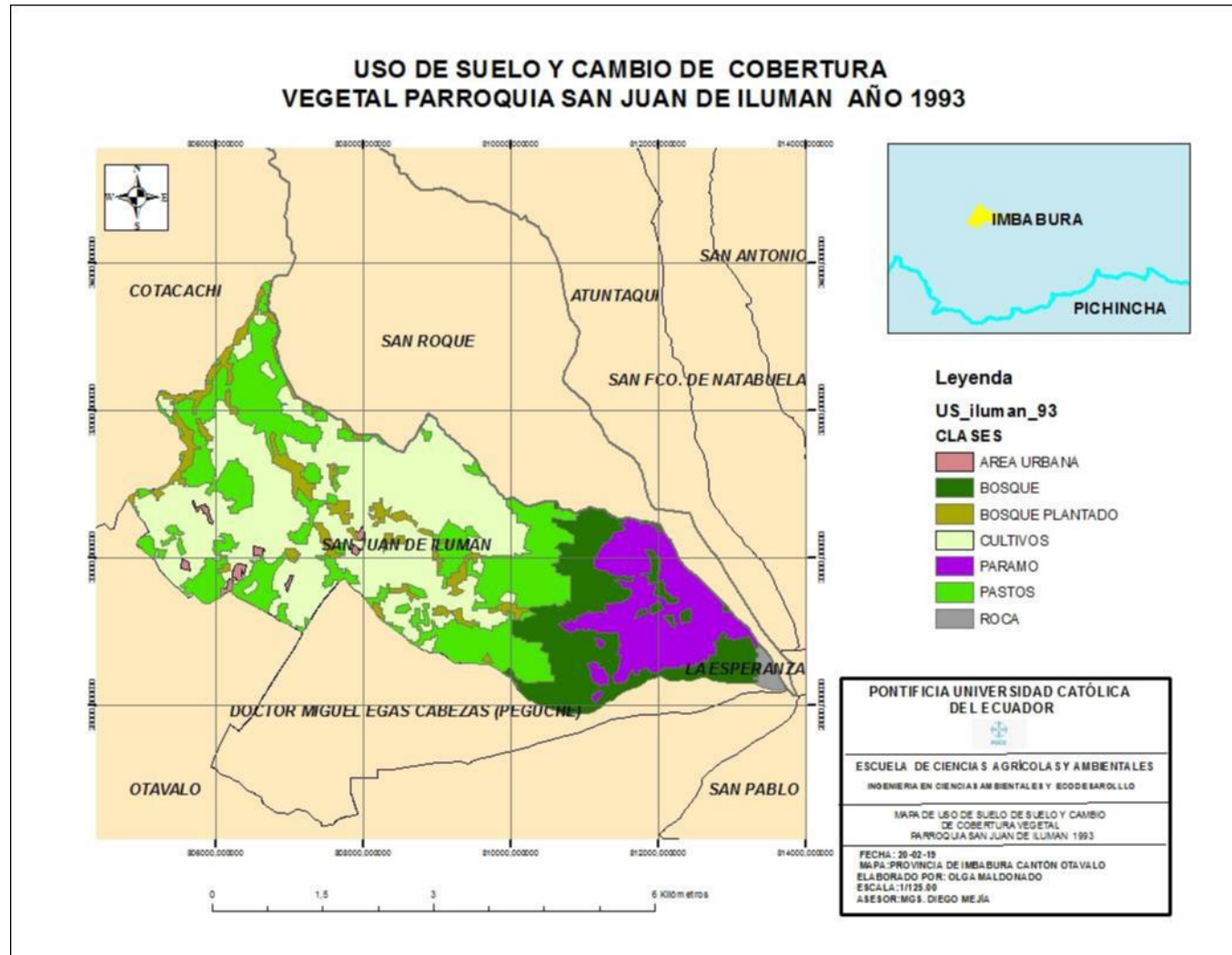


Figura 7. Mapa de uso de suelo y cobertura vegetal Parroquia San Juan de Iluman 1993

Elaboración : La Autora

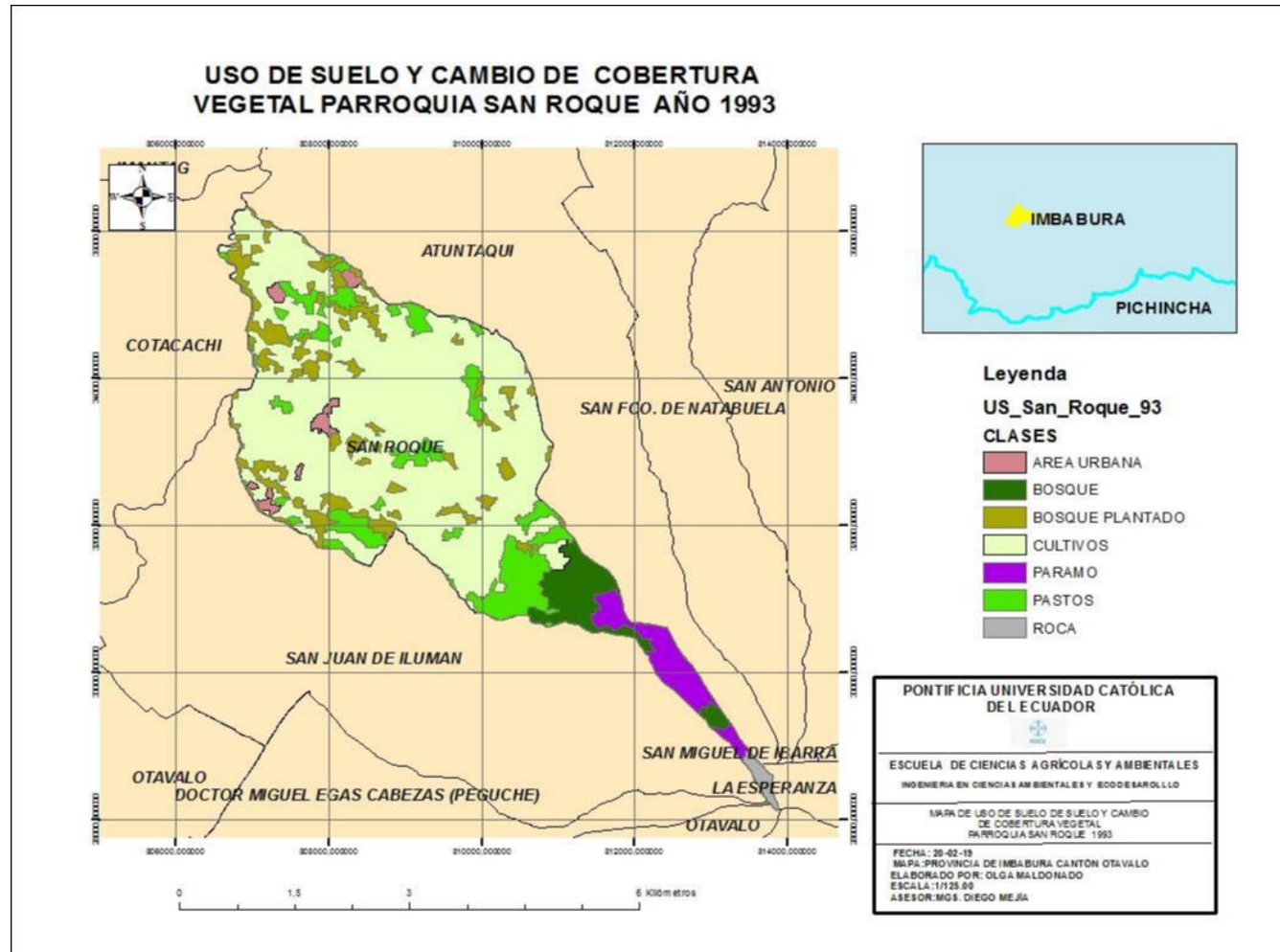


Figura 8. Mapa de uso de suelo y cobertura vegetal Parroquia San Roque 1993

Elaboración: La Autora

4.4 Segundo Periodo

4.4.1 Uso de suelo y cambio de la cobertura vegetal parroquias Miguel Egas Cabezas, San Juan de Iluman y San Roque 2005

El segundo estudio de cobertura vegetal se puede ver en la figura 9,10 y 11 el cambio se realizó empleando la imagen satelital Landsat 2005, el análisis multidimensional correspondiente a las parroquias ya mencionada presentan los siguientes datos:

Tabla 15.

Superficie de las clases de uso de suelo y cobertura vegetal de las parroquias Miguel Egas Cabezas, San Juan de Ilumán y San Roque del año 2005

Clase	Miguel Egas Cabezas (ha)	San Juan de Ilumán (ha)	San Roque (ha)
Área Urbana	271,2	331,1	492,6
Bosque Plantados	57,7	217,2	165,9
Pàramo	74,7	153,9	48,8
Roca	1,5	218,8	58,8
Bosque	99,2	35,7	43,1
Cultivos	188,1	347,3	365,4
Pastos	25,0	32,7	118,3

Elaborado: Por la Autora

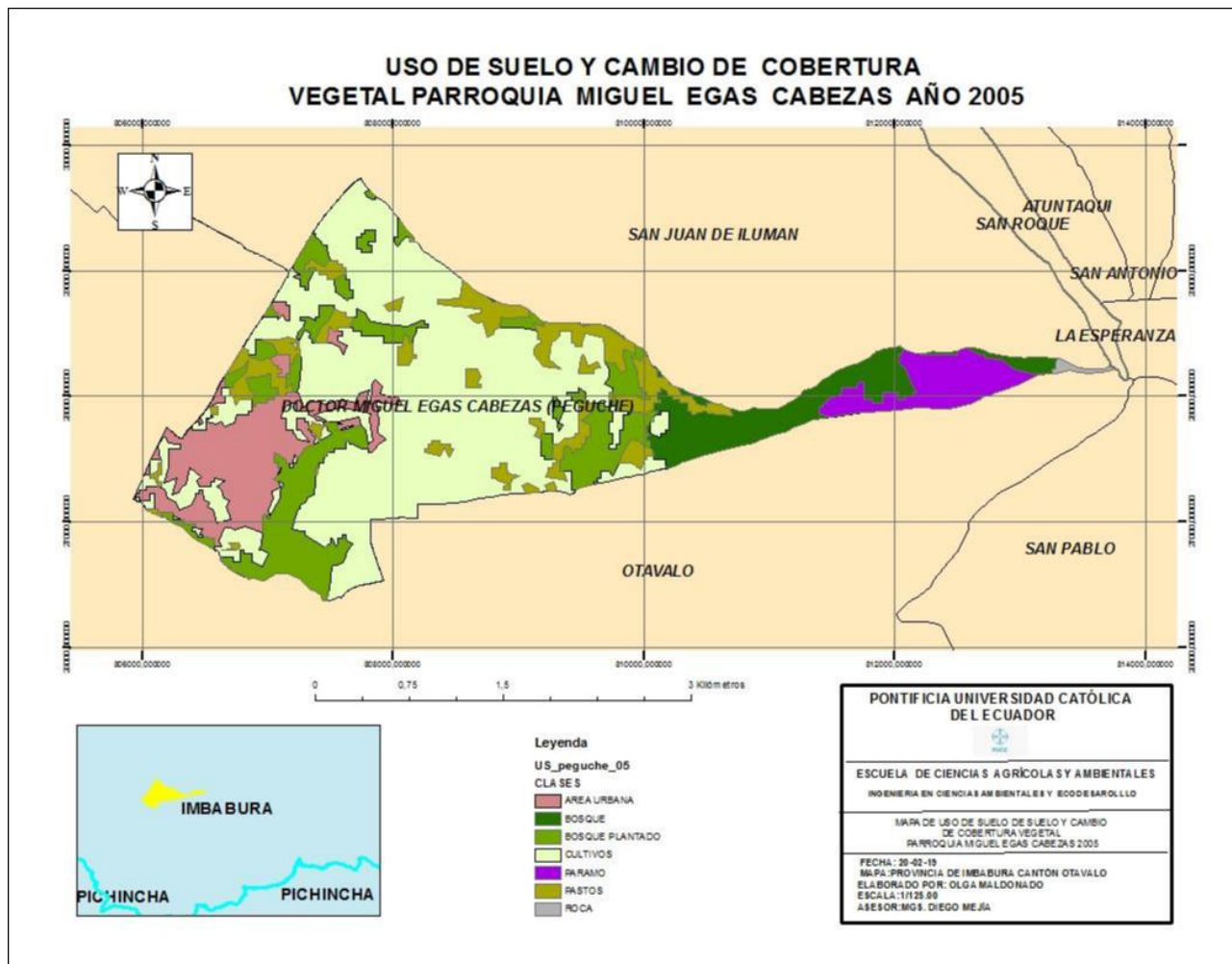


Figura 9. Mapa de Uso de suelo y cobertura vegetal Parroquia Miguel Egas Cabezas 2005

Elaboración. La Autora

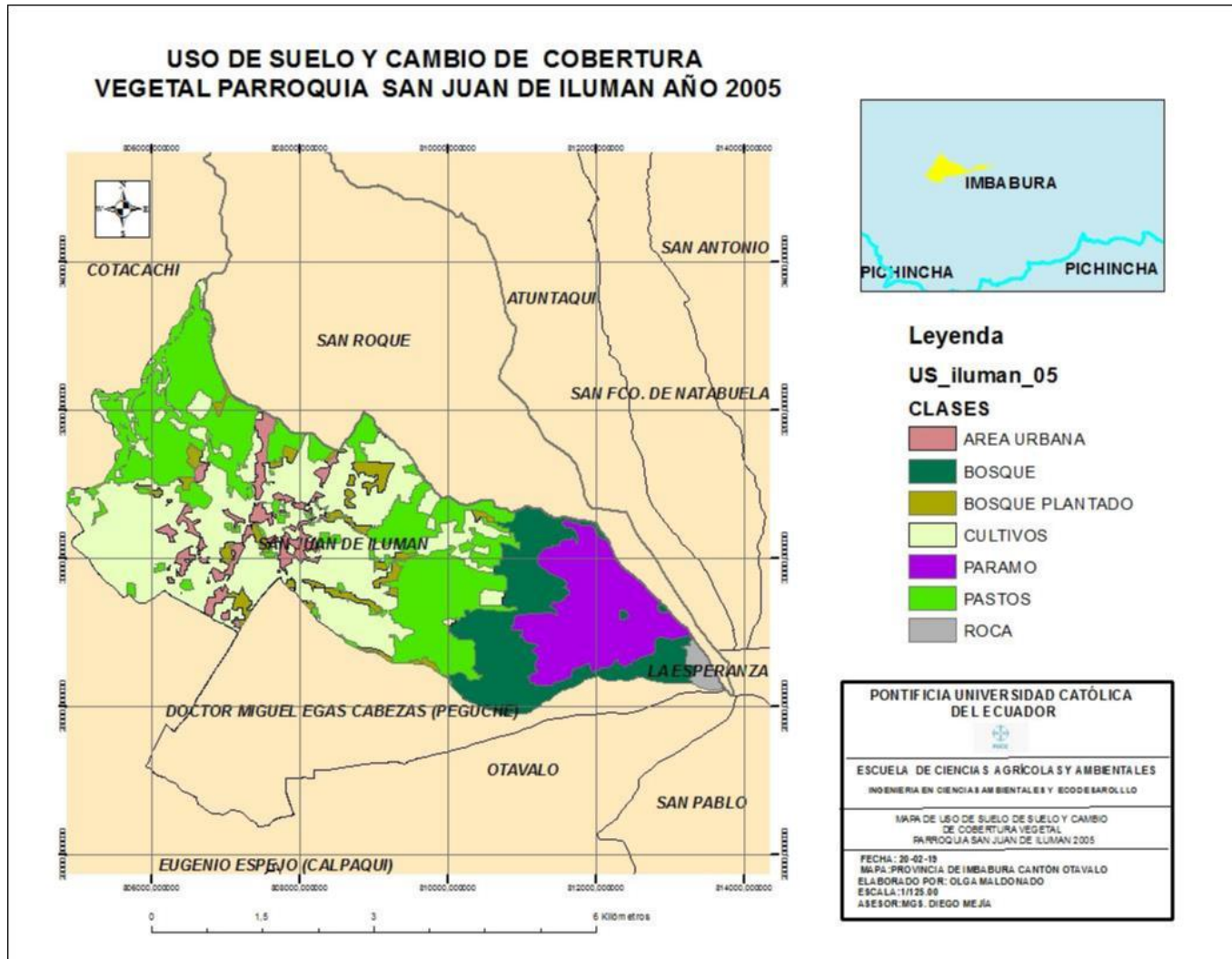


Figura 10. Mapa de Uso de suelo y cobertura vegetal Parroquia San Juan de Iluman 2005.

Elaboración: La Autora

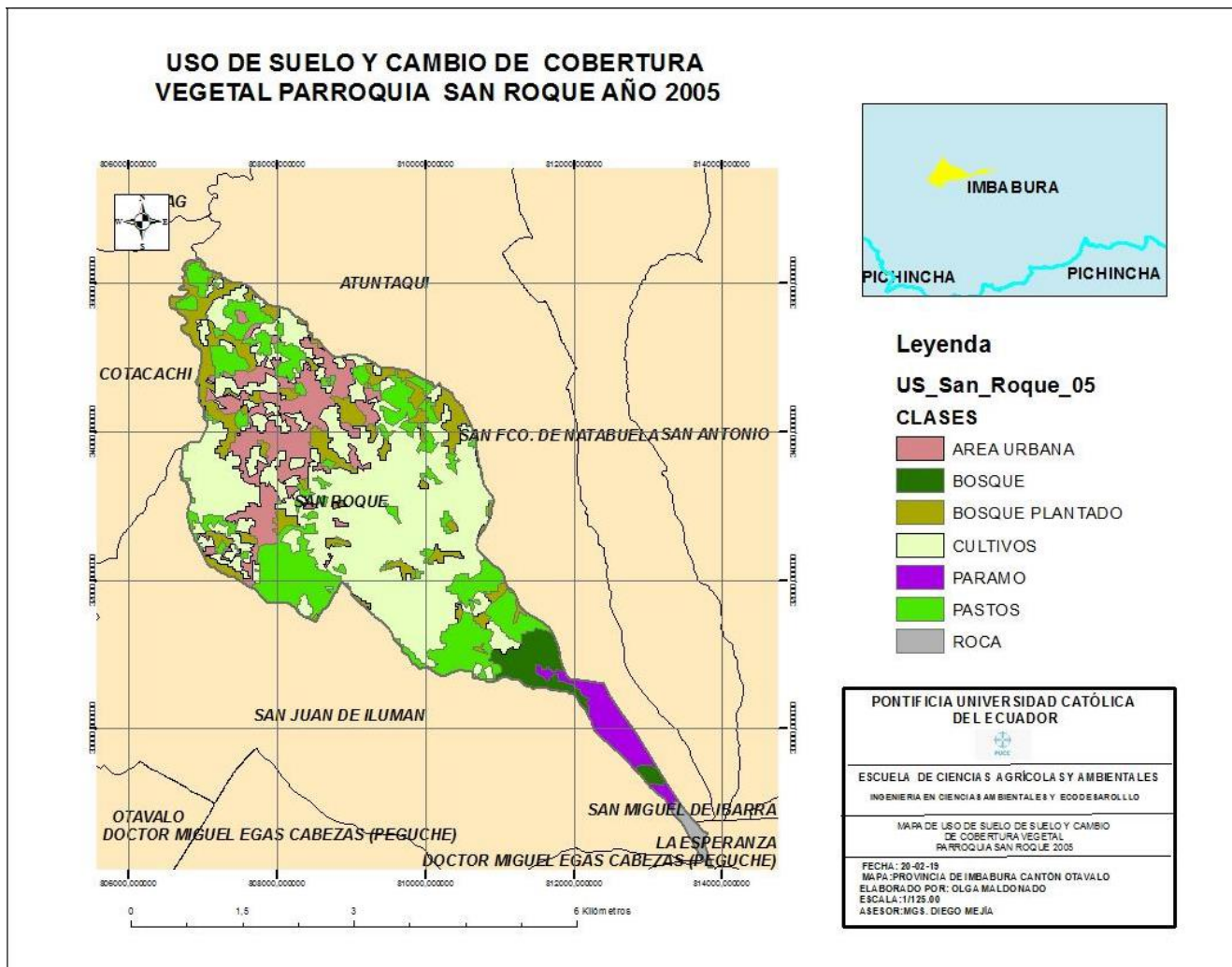


Figura 11. Mapa de Uso de suelo y cobertura vegetal Parroquia San Roque 2005

Elaboración: La Autora

4.5 Tercer Periodo

4.5.1 Uso de suelo y cambio de la cobertura vegetal parroquias Miguel Egas Cabezas, San Juan de Ilumàn y San Roque 2018

En la figura 12,13 y 14 se presenta la distribución de las categorías de uso de suelo de cobertura vegetal se realizó empleando la imagen satelital Landsat 2018 el análisis multidimensional correspondiente a las tres parroquias ya mencionadas presentan los siguientes datos.

Tabla 16.

Superficie de las clases de uso de suelo y cobertura vegetal de las parroquias Miguel Egas Cabezas, San Juan de Ilumàn y San Roque año 2018

Clase	Miguel Egas Cabezas (ha)	San Juan de Iluman (ha)	San Roque (ha)
Área Urbana	179,9	233,1	233,1
Bosque Plantados	39,6	126,7	126,7
Paramó	68,0	138,4	138,4
Roca	1,5	218,8	218,8
Bosque	60,9	1,5	1,5
Cultivos	219,1	432,6	432,6
Pastos	50,5	54,6	54,6

Elaborado: por la Autora

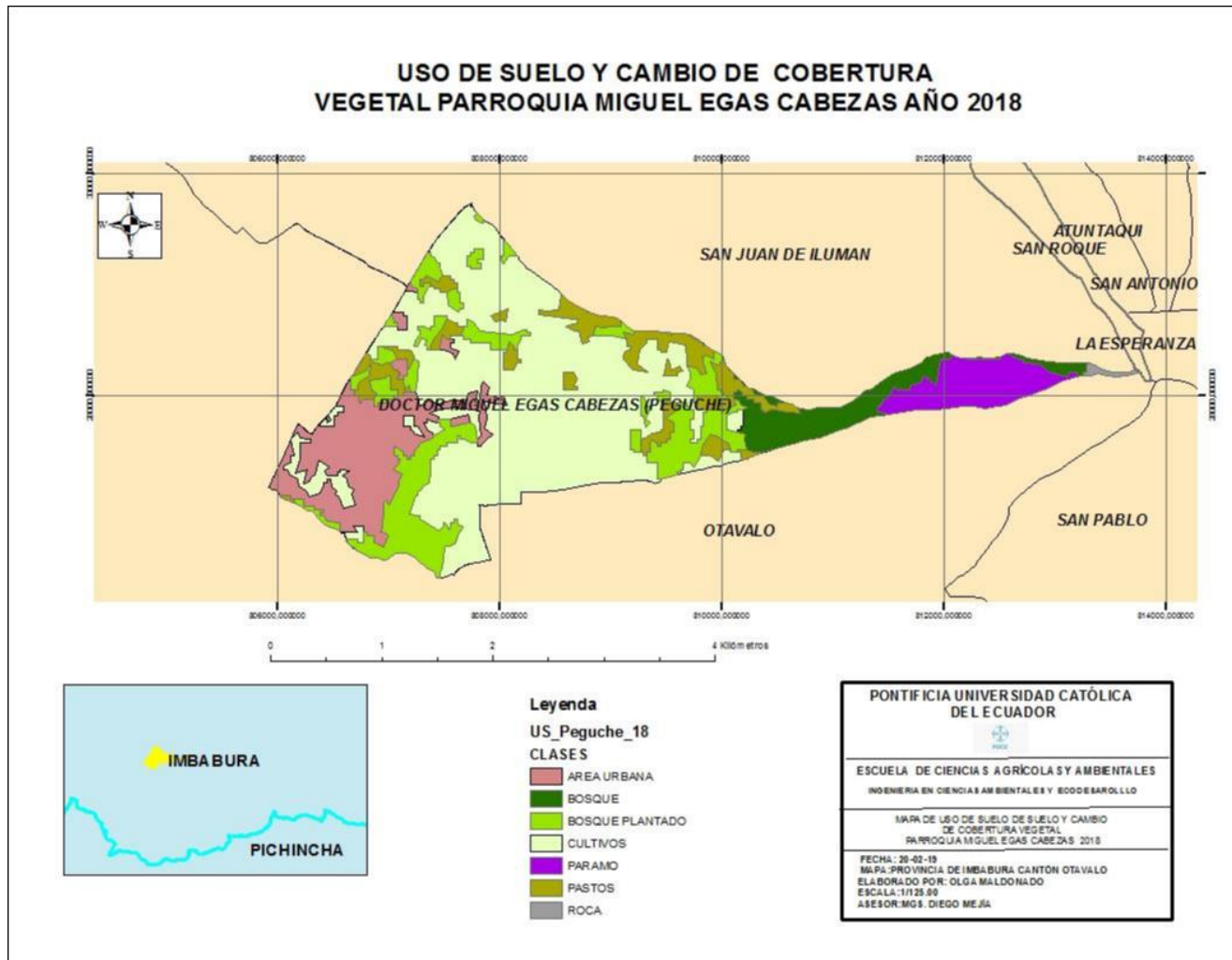


Figura 12. Mapa de uso de suelo y cobertura vegetal Parroquia Miguel Egas Cabezas 2018

Elaboración: La Autora

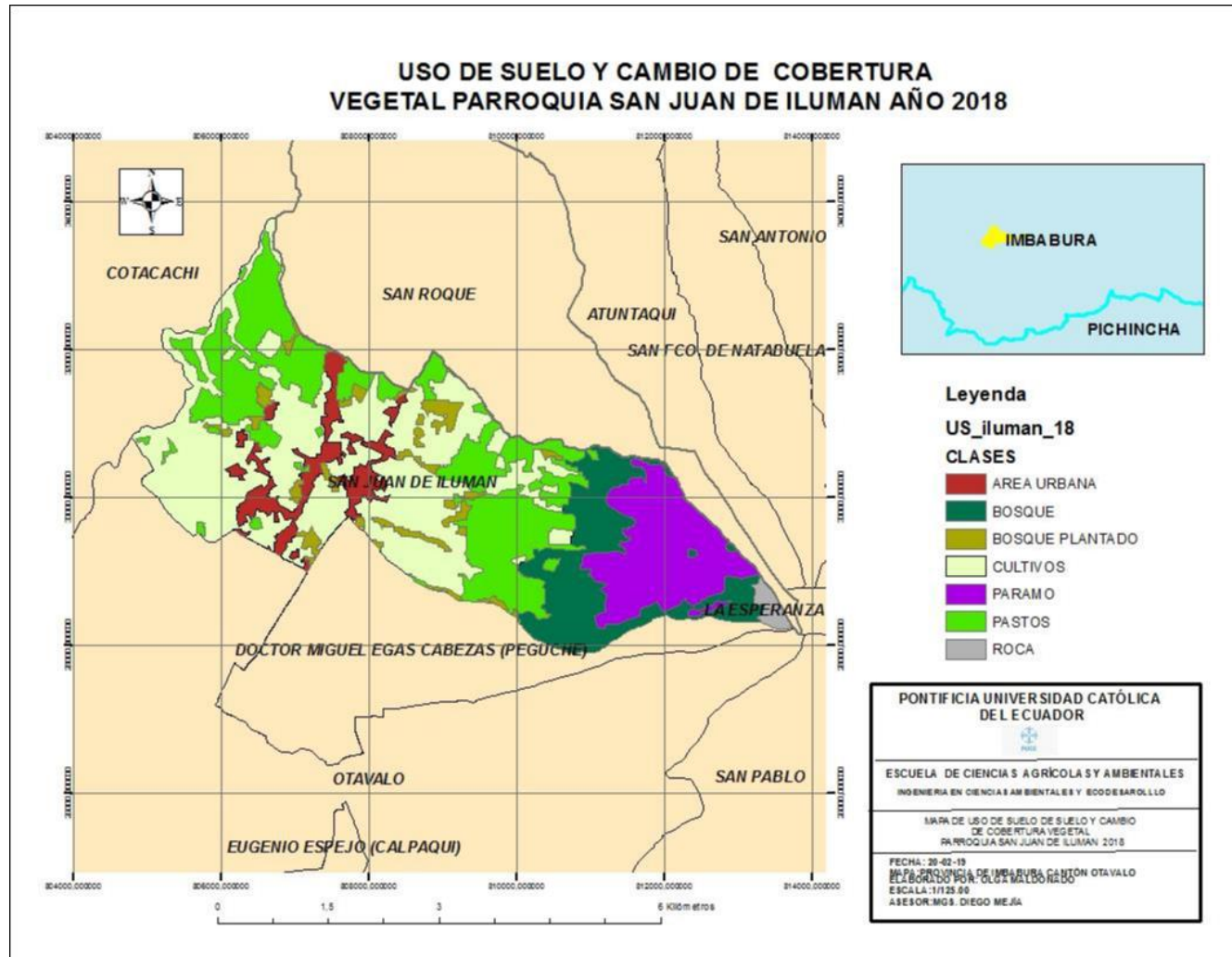


Figura 13. Mapa de uso de suelo y cobertura vegetal Parroquia San Juan de Iluman 2018

Elaboración : La Autora

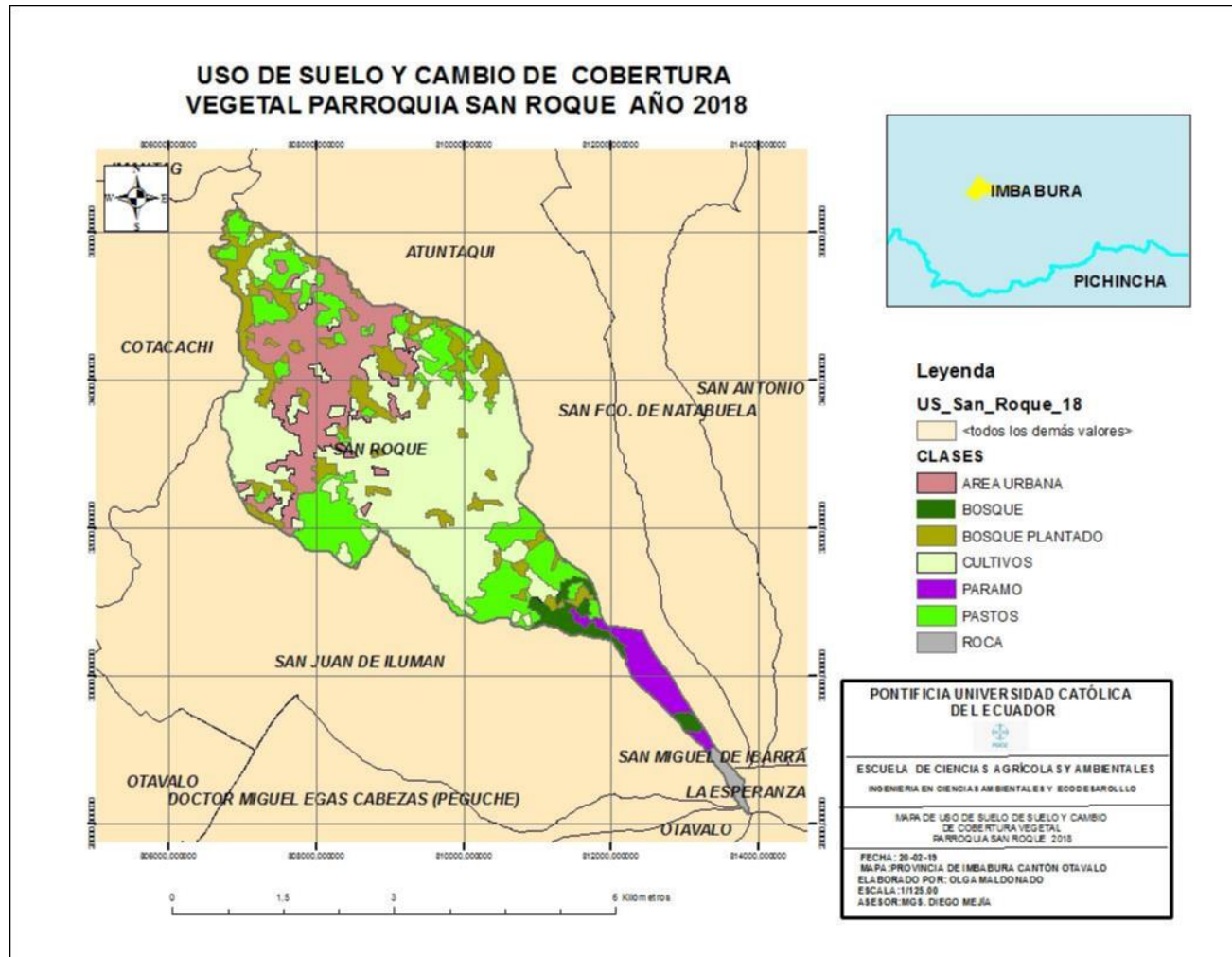


Figura 14. Mapa de uso de suelo y cobertura vegetal Parroquia San Roque 2018

Elaboración : La Autora

4.6 Variación en el cambio de uso de suelo y cobertura vegetal en el período 1993-2018 de las tres parroquias Miguel Egas Cabezas, San Juan de Ilumán y San Roque

Los resultados obtenidos del cambio de la cobertura vegetal de las imágenes del área de estudio, correspondientes al año 1993 (ver Figura 15) , 2005 (ver Figura 16), y el año 2018 (ver Figura 17), permitieron inferir las variaciones en el tiempo de las coberturas o clases definidas, evaluando los cambios significativos identificables en los pixeles de estas imágenes.

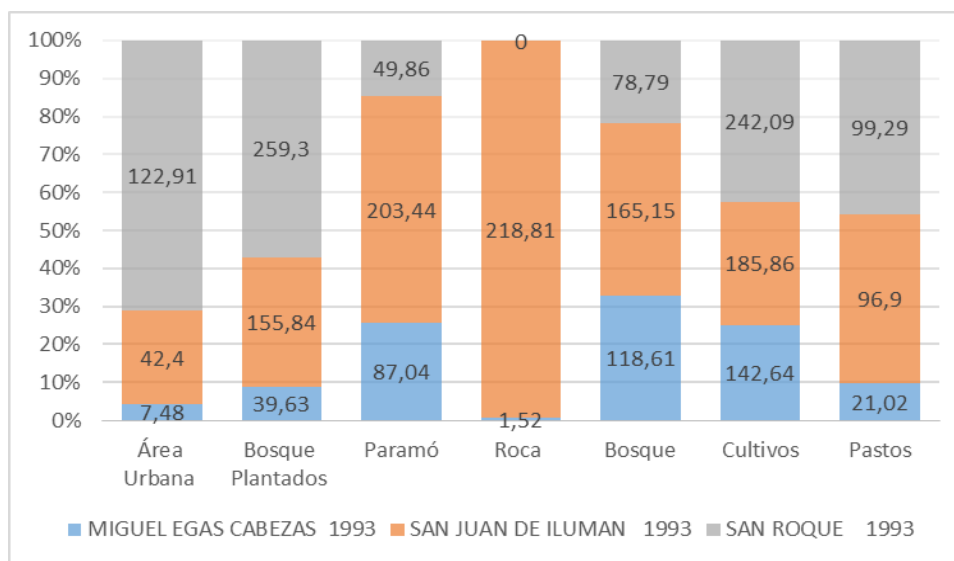


Figura 15. Uso de suelo y cambio de la cobertura vegetal período 1993 de las parroquias Miguel Egas Cabezas, San Juan de Ilumán y San Roque

Elaborado: Por la Autora

En la figura 15 se indica los cambios detectados en las clases área urbana, bosques plantado, páramo, roca, bosque natural, cultivos y pastos durante el periodo del año 1993 de las tres parroquias Miguel Egas Cabezas, San Juan de Ilumán y San Roque en donde se evidencia que en este periodo los datos de la parroquia Miguel Egas Cabezas son: Área Urbana 7,4 ha, Bosque Plantado 39,6 ha y de paramó 87,0 ha y el valor correspondiente a roca de 1,5 ha, Bosque 118,6 ha, Cultivos 142,6 ha y de pastos 21,02.

Para la Parroquia San Juan de Ilumán los datos son: Área Urbana 42,4 ha, Bosque Plantado 155,6 ha y de Paramó 203,4 ha y el valor correspondiente a roca de 1,5 ha, Bosque 165,1 ha, Cultivos 185,8 ha y de pastos 96 ,9 ha.

La parroquia San Roque los datos fueron: Área Urbana 122,9 ha, Bosque Plantado 259,3 ha y de Paramó 49,8 ha y el valor correspondiente a roca de 58,8 ha, Bosque 78,7 ha, Cultivos 242,0 ha y de pastos 99 ,2 ha.

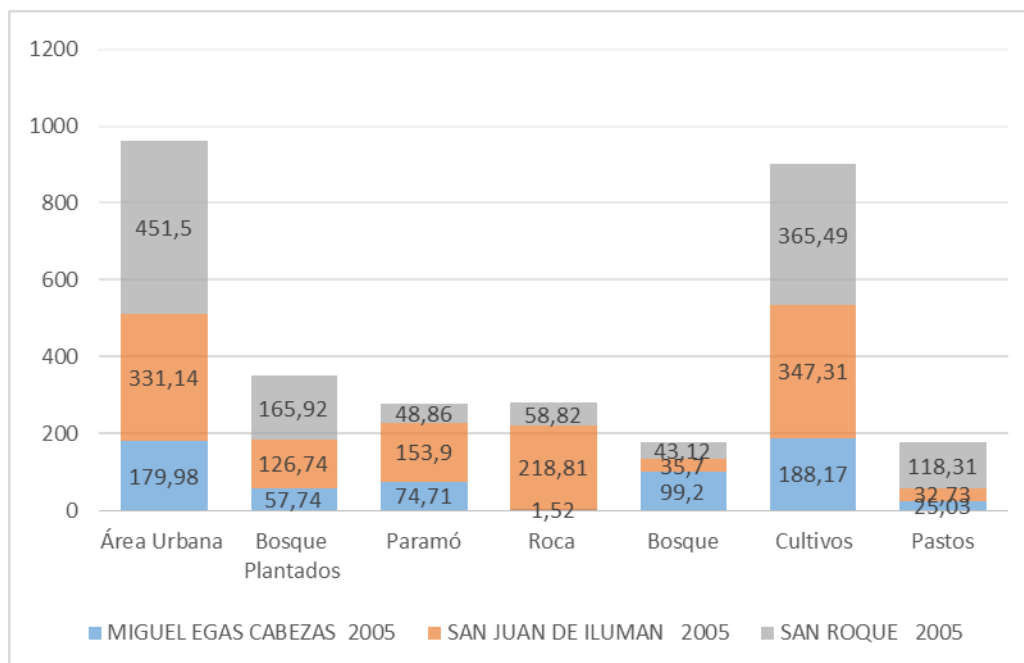


Figura. 16 .Uso de suelo y cambio de la cobertura vegetal período 2005 de las parroquias Miguel Egas Cabezas, San Juan de Iluman y San Roque

Elaborado: Por la Autora

En la figura 16 se indica los cambios detectados en las clases área urbana, bosques plantado, paramo, roca, bosque natural, cultivos y pastos durante el periodo del año 2005 de las tres parroquias en la parroquia Miguel Egas Cabezas son los valores: Área Urbana 179,9 ha, bosque plantado 57,7 ha, bosque 95,2 ha, Cultivo, 188,1 ha, Pastos 25,0 ha y de Paramo 74,7 y manteniéndose el valor de roca de 1,5 ha.

Parroquia San Juan de Ilumán los datos son: Área Urbana 331,4 ha, bosque plantado 126,7 ha, Bosque 35,7 ha, Cultivo, 347,3 ha, Pastos 32,7 ha y de Paramo 153,9 ha y manteniéndose el valor de roca de 1,5 ha.

En la parroquia San Roque perteneciente al Cantón Antonio Ante : Área Urbana 451,5 ha, Bosque plantado 165,9 ha, Bosque 43,1 ha, Cultivo, 365,4 ha, Pastos 118,3 ha y de Paramo 48,8 ha y manteniéndose el valor de roca de 58,82 ha.

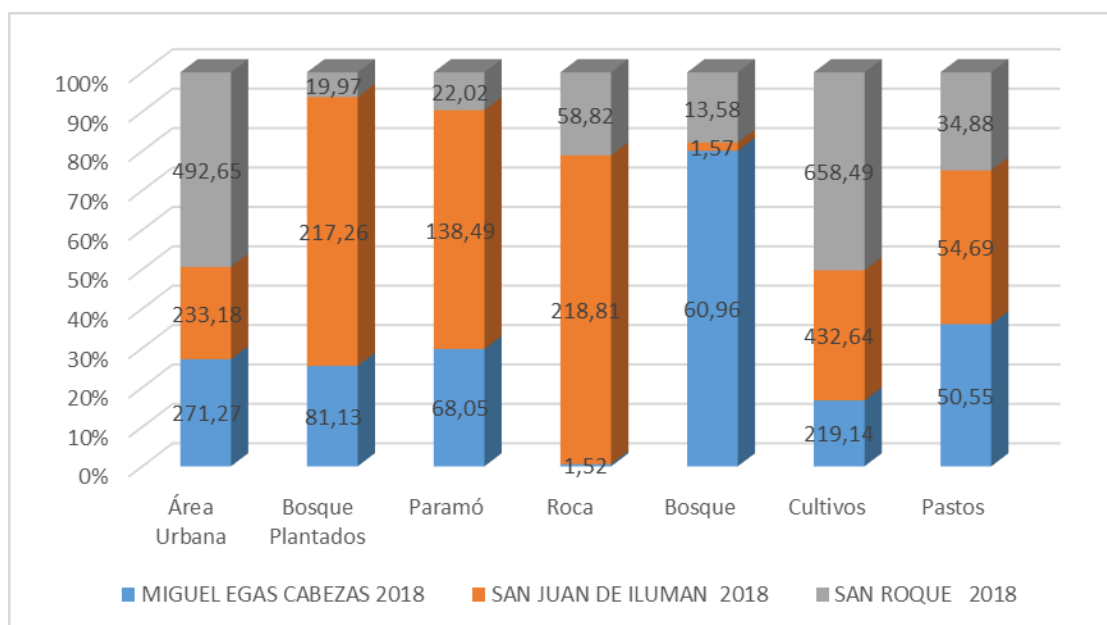


Figura 17. Uso de suelo y cambio de la cobertura vegetal período 2018 de las parroquias Miguel Egas Cabezas, San Juan de Ilumán y San Roque

Elaborado: Por la Autora

Los cambios detectados en las categorías de uso de suelo respectivamente de las tres parroquias que son: Miguel Egas Cabezas, San Juan de Ilumán y San Roque del año 2018 en unidades de hectáreas se indican en las tablas 21, 22 y 23.

Una cifra se refleja en el porcentaje de bosque plantados que ha ido desapareciendo casi en su totalidad, a 19,9 ha en el año 2018. Mientras que en los cultivos se triplicó a 658,4 ha en la actualidad.

Sin duda, las coberturas de la zona urbana y los cultivos avanzan velozmente en las tres parroquias donde se realiza el estudio, mientras que el bosque ha ido desapareciendo al igual que los pastos. Por medio del análisis se evidencia que el aumento en el área de las clases

correspondientes a cobertura boscosa (bosques y plantaciones forestales) se ha dado gracias a la formación, por medios naturales o antrópicos, de pequeños relictos o fragmentos de vegetación arbórea que adquieren un valor importante con relación a la función de conectividad que prestan al ecosistema. Además podemos identificar de como la área urbana ha crecido en gran notoriedad.

También es posible identificar cambios en la cobertura definida como plantaciones forestales, que aunque ha incrementado desde el año 2018 es decir se aumentado desde la proporción inicial del estudio que empezó en el año 1993.

4.6.1 Validación de la clasificación supervisada

En la tabla 17 se incluye mediante la matriz de contingencia la comparación de las categorías del uso de suelo y cobertura vegetal, entre los datos clasificados mediante las imágenes Landsat y los datos obtenidos en trabajo de campo con la utilización de un Navegador GPS donde se georreferencia los sitios con uso del suelo y cobertura vegetal de acuerdo a la clases usadas en la clasificación de imágenes. Los valores que se obtuvieron con respecto a exactitud de la respectiva clasificación fueron del 100% y los valores de exactitud del usuario fue del 45,45% lo que se interpreta es que la validación de la clasificación es “aceptable” ya que se encuentra en el rango de 0,21-0,40.

Tabla 17.

Matriz de contingencia o validación

	Área Urbana	Bosque Nativo	Bosque Plantados	Cultivos	Paramos	Pastos	Clasificación General	Exactitud de la Clasificación
Área Urbana	4	0	0	0	0	0	4	100%
Bosque nativo	0	1	0	0	0	0	1	100%
Bosque Plantado	0	3	2	18	0	0	23	8,6%
Cultivos	0	0	0	4	3	0	7	57,1%
Páramos	0	0	0	2	2	6	10	20%
Pastos	0	0	0	0	0	5	5	100%
Valor verdadero	4	4	2	24	5	11	50	
Exactitud del usuario	100%	25%	100%	16,667 %	40%	45,455 %		

Precisión 36%

Índice Kappa 0,26

Elaborado por: La Autora

El índice Kappa calculado reportó un valor de 0,26 que menciona que la clasificación es calificada como “Aceptable” ya que se encuentra en el rango de, esto se debe a la precisión de la edición de las áreas de entrenamiento para las categorías: Área Urbana, Bosque Nativo, Bosque Plantado, Cultivos, Páramos, Pastos y la respectiva verificación de los 50 puntos Geo-referenciados en el trabajo de campo.

4.7 Análisis Multitemporal

4.7.1 Primer periodo parroquia Miguel Egas Cabezas 1993 al 2018

El análisis se llevó por medio de comparación entre los distintos rasgos analizados, interpretados, clasificados y mapeados sobre las imágenes satelitales

De esta manera una primera comparación fue desarrollada a nivel analítico-interpretativo a partir de los rasgos, objeto de estudio sobre las imágenes satelitales, mientras que la segunda comparación se ejecutó a nivel de los datos numéricos generados en la fase de clasificación digital y en la etapa de SIG a partir de las coberturas temáticas digitales.

El análisis multidimensional correspondiente a la parroquia Miguel Egas Cabezas proyecta los siguientes porcentajes.

Tabla 18.

Superficie de la cobertura vegetal de la parroquia Miguel Egas Cabezas 1993-2005-2018

Detalle	(1993) ha	(2005) ha	(2018) ha
Área Urbana: Se caracteriza por estar habitada de forma permanente por moradores.	7,4	179,9	271,2
Bosque Plantado: Poblaciones arbóreas sembradas o plantadas bajo la supervisión e intervención del hombre	39,6	57,7	81,1
Páramo: Terreno llano, yermo, desabrigado y generalmente elevado.	87,0	74,7	68,0
Roca: Suelo desnudo que puede estar siendo afectado por procesos erosivos.	1,5	1,5	1,5
Bosque: Corresponde a vegetación natural constituida predominantemente por árboles.	118,6	99,2	60,9
Cultivos: Se refiere a las áreas intervenidas con presencia de cultivos o actividades agropecuarias	142,6	188,1	219,1
Pastos: Constituyen la fuente de alimentación más económica de la que dispone un productor	21,0	25,0	50,5

Elaborado: por la Autora

En el año de 1993 los datos son: Área Urbana 7,4 ha, Bosque Plantado 39,6 ha y de Páramo 87,0 ha y el valor correspondiente a roca de 1,5 ha, Bosque 118,6 ha, Cultivos 142,6 ha y de Pastos 21,0.

En el año 2005 se proyectan los siguientes valores: Área Urbana 179,9 ha, bosque plantado 57,7 ha, Bosque 95,2 ha, Cultivo, 188,1 ha, Pastos 25,0 ha y de Páramo 74,7 y manteniéndose el valor de Roca de 1,5 ha.

Para el año 2018 se proyectan los siguientes porcentajes: En la zona Urbana 271,2 ha, Bosque Plantado 81,1 ha y de Pàramo 68,0 ha, Bosque 60,9 ha y de Cultivos el valor de 219, 1 ha y de Pastos 50, 5 ha, se mantiene el valor de 1,5 ha, en lo que corresponde a roca.

Cabe resaltar que en esta parroquia el porcentaje del área urbana ha incrementado como en el año 1993 fue de 7,4 ha, en el año 2005 fue 179,9 ha y en el año 2018 de 271,2 ha. Contrastando se puede mencionar que en relación con los pastos en cambio incremento de 21,0 ha en 1993 ha 50,5 ha en el 2018.

Sin embargo en lo que corresponde a bosque entre el año 1993 de 118,6 ha, al año 2018 ha disminuido a 60,9 ha; alrededor del 50%. Los cultivos en cambio se han duplicado de 142,6 ha en 1993 a 219,1 ha en el 2018

Además se puede ver cómo ha incrementado los bosques plantados de un 39,6 ha del año 1993 a 81,1 ha para el 2018; esto se dio por la reforestación que han ido incrementado, además se puede ver cómo ha ido afectando el páramo, ya que existe una reducción de un 20% del año 1993 al 2018.

4.7.2 Segundo periodo parroquia San Juan de Ilumán 1993 al 2018

El segundo estudio de cobertura vegetal se realizó empleando la imagen satelital Landsat 1993,2005 y 2018; el análisis multidimensional correspondiente a la parroquia San Juan de Iluman presentan los siguientes datos:

Tabla 19.

Superficie de la cobertura vegetal parroquia San Juan de Ilumán 1993-2005-2018

Detalle	(1993)	(2005)	(2018)
	ha	ha	ha
Área Urbana	42,4	331,1	233,1
Bosque Plantado	155,8	126,7	217,2
Páramo	203,4	152,9	138,4
Roca	218,8	218,8	218,8
Bosque	165,1	35,7	1,5
Cultivos	185,8	347,3	432,6
Pastos	96,9	32,7	54,6

Elaborado: por la Autora

En el año de 1993 los datos son: Área Urbana 42,4 ha, Bosque Plantado 155,6 ha y de Páramo 203,4 ha y el valor correspondiente a roca de 1,5 ha, Bosque 165,1 ha, Cultivos 185,8 ha y de Pastos 96,9 ha.

En el año 2005 se proyectan los siguientes valores: Área Urbana 331,4 ha, Bosque Plantado 126,7 ha, Bosque 35,7 ha, Cultivo, 347,31 ha, Pastos 32,7 ha y de Páramo 153,9 ha y manteniéndose el valor de Roca de 1,5 ha.

Para el año 2018 se proyectan los siguientes porcentajes: En la zona Urbana 233,1 ha, Bosque Plantado 126,7 ha y de Páramo 153,9 ha, Bosque 35,7 ha y de Cultivos el valor de 347,3 ha y de Pastos 32,7 ha, y se mantiene el valor de 1,5 ha, en lo que corresponde a Roca. Cabe resaltar que en esta parroquia el porcentaje del área urbana ha incrementado como en el año 1993 fue de 42,4 ha, en el año 2005 fue 331,1 ha y en el año 2018 de 233,1 ha. Con los datos podemos manifestar que con relación a la zona urbana existe un aumento alarmante, en 1993 se cuenta con 42,4 ha, mientras que para el año 2005, este porcentaje

aumenta significativamente, alrededor del 80%, teniendo 331,1 ha. Mientras que en la actualidad se cuenta con 233,1 ha de la Zona Urbana.

Otro dato significativo se detalla en el indicador de bosque, entre el año 1993 de 165,1 ha; en la actualidad solo se verifica 1,5ha. Esto relacionado con los Cultivos que se han triplicado en la parroquia; en el año 1993 eran 185,8 ha, mientras que la actualidad se constata un total de 432,6 ha.

Además se puede ver cómo ha incrementado los bosques plantados de un 155,8 ha del año 1993 a 217,2 ha para el 2018 esto se dio por la reforestación que han ido incrementado, además se puede ver cómo ha ido afectando el páramo, ya que existe una reducción de un 20% del año 1993 al 2018.

4.7.3 Tercer periodo parroquia San Roque 1993 al 2018

Realizando el análisis multidimensional de la cobertura vegetal de la parroquia San Roque , podemos detallar los siguientes datos:

Tabla 20.

Superficie de la cobertura vegetal Parroquia San Roque 1993-2005-2018

Detalle	(1993) ha	(2005) ha	(2018) ha
Área Urbana	122,9	451,5	492,6
Bosque Plantado	259,3	165,9	19,9
Páramo	49,8	48,8	22,0
Roca	58,8	58,8	58,8
Bosque	78,7	43,1	13,5
Cultivos	242,0	365,4	658,4
Pastos	99,2	118,3	34,8

Elaborado: por la Autora

En el año de 1993 los datos son: Área Urbana 122,9 ha, Bosque Plantado 259,3 ha y de Pàramo 49,8 ha y el valor correspondiente a roca de 58,8 ha, Bosque 78,7 ha, Cultivos 242,0 ha y de Pastos 99 ,2 ha.

En el año 2005 se proyectan los siguientes valores: Área Urbana 451,5 ha, Bosque Plantado 165,9 ha, Bosque 43,1 ha, Cultivo, 365,4 ha, Pastos 118,3 ha y de Pàramo 48,8 ha y manteniéndose el valor de roca de 58,8 ha.

Para el año 2018 se proyectan los siguientes porcentajes: En la Zona Urbana 492,6 ha, Bosque Plantado 19,6 ha y de Pàramo 22,0 ha, Bosque 13,5 ha y de Cultivos el valor de 658,4 ha y de Pastos 34,8 ha, y se mantiene el valor de 58,8 ha, en lo que corresponde a Roca.

Resaltando los datos en relación con la zona urbana existe un aumento en el territorio parroquial, al momento se cuenta con 492,6 ha. En cambio, los bosques ha disminuido significativamente del año 1993 de 78,7 ha, a 13,5 ha en la actualidad.

Una cifra se refleja en el porcentaje de bosque plantados que ha ido desapareciendo casi en su totalidad, de 259,3 ha en el año 1993, a 165, 9 ha en el año 2005 y por último a 19,9 ha en el año 2018. Mientras que en los cultivos se triplico del año 1993, 242,0 ha, a 658,4 ha en la actualidad.

Sin duda las coberturas de la zona urbana y los cultivos avanzan velozmente en las tres parroquias donde se realiza el estudio, mientras que el bosque ha ido desapareciendo al igual que los pastos.

El análisis se llevó por medio de la identificación de los distintos rasgos interpretados, clasificados y mapeados sobre las imágenes Landsat además se ejecutó a nivel de los datos numéricos generados en la fase de clasificación digital y en la etapa de SIG a partir de las coberturas temáticas digitales.

4.8 Identificación de principales actores.

La identificación de los actores claves que intervienen en la problemática del cambio de la cobertura vegetal y uso de suelo además de las funciones y roles de cada uno, se obtuvieron como resultado de

la aplicación de la herramienta “Lluvia de ideas” en el grupo focal realizado con informantes claves, usuarios del canal y miembros del Cabildo correspondiente a cada una de las comunidades que pertenecen las 3 tres Parroquias y se determinó que son:

- Junta Parroquial de las 3 parroquias – Cantón Otavalo-Antonio Ante: Administrar las parroquias de riego y provisión de agua.
- Gobierno Provincial de Imbabura Apoyo en cuestión de proyectos a las juntas y además de colaborar con, apoyo como maquinaria para mantenimiento, capacitaciones y apoyo técnico.
- GAD Otavalo-Antonio Ante: Contraparte para proyectos y mantenimiento, protección de predios.
- ONG: Ayuda técnica.
- Ministerio del Ambiente: Protección de las áreas naturales del sitio de estudio.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería: Apoyo en capacitaciones y proyectos para
- Tecnificación de Riego y Comercialización de cultivos.
- JAPP: Encargada de la administración y la protección de las fuentes de recurso hídrico distribuido para cada Comunidad.

Tabla 21.

Determinación por la aplicación de la Identificación de los actores clave

	Actividad	Materiales	Observación
Identificación de roles y cargos que desempeñan cada uno de los actores .	Se realizó una lluvia de idea para la respectiva identificación de actores clave.	Gigantografía del mapa base del área Marcadores permanentes Cartulinas de colores de distintas formas	Cada cartulina de color representa un grupo o persona de intervención (se identifica uno a uno los actores)
Clasificación de Actores.	Clasificación por pequeños grupos integrados por los distintos actores para poder reconocer las causas de la problemática asociada	Pliegos de cartulina Marcadores de tiza liquida permanentes	Se clasifica a los actores por grupos: Principales y secundarios.
Análisis de actores.	<p>Definición de relaciones predominantes buena, regular, conflictiva</p> <hr/> <p>Describir niveles de poder influencia</p> <p>Alto: alta influencia de poder sobre los demás</p> <p>Medio: mediana influencia de poder sobre los demás</p> <p>Baja: no hay influencia de poder sobre los demás</p>		Participación activa de asistentes para identificar roles de cada actor

Elaborado: Por la Autora.

4.8.1 Análisis de la Matriz Foda

Tabla 22 *Matriz Foda*

FORTALEZAS <ol style="list-style-type: none">1. Trabajo coordinado entre la población2. Predisposición de la población para realizar programas de reforestación3. Cuidado ambiental por los moradores para evitar la deforestación.4. Prevalece la comunicación entre la población.	DEBILIDADES <ol style="list-style-type: none">1. Poca sensibilización en los moradores de la tres parroquias2. Pérdida de la cobertura vegetal en las faldas de cerro Imbabura3. Falta de apoyo desde las instituciones públicas, y privada4. Falta de control en la tala indiscriminada en las faldas del cerro Imbabura.
OPORTUNIDADES <ol style="list-style-type: none">1. Utilización de los recursos maderables y no maderables de las especies introducidas2. Alberga diversidad florística y faunística3. Posee atractivos naturales y turísticos.4. Permite la realización de proyectos de turismo los mismos comunitario.	AMENAZAS <ol style="list-style-type: none">1. Reemplazo de las especies, propias de lugar por otras que requieren riego y cuidados especiales2. Pérdida y disminución de la cobertura vegetal3. Riesgo de incendios y falta de un programa de prevención de4. Pérdida de la diversidad biológica, intervención antrópica por parte de la comunidad.

Elaborado: Por la Autora

4.8.2 Propuesta de conservación

Conservación in situ

Protección de cobertura vegetal degradada por tala ilegal, pastoreo, incendios y la extensión del crecimiento demográfico.

Es necesario implementar acciones de conservación por los efectos que encontramos debido a que se ha presenciado un cambio de la cobertura vegetal en los tiempos estimados de las imágenes Landsat utilizadas en los periodos 1993, 2005, 2018 para la investigación paso esencial es la conservación y recuperación de los 3 sectores estudiados en la investigación por las causas que han generado como al pastoreo, los incendios, la tala ilegal, además del crecimiento demográfico.

Tabla 23.

Matriz de seguimiento y control para la ejecución de la propuesta de conservación parroquia, Miguel Egas Cabezas

PROPUESTA DE CONSERVACIÓN PARA LA PARROQUIA , MIGUEL EGAS CABEZAS DEL CANTÓN OTAVALO					
Estrategia	Proyecto	Actividades	Indicador	Duración	Responsable
Elaboración de un Programa de Educación Ambiental dirigida a niños , jóvenes y adultos de la comunidad de “Arias uku” parroquia “Miguel Egas Cabezas” abordando el tema de conservación del recurso bosque	Capacitación a niños , jóvenes, conjuntamente con actores clave en la temática de conservación del bosque nativo del Cerro Imbabura	<ul style="list-style-type: none"> • Difusión en temas ambientales como prevención, reducción , control de incendios forestales y de pajonales • Preparación de charlas y conferencias de educación ambiental en los respectivos niveles de formación estudiantil en este caso al nivel inicial, básico, y bachillerato, demás población. • Organización de capacitación a la comunidad “Arias uku” en temas como restauración y conservación del bosque nativo mediante la aplicación de técnicas de manejo basadas netamente en la regeneración natural y además de recuperación de áreas degradadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de la ocurrencia de los incendios forestales que se han suscitado y demás un control de quemas • Población Estudiantil debidamente capacitada en la cual adquieran conocimiento sobre educación ambiental • Taller realizado en la comunidad de “Arias uku”” la parroquia “Miguel Egas Cabezas” en tema de restauración del bosque nativo y prevención de incendios 	2 años	Pobladores de las parroquia Miguel Egas Cabezas “Arias uku” MAE (departamento de patrimonio natural de Imbabura GAD DEL CANTÓN OTAVALO-GPI

Elaborado: Por la Autora

Tabla 24. Matriz de seguimiento y control para la ejecución de la Propuesta de conservación Parroquia San Juan de Ilumán

PROPUESTA DE CONSERVACIÓN PARA LA PARROQUIA , SAN JUAN DE ILUMAN DEL CANTÓN OTAVALO					
Estrategia	Proyecto	Actividades	Indicador	Duración	Responsable
Restauración de la cobertura vegetal boscosa en la Parroquia San Juan de Ilumán” Sector Angel Pamba para dar un mejoramiento a los bienes y servicios eco sistémicos del sitio	Reforestación con fines de protección del lugar y promover un desarrollo forestal comunitario	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de viveros de producción de plantas nativas en la comunidad • Capacitación para el manejo y producción de plantas • Plantación de especies nativas en sitios estratégicos y aéreas cerca a las vertientes existentes en el sector • Seguimiento y mantenimiento de las plántulas sembradas 	<ul style="list-style-type: none"> • Vivero Comunal con capacidad De 500 Plántulas. • Pobladores de la comunidad de Angel Pamba capacitados en temas de mapeo de sitios potencialmente reforestados y cuidado de las mismas • Los actores clave de la comunidad de Ángel Pamba establecerán sitios adecuados para la debida plantación • Se logrará un eficaz seguimiento y evaluación del programa ejecutado por los pobladores. 	2 años	Pobladores de las parroquia “San Juan de Iluman “Angel Pamba ” MAE (departamento de patrimonio natural de Imbabura GAD DEL CANTÓN OTAVALO GPI

Elaborado: Por la Autora

Tabla 25. *Matriz de seguimiento y control para la ejecución de la Propuesta de conservación Parroquia San Roque*

PROPUESTA DE CONSERVACIÓN PARA LA PARROQUIA, SAN ROQUE DEL CANTÓN ANTONIO ANTE					
ESTRATEGIA	PROYECTO	ACTIVIDADES	INDICADOR	DURACIÓN	RESPONSABLE
Mejorar la producción y manejo de animales menores, y parcelas agroforestales Parroquia “San Roque” Comunidad de Cerotal	Proyecto de Diversificación Agropecuaria	<ul style="list-style-type: none"> Proceso de Capacitación enlazando compromisos con las entidades para el debido seguimiento, además de dotación de insumos necesarios para la ejecución del curso participativo Establecer granjas demostrativas de producción animales menores y sistemas agroforestales eficientes 	<ul style="list-style-type: none"> Población de la parroquia San Roque Sector Cerotal capacitados en el manejo adecuado de suelos y prácticas agrícolas orgánico. <p>Implementar conjuntamente con la Comunidad de Cerotal de unas granjas demostrativas en donde se refleje los sistemas agroforestales</p>	2 años	Pobladores de las parroquia “San Roque” Comunidad Cerotal MAE (departamento de patrimonio natural de Imbabura GAD DEL CANTÓN ANTONIO ANTE GPI

Elaborado: Por la Autora

4.9 Socialización

La socialización de la investigación fue realizada en la casa Comunal de la Comunidad kichwa de “ARIAS UKU”, perteneciente a la parroquia Miguel Egas Cabezas del Cantón Otavalo con la participación de actores claves tales como miembros del Cabildo y moradores de la comunidad , técnicos de la Pontifica Universidad Católica del Ecuador- Sede Ibarra y la Mama Yachak de la comunidad, la misma que hizo un ritual como muestra del simbolismo y espiritualidad de los pueblos andinos en honor a nuestro volcán Imbabura motivo de investigación, procediendo así a dar el informe del desarrollo y el propósito del trabajo en sí cada uno de los participantes se les entregó una encuesta para saber su criterio acerca de la investigación realizada; obteniendo los siguientes resultados que se detallan a continuación.

Tabla 26.

Medición de impacto de la investigación

PREGUNTAS	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo	Nulo
1. ¿Considera usted que la sala X donde se desarrolló este evento brindó las comodidades necesarias?	X				
2. ¿Considera usted que el material audiovisual utilizado en la presentación fue adecuado?	X				
3. ¿Considera usted que el expositor mostró dominio del tema?	X				
4. ¿Estima usted que el manejo del auditorio por parte del expositor fue adecuado?	X				

-
5. ¿Considera usted que el expositor demostró facilidad de expresión? X
6. ¿Considera usted que el tema investigativo posee relevancia para algún actor y/o sector de la sociedad? X
7. ¿Considera usted que ésta investigación posee perspectiva para estudios complementarios posteriores? X
-
8. ¿Considera usted que el tema investigado genera actualmente o a futuro un beneficio concreto para alguna organización empresa pública o privada, comunidad o institución? X
-
9. ¿En función de los objetivos planteados expuestos en la investigación, considera usted que éstos se cumplieron?
-

En la encuesta realizada, los resultados obtenidos acerca del impacto del proyecto fueron de calificación alta con lo que se concluye, existió una apreciación e interés por parte de la comunidad; además, que cada uno de los objetivos propuestos en este tema investigativo fueron cumplidos a cabalidad.

4.10 Discusión

En base a los resultados obtenidos del análisis multitemporal respecto a las imágenes utilizadas, se pueden generar varios insumos que permitan realizar una discusión sobre los cambios de uso y cobertura del suelo generado en las tres parroquias Mígues Egas Cabezas, San Juan de Ilumán, San Roque.

En la investigación denominada Estudio de variación de la cobertura vegetal y estado actual del Cerro Imbabura Aldas, 2016 se emplearon imágenes Landsat 7 de los años 1991 y 1999 correspondientes al Cerro Imbabura , donde se menciona que la clase con mayor número superficie es Pajonal con 3133,2 hectáreas y corresponde al 36,7%, y los Cultivos tienen el 26,1% con una superficie de 2234,5 hectáreas, la Vegetación Arbustiva con 1076,3 hectáreas que representa el 12,6%, el bosque corresponde al 10,7% con una superficie de 917,8 hectáreas, las clases de Bosque Plantado, roca tienen valores inferiores al 10%.

Este estudio se lo realizó enfocado en las tres parroquias Mígues Egas Cabezas, San Juan de Ilumán, San Roque por lo que utilizamos Imágenes Landsat del año 1993 por lo que se pudo determinar en base al trabajo de campo se establecieron 6 clases de uso de suelo que se indican a continuación: Área Urbana, Bosque Natural, Bosque Plantado, Cultivos, Pàramo, Pastos, Roca. La diferencia de la extensión del área entre los dos estudios se debe a cada una de las 3 parroquias en la cuales se realiza la investigación ya que la extensión del primer estudio abarca 8542,4 hectáreas mientras que la extensión del área del segundo estudio es 4596, 0 hectáreas y la tercer parroquia con un 1662,6 ha.

Con este estudio se determinó que la parroquia de Miguel Egas Cabezas obtuvo un mayor número en los cultivos con 219,1 ha que corresponde al 35,3% y los pastos tienen 8,1 % con una superficie de 50,5 ha, bosque natural con 60,9 ha que representa 9,8

Páramo 10,9% en una superficie de 68,0 ha y de Bosques Plantados 39,6 ha correspondiente a 6,3 % y de Roca 0,2 % en una superficie de 1,5 ha y finalmente la Área Urbana que corresponde a un porcentaje de 29,0 equivalente a 179,9 ha.

Cabe recalcar que en la parroquia de San Juan de Ilumán se obtuvo también un alto valor en los cultivos con 432,6 ha que corresponde al 35,8% seguidamente de la área urbana ha existido un descenso en la actualidad ya que tal vez los mismos pobladores se dieron cuenta de la afectación que provocaban con un 19,33% en una superficie de 233,1 ha y de paramo un 11,4% en 138,4 ha y de los Bosques Plantados una disminución de un 20% de un 57,7 del año 2005 al 2018 con 39,6 ha, y de Bosque vemos como ha disminuido casi en su totalidad de un 2,6 % a un 0,13% en la actualidad y de Roca se sigue manteniendo en la misma superficie.

Para la tercera parroquia San Roque el cambio de cobertura se ha triplicado en los cultivos de un 28,2% a un 52,2% mientras que en las de las coberturas ha disminuido como es en el caso del Bosque con una superficie de 43,1 ha, a 13,5 ha y del Páramo de un 3,7% a 1,7%, los Bosques Plantados de un 12,8 % a 1,5% lo mismo para los Pastos con un 9,1 % a 2,7% y para la Roca que sigue manteniéndose en el transcurso del tiempo.

Por su parte, la disminución del área de Plantaciones Forestales puede ser consecuencia de las actividades de aprovechamiento Forestal, que hayan sido sancionados durante este periodo. Mientras que el cambio que existe en el tercer periodo 2018 es muy notorio como se puede ver que en la figura 8, se presenta la distribución de las categorías de uso de suelo de cobertura vegetal se realizó empleando la imagen satelital Landsat 2018 el análisis multidimensional correspondiente a las tres parroquias.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

- En el desarrollo de la presente investigación se realizó un análisis mediante imágenes satelitales Landsat y técnicas de percepción remota de la cobertura vegetal de las 3 parroquias: Miguel Egas Cabezas, San Juan de Ilumán y San Roque en los años 1993, 2005 y 2018; estos procesos han permitieron determinar el cambio de cobertura vegetal en la actualidad.
- El área de Estudio en los 25 años transcurridos en la Parroquia de Miguel Egas Cabezas indica que con respecto a la zona urbana existió un incremento ya que para el 1993 se contaba con 7,4 ha la cifra en la actualidad es de 263,7 ha; mientras que los pastos incrementaron su área de 21, 0 ha a un 29,5 ha. en el 2018. En lo que corresponde a bosque naturales entre estos años disminuyó a 60,9 ha. es decir, alrededor del 50% del área. Los Cultivos en cambio duplicaron su área pasando de 142,6 ha. en 1993 a 219,1ha. en el 2018. Así mismo, se observa el incremento de los bosques plantados de 39,6 ha. a 81,1 ha. Para el 2018; En lo que corresponde a paramo existe una reducción en su superficie de un 20% desde el año 1993 al 2018 .
- El resultado que se obtuvo de la parroquia San Juan de Ilumán con relación al crecimiento demográfico de la Zona Urbana hacia el volcán Imbabura existe un aumento alarmante, en 1993 se cuenta con 42,4 ha. mientras que en la actualidad con 233,1 ha. Otro dato significativo se detalla en el indicador de Bosques Naturales, entre el año 1993 de 165,1 ha pasó a tener 1,5 ha. es decir que ha existido un deterioro de la Cobertura Boscosa; con relación a los cultivos, los resultados han sido elevados, para el año 1993 se contaba con 185,8 ha. mientras que, en la actualidad se constata un total de 432,6 ha. Además se puede observar un aumento en la existencia de bosques plantados desde el año 1993 de 155,8 ha. a 217,2 ha. para el año 2018; esto se dio por el incremento de la reforestación; y en cuanto a la afeción del páramo tuvo una reducción del 20% tomando en cuenta desde el año 1993 al 2018.
- El resultado que se obtuvo de la parroquia San Roque del cantón Antonio Ante en relación a la expansión de la Zona Urbana hacia el volcán Imbabura ha ido en aumento, ya que contaba con 122,9 ha para el año 1993 pues al momento cuenta con

492,6 ha en la actualidad. Mientras que los bosques han disminuido significativamente, en el año 1993 de 78,7 ha, a 13,58 ha en el 2018. Los Bosques Plantados han ido desapareciendo casi en su totalidad, de 259,3 ha en el año 1993, a 19,9 ha; para el año 2018. En cuanto a los Cultivos hemos visto que se ha triplicado su superficie, del año 1993 con 242,0 ha a 658,4 ha a esta época.

- En el proceso de identificación de actores claves, que se realizó de forma Participativa, me permitió identificar a las personas que tiene el liderazgo en la comunidad, y de las entidades gubernamentales locales y seccionales que pueden coordinar acciones, llevando a la ejecución y cumplimiento de diversos proyectos que serán de gran beneficio para los moradores.
- La propuesta que se desea implementar será de gran apoyo para lograr una concientización para las actuales y futuras generaciones de cada una de las tres parroquias, de esta manera poder conservar nuestro Volcán Imbabura emblemático y reconocido a nivel Internacional por poseer una riqueza cultural, social y ecológica.
- Aplicar en el análisis multitemporal imágenes de fina resolución para poder incrementar el nivel de proyección e identificación de los aspectos de las imágenes satelitales y así poder obtener resultados más concisos de uso de suelo y cobertura vegetal en una escala a mayor detalle.

RECOMENDACIONES

- Implementar proyectos de desarrollo para los pobladores y evitar la acciones antrópicas realizadas por las mismas comunidades que habitan en las faldas del volcán Imbabura, de esta manera motivar a los habitantes a conservar los recursos
- La Clasificación Supervisada fue el método con mayor nivel de confiabilidad por lo que se sugiere utilizar esta metodología para estudios similares de análisis multitemporales aplicando técnicas de Teledetección.
- Se recomienda continuar con este estudio el mismo que abarque todas las parroquias del Volcán Imbabura ya que así se podrá obtener mayor información y determinar el cambio de la cobertura vegetal.
- El presente estudio demuestra una propuesta de conservación que deberían de considerarse a los tres cantones: Antonio Ante, San Miguel de Ibarra y Otavalo con la utilización de recursos económicos para que sean invertidos de la mejor manera en la conservación del Volcán Imbabura, ya que fueron evidenciados a través de análisis de las imágenes satelitales y muestreo de encuestas, diversos problemas tales como: el avance de la frontera agrícola, el deterioro de la cobertura boscosa, el incremento de la expansión de la zona urbana ocasionando graves consecuencias para los imbabureños.
- Finalmente un aspecto que cabe mencionar es aquel que guarda relación con la utilidad de estudios de este tipo. En este caso el análisis que se hizo de la cobertura vegetal en las 3 parroquias, puede servir de base para la elaboración de planes de manejo y para la zonificación del territorio denominado como área protegida, sin embargo esto se debe realizarse conjuntamente con otros estudios de carácter local que también tomen en cuenta aspectos socioculturales, económicos y de biodiversidad de la zona.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alzate, A. (2001): Imágenes Espaciales de la Superficie Terrestre, Procesamiento Digital, Análisis y Extracción de la Información Temática. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
2. Ambiente, M. D. (2010). Propuesta para la Protección y Conservación de los Recursos Naturales en Areas del Volcan Imbabura. Ibarra.
3. Ambiente, M. D. (2012). Sistema de Clasificación de Los Ecosistemas.
4. Arenas, E. A. (2011). Aplicacion de Tecnicas de Teledetección y Gis sobre Imágenes Quickbird. Revista de Teledetección, 59-60.
5. Arcgis (2011): Página Oficial. Disponible En: <Http://Www.Softwaregis.Cl/Arcgis.Html>.
6. Boca y Rodriguez. (2010). Métodos Estadísticos de la Evaluación de la Exactitud de Productos Derivados de Sensores Remotos. Recuperado
7. Báez C. (2010): Propuesta Metodológica Para la Representación Cartográfica de los Ecosistemas del Ecuador Continental.
8. Burrough, P.; McDonnell, R. (1998): Principles Of Geographic Information Systems A For Land Resources Assessment. Oxford, Clarendon. Bennett, A. (1999). Enlazando el paisaje. Uicn, 275.
9. Campbell, J. (1996): Introduction to Remote Sensing. 2da Edition. New York. The Guilford.
10. Canada Center For Remote Sensing (2002): Remote Sensing Tutorial. Disponible En: <Http://Www.Ccrs.Nrcan.Gc.Ca/Ccrs/Eduref/Tutorial/Tutore.Html>.
11. Cabrera, P. (2007). Diagnóstico y Mapeo de Sectores, Relaciones y Conflictividad. Quito.

12. Calvo Obando, A (2012). Frangmentación de la Cobertura Forestal. Revsta Forestal Mesoamericana .
13. Carcamo y Rejas. (2015). Analisis multitemporal mediante teledeccion espacial y SIG del cambio de cobertura del suelo e el mucnicipio de Danli, El paraíso en los años 1987-2011. Ciencias Espaciales , 8(2). Recuperado de <http://www.lamjol.info/index.php/CE/article/viewFile/208/1878>
14. Cohen, J. (1960). A Coefficient Of Agreement For Nomial Scales . Educational And Psychological Measuremdent .
15. Cure, L. (2012). Determinación de la Influencia del Cambio de uso de suelo En Milagro.
16. Challenger. (2003). Estrategias para la conservacion de los Ecosistemas . Conabio / Instituto De Ecologia .
17. Chuvieco, E. (1996). Teledetección Ambiental. Ariel Ciencia, 586.
18. Chuvieco, E. (2011). Teledeccion Espacial. Athmosfere.
19. Jaramillo, F. (2009). Estudio de flora y fauna. En F. .Jaramillo, Estudio de flora y fauna (Págs. 50-62). Otavalo.
20. FAO. (2015). Evaluacion de los Recursos Forestales Mundiales . Ecuador : Informe Nacional Ecuador .
21. Frazier L, y P. (1999). Cartografia Metodologia. 2000-1464.
22. Gad, S. J. (2015). Plan de desarrollo y ordenaineto territorial. Otavalo.
23. Gonzaga, C. (2014). Aplicación de Índices de Vegetación derivados de Imágenes Satelitales Landsat 7 ETM+ y ASTER para la Caracterización de la Cobertura Vegetal en la Zona Centro de la Provincia De Loja, Ecuador.
24. Gallego, C. (2004). Calculo del Tamaño de la Muestra . Matronas Profesión , 5(18).

25. Gelfius, F. (2009). Herramientas para el Desarrollo Participativo Costa Rica . Diagnóstico, Planificación , Monitoreo y Evaluación 80.
26. Geoplades. (2010). Estudio Multitemporal de Cobertura Vegetal y Uso Actual del Suelo. Ecuador .
27. Heathcote, W. (1998). Integrated Watershed. Jhon Willey & Sons, 414.
28. Hernandez, R. (2012). Análisis Multitemporal de la Cobertura Vegetal Del Municipio. Honduras: Universidad Autónoma Nacional.
29. Herrera, J. (2009). Metodologías Participativas. IAP.
30. Huerta, J. (2005). Origen de los Grupos Focales . Mayaquez.
31. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2009). Imagenes Landsat. Quito.
32. Iniciativa red de Comunicación , (2017). Iniciativa de Red de Comunicación. America Latina y Caribe: Comunicación y Bienes.
33. Iucn. (14 De Julio De 2017). The IUCN Red List Of Threatened Species. Obtenido de Aniba Pilosa : [Http://www.Iucnredlist.Org/Details/45585/0](http://www.Iucnredlist.Org/Details/45585/0)
34. Aldas J. (2006). Análisis Multivariado.
35. Jaramillo, F. (2009). Estudio de Flora y Fauna. En F. .Jaramillo, Estudio de Flora y Fauna (Págs. 50-62). Otavalo.
36. Karszenbaum y Barraza. (2013). Introducción de la Teledecección Cuantativa. IAFE CONICEF.
37. Lopez, I. (2001). Impacto Ambiental por las actividades extractivas en bosques tropicales, FAO, La molina , Lima- Perú
38. Lorenzo y Martinez. (2006). Conceptos Básicos . Medio Ambiente y Natural.
39. Mae. (2003). Conservación de los Recursos, Ecuador, pp.1-2
40. Martinez, P. (2006). Desarrollo Rural Sostenible . Mc Graw Hill Iiteramericana .

41. Moises, A. (2008). Importancia de la Biodiversidad.
42. Muc. (2011). Imágenes Satelitales .
43. Pazmiño. (2014).GAD Cantón Otavalo (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Otavalo. 2014-2019 , p, 93.
44. Predium (2002): Teledetección. Disponible en:
<http://www.predium.com/teledete.htm>.
45. Peinado, M. (1997). Análisis Multitemporal de la Cobertura Vegetal del Valle Interandino del Chota e Identificación de Zonas de Restauración Ecológica (Tesis Pregrado) Universidad Tecnica del Norte . Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7235/1/03%20RNR%2025%20TRABAJO%20DE%20GRADO.PDF>.
46. Pérez González, M. (2011). Aplicaciones de Teledetección en Degradación de Suelos . Asociación de Geógrafos Españoles .
47. Portillo, J. (2005). Determinación de Usos del Suelo Mediante Análisis Multitemporal De. Ecuatlas.
48. Posada, A. (2012). Imagenes Satelitales.
49. R.Langle.C. (2010). Herramientas y Metodologías de la Utilización de Un Sig .
50. Ramos. (1993). Riqueza de la Biodiversidad en el Ecuador.
51. Rodriguez, S. (1996). Posibles causas y efectos por la frontera agrícola .
52. Romero, F. (2006). La teledeteccion satelital y los sistemas de proteccion ambiental revista cientifica de la sociedad española de acuicultura .
53. Salvatierra, C. (2000). Análisis de la cobertura vegetal y el uso de la tierra con el uso de sensores remotos en la Mojana,. Colombia/Bogota : Instituto Geográfico Agustín Codazzi.


54. Schowengerdt, R. (1997): Techniques for Image Processing and Classification in Remote Sensing. 2da. Edición. New York.
55. Selper (Sociedad Latino Americana de Sensoramiento Remoto y Sistemas de Información Espaciales). (2002): Disponible en: <http://www.ltid.inpe.br/selper/frame.html>
56. Sampieri, H. (2014). Metodología de la Investigación. México 6ta Edición
57. Sawyer. (1986). Desarrollo de las actividades agropecuarias . AGROP.
58. Scan, T. (2006). Consultora. Nociones Introductorias: Fundamentos Físicos de la Scanterra.
59. Sigagro. (2004). Descripción del Volcán Imbabura .
60. Softwaregis. ((2010)). Arcview GIS 9.3.
61. Tapella, E. (2007). Mapeo de actores claves, documentos de trabajo del proyecto efectos. Córdoba.
62. Tecnogeo, L. (2014). ERDAS IMAGINE .
63. Terra, S. (2006). Consultora. Nociones Introductorias: Fundamentos Físicos .
64. Unesco. (Organización de gobierno de áreas protegidas) (1982). Patrimonio Cultural
65. Unesco. (Organización de gobierno de áreas protegidas) (2005). Conservación, Ecosistema. Unesco, P.4.
65. Unesco. (Organización de gobierno de áreas protegidas) (2005). Conservación, Ecosistema. Une

ANEXOS

Anexo1. Previa socialización para la identificación del problema



Anexo 2: Formato de encuesta para identificar las posibles causas y efectos del Cambio de la Cobertura Vegetal.


PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATOLICA DEL ECUADOR
SEDEIBARRA
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLA
Y AMBIENTALES

La siguiente encuesta tiene como finalidad recolectar datos de las parroquias para evaluar el estado en el que se encuentra debido a la perdida de cobertura vegetal como parte de una investigacion universitaria

Lugar: _____
Género: Masculino _____ Femenino _____
Edad _____ Estado civil _____ Hijos-as _____

Por favor contestar las siguientes preguntas abiertas y cerradas

1. ¿Utiliza las parcelas que se encuentra en las faldas del Imbabura?
SI
NO
Porque _____

2. ¿Entiende usted a qué se denomina el Avance de la Frontera Agrícola?
Si _____ No _____

3. ¿A qué está expuesto los predios de las faldas del Cerro Imbabura?
Tala indiscriminada de bosque
Sobrepastoreo
Cambios de la cobertura vegetal
Aparacion de la frontera Agrícola
Erosion



4. Los predios que se encuentran en el Cerro Imbabura pertenecen a:

- Estado
Communal
Privado

5. ¿Ha recibido capacitación adecuada con respecto a prácticas ambientales?

- Si
No

Por cual entidad _____

6. ¿Cómo piensa que podría ayudar a la disminución del avance de la frontera Agrícola?

- Reforestar
Sensibilización a la población
Apoyo por entidades gubernamentales
Apoyo por entidades no gubernamentales

7. Cree usted que podríamos realizar estudios técnicos para implementar estrategias de conservación del Cerro Imbabura

- Si
No

Anexo 3. Encuestas a los pobladores para identificar el problema que aqueja y por ende se verifico el Cambio de la Cobertura Vegetal



Anexo 4: Toma de puntos para la Ubicación del área de Estudio



Anexo 5: Vista panorámica de la Parroquia San Juan de Iluman Sector “Ángel Pamba”



Anexo: 6: Vista panorámica de la Parroquia Miguel Egas Cabezas sector “Arias uko”



Anexo 7: Vista Panorámica de la Parroquia San Roque sector “ Cerotal”




Anexo 8: Invitación a la socialización acerca del tema de investigación

Anexo 9: Socialización



Anexo 10: Formato de encuesta realizada en la socialización



**Pontificia Universidad
Católica del Ecuador**

ESCUELA CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES
ÁREA DE VINCULACIÓN CON LA COMUNIDAD

PROCESO DE SOCIALIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN

El siguiente cuestionario nos permitirá implementar mejoras constantes en los procesos de socialización de trabajos de investigación, por favor háganos llegar sus comentarios y sugerencias:

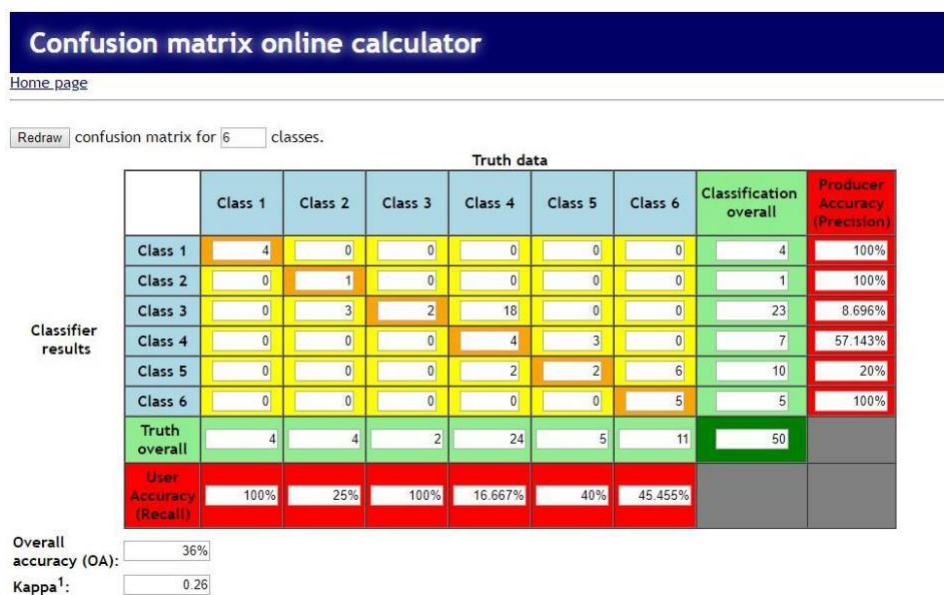
FECHA			
EXPOSITOR			
LUGAR	DENTRO PUCESI		FUERA PUCESI

NOTA IMPORTANTE: Por favor conteste las preguntas según la siguiente escala:
5. MUY ALTO / 4. ALTO / 3. MEDIO / 2. BAJO / 1. NULO

DETALLE DE VALORACIÓN	1	2	3	4	5
ORGANIZACIÓN DEL EVENTO DE SOCIALIZACIÓN:					
1. ¿Considera Usted que la sala donde se desarrolló este evento brindó las comodidades necesarias?					
2. ¿Considera Usted que el material audiovisual utilizado en la presentación fue adecuado?					
EJECUCIÓN DEL EVENTO POR PARTE DEL EXPOSITOR					
3. ¿Considera Usted que el expositor mostró dominio del tema?					
4. ¿Estima Usted que el manejo del auditorio por parte del expositor fue adecuado?					
5. ¿Considera Usted que el expositor demostró facilidad de expresión?					
MEDICIÓN DE IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN:					
6. ¿Considera Usted que el tema investigado posee relevancia para algún actor y/o sector de la sociedad?					
7. ¿Considera Usted que esta investigación posee perspectivas para estudios complementarios posteriores?					
8. ¿Considera Usted que el tema investigado genera actualmente o a futuro un beneficio concreto para alguna organización, empresa pública o privada, comunidad o institución?					
9. ¿En función de los objetivos planteados expuestos en la investigación, considera Usted que éstos se cumplieron?					
REALICE UN COMENTARIO O SUGERENCIA PARA LOS ORGANIZADORES DE ESTE EVENTO					
MENCIONE USTED OTRAS PROBLEMÁTICAS QUE A SU PARECER PODRIAN SER INVESTIGADAS Y QUE POSEAN IMPORTANCIA PARA ALGÚN ACTOR Y/O SECTOR DE NUESTRA COLECTIVIDAD					
INSTITUCIÓN U ORGANIZACIÓN A LA QUE PERTENECE EL ENCUESTADO					

Elaborado por: Departamento de vinculación ECAA (2019)

Anexo 12: Matriz de Contingencia con seis clases de uso del suelo para validar la clasificación supervisada



Anexo 13: Tabla de Matriz de Cambio Parroquia Miguel Egas Cabezas años 1993-2005 y 2018

Cobertura Vegetal	Cobertura 1993		Cobertura 2005		Cobertura 2018	
	(ha)	Porcentajes	(ha)	Porcentajes	(ha)	Porcentajes
Área Urbana	7,4	1,6	271,2	37,8	179,1	29,0
Bosque Natural	118,6	25,8	99,2	13,8	60,9	9,8
Cultivos	142,6	31,0	188,1	26,2	219,1	35,3
Paramo	87,0	87,0	74,7	10,4	68,0	10,9
Pastos	21,0	4,5	25,0	3,4	50,5	8,1
Bosque Plantados	39,6	17,6	57,7	8,0	39,6	6,3
Roca	1,5	0,3	1,5	0,2	1,5	8,1

Elaborado por: La Autora

Anexo 14: Tabla de Tasa de Cambio Parroquia Miguel Egas Cabezas año 1993 al 2005.

Cobertura Vegetal	Cobertura 1993		Cobertura 2005		Variación	
	(ha)	Porcentajes	(ha)	Porcentajes	Aumento	Descenso
Área Urbana	7,4	1,6	271,2	37,8	263,7	
Bosque Natural	118,6	25,8	99,2	13,8		-19,4
Cultivos	142,6	31,0	188,1	26,2	45,5	
Paramo	87,0	87,0	74,7	10,4		-12,3
Pastos	21,0	4,5	25,0	3,4		-4,0
Bosque Plantados	39,6	17,6	57,7	8,0		-31,5
Roca	1,5	0,3	1,5	0,2	Se mantiene	Se mantiene

Elaborado Por: La Autora

Anexo 15: Tabla de Tasa de Cambio Parroquia Miguel Egas Cabezas año 2005 al 2018.

Cobertura Vegetal	Cobertura 2005		Cobertura 2018		Cobertura 2018	
	(ha)	Porcentaje	(ha)	Porcentaje	Aumento	Descenso
Área Urbana	271,2	37,8	179,1	29,0		-92,0
Bosque Natural	99,2	13,8	60,9	9,8		-38,2
Cultivos	188,1	26,2	219,1	35,35	30,9	
Paramo	74,7	10,4	68,0	10,9		-6,6
Pastos	25,0	3,4	50,5	8,1	25,5	
Bosque Plantados	57,7	8,0	39,6	6,3		-18,1
Roca	1,5	0,2	1,5	8,1	Se mantiene	Se mantiene

Elaborado Por: La Autora

Anexo 16: Matriz de Cambio Parroquia San Juan De Iluman años 1993-2005 y 2018

Cobertura Vegetal	Cobertura 1993		Cobertura 2005		Cobertura 2018	
	(ha)	Porcentajes	(ha)	Porcentajes	(ha)	Porcentajes
Área Urbana	42,4	3,9	331,1	24,7	233,1	19,3
Bosque Natural	165,1	15,4	35,7	2,6	1,5	0,1
Cultivos	185,8	17,4	347,3	25,9	432,6	35,8
Paramo	203,4	19,0	152,9	11,5	138,4	11,4
Pastos	96,9	9,0	32,7	2,4	54,6	4,5
Bosque Plantados	155,8	14,5	126,7	16,2	217,2	10,5
Roca	218,8	20,4	218,8	16,3	218,8	18,1

Elaborado por: La Autora

Anexo 17: Tabla de Tasa de Cambio Parroquia San Juan De Iluman año 1993 al 2005

Cobertura Vegetal	Cobertura 1993		Cobertura 2005		Variación	
	(ha)	(ha)	(ha)	Porcentajes	Aumento	Descenso
Área Urbana	42,4	3,9	331,1	24,7	288,7	
Bosque Natural	165,1	15,4	35,7	2,6	129,4	
Cultivos	185,8	17,4	347,3	25,9	161,4	
Paramo	203,4	19,0	152,9	11,5		-50,5
Pastos	96,9	9,0	32,7	2,4		-64,1
Bosque Plantados	155,8	14,5	126,7	16,2		-29,1
Roca	218,8	20,4	218,8	16,3	Se mantiene	Se mantiene

Elaborado Por: La Autora

Anexo 18 : Tabla de *Tasa de Cambio* Parroquia San Juan De Iluman año 2005 al 2018

Cobertura Vegetal	Cobertura 2005		Cobertura 2018		Cobertura 2018	
	(ha)	Porcentaje	(ha)	Porcentaje	Aumento	Descenso
Área Urbana	331,14	24,77	233,18	19,33		-92,09
Bosque Natural	35,7	2,67	1,57	0,13		-38,24
Cultivos	347,31	25,98	432,64	35,87	30,97	
Paramo	152,9	11,51	138,49	11,48		-6.6
Pastos	32,73	2,45	54,69	4,53	25,52	
Bosque Plantados	57,74	8,05	39,63	6,39		-18,11
Roca	1,52	0,21	1,52	8,16	Se mantiene	Se mantiene

Elaborado Por: La Autora

Anexo 19: Matriz de Cambio Parroquia San Roque años 1993-2005 y 2018

Cobertura Vegetal	Cobertura 1993		Cobertura 2005		Cobertura 2018	
	(ha)	Porcentajes	(ha)	Porcentajes	(ha)	Porcentajes
Área Urbana	122,9	14,4	492,6	38,1	451,5	35,8
Bosque Natural	78,7	92,5	43,1	3,3	13,5	1,0
Cultivos	242,0	28,4	365,4	28,2	658,4	52,2
Paramo	49,8	5,8	48,8	3,78	22,0	1,7
Pastos	99,2	11,6	118,3	9,1	34,8	2,7
Bosque Plantados	259,3	30,4	165,9	12,8	19,9	1,5
Roca	58,8	7,6	58,8	4,5	58,8	4,6

Elaborado Por: La Autora

Anexo 20: Tabla de Tasa de Cambio Parroquia San Roque 1993-2005

Cobertura Vegetal	Cobertura 1993		Cobertura 2005		Variación	
	(ha)	Porcentajes	(ha)	Porcentajes	Aumento	Descenso
Área Urbana	122,9	14,4	492,6	38,1	369,7	
Bosque Natural	78,7	92,5	43,1	3,3		-35,6
Cultivos	242,0	28,4	365,4	28,2	123,5	
Paramo	49,8	5,8	48,8	3,7		-1,0
Pastos	99,2	11,6	118,3	9,1		-19,0
Bosque Plantados	259,3	30,4	165,9	12,8		-93,3
Roca	58,8	7,6	58,8	4,5	Se mantiene	Se mantiene

Elaborado Por: La Autora

Anexo 21 : Tabla de Tasa de Cambio Parroquia San Roque 2005-2018

Cobertura Vegetal	Cobertura 2005		Cobertura 2018		Cobertura 2018	
	(ha)	Porcentaje	(ha)	Porcentaje	Aumento	Descenso
Área Urbana	492,6	38,1	451,5	35,8		-41,1
Bosque Natural	43,1	3,3	13,5	1,0		-29,5
Cultivos	365,4	28,2	658,4	52,2	293	
Paramo	48,8	3,7	22,0	1,7		-26,8
Pastos	118,3	9,1	34,8	2,7		-83,4
Bosque Plantados	165,9	12,8	19,9	1,5		-145,9
Roca	58,8	4,5	58,8	4,6	Se mantiene	Se mantiene

Elaborado Por: La Autora

