Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Sede Ibarra

ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS Y AMBIENTALES “ECAA”

INFORME FINAL DEL PROYECTO

TEMA:

“PLAN DE CONSERVACIÓN DE ZONAS FRÁGILES DEL SISTEMA LACUSTRE DE MOJANDA CAJAS PROVINCIA DE IMBABURA Y PICHINCHA”

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO EN CIENCIAS AMBIENTALES Y ECODESARROLLO

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Línea 04. Gestión sostenible y aprovechamiento de los recursos naturales.

Sublínea: Ambiente y Biodiversidad

AUTOR: KLÉVER ANTONIO ORDÓÑEZ TANDAZO

ASESORA: MGS. PAOLA ALEXANDRA CHÁVEZ GUERRERO

IBARRA, MARZO 2019

Ibarra, 22 de marzo de 2019

Mgs. Paola Alexandra Chávez Guerrero
ASESORA

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 (PUCESI); en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

(f:) .....
Mgs. Paola Alexandra Chávez Guerrero

C.C.: 1002744090

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): .....

Mgs. Paola Alexandra Chávez Guerrero (Asesora)

C.C.: 1002744090

(f): .....

Mgs. María Fernanda López Flores (Lectora)

C.C.: 1002509600

(f): .....

PhD. César Alonso Zuleta Padilla (Lector)

C.C.: 1001037546

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo Kléver Antonio Ordóñez Tandazo, 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 utilizaciones 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, 22 de marzo de 2019



f): .....

Kléver Antonio Ordóñez Tandazo

C.C.: 1725519878

AUTORÍA

Yo, Klever Antonio Ordóñez Tandazo, portador de la cédula de ciudadanía N° 1725519878, declaro que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.

f): .....

Kléver Antonio Ordóñez Tandazo

C.C.: 1725519878

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo: Kléver Antonio Ordoñez Tandazo, con CC: 1725519878, autor del trabajo de grado titulado: "PLAN DE CONSERVACIÓN DE ZONAS FRÁGILES DEL SISTEMA LACUSTRE DE MOJANDA CAJAS PROVINCIA DE IMBABURA Y PICHINCHA" previo a la obtención del título profesional de "INGENIERO EN CIENCIAS AMBIENTALES Y ECODESARROLLO", en la Escuela de CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES (ECAA).

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.- Autorizo 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, 22 de marzo de 2019

f): .....

Kléver Antonio Ordóñez Tandazo

C.C.: 1725519878

DECLARACIÓN DE COMPORTAMIENTO ÉTICO EN 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: **"PLAN DE CONSERVACIÓN DE ZONAS FRÁGILES DEL SISTEMA LACUSTRE DE MOJANDA CAJAS PROVINCIA DE IMBABURA Y PICHINCHA",** 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 22 de marzo de 2019

Para constancia firma:



f): .....

Kléver Antonio Ordóñez Tandazo
Estudiante que ejecuta el Trabajo de Titulación
C.C.: 1725519878
Carrera: Ingeniería en Ciencias Ambientales y Ecodesarrollo

Ibarra, 22 de marzo de 2019

DEDICATORIA

Lleno de regocijo, amor y cariño, dedico mi proyecto de investigación primeramente a Dios por haberme dado la vida, por darme la salud, sabiduría y entendimiento para cumplir esta meta tan importante en mi formación profesional.

A mis queridos padres Kléver y Consuelo por ser mi ejemplo a seguir y mi pilar primordial para lograr esta meta, por sus consejos, valores y palabras de motivación me han ayudado a crecer como persona, a no rendirme jamás y a luchar por mis sueños. A mis hermanos que siempre me han apoyado incodicionalmente en los momentos buenos y malos.

A mis seres queridos y amigos por sus motivaciónes constantes y consejos que me han permitido salir siempre adelante y ser mejor persona.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por sus infinitas bendiciones, por darme la vida y salud para seguir adelante, por guiarme siempre por un buen camino y por ser mi fortaleza en los momentos difíciles.

A las personas más importantes en mi vida mis padres y hermanos, quienes siempre han estado a mi lado brindándome su amor y comprensión. Por sus sabios consejos y valores que me han inculcado desde niño, por su confianza y apoyo para cumplir este sueño tan anhelado. A mis familiares que siempre han estado acompañándome en este largo camino.

Un profundo agradecimiento a la Mgs. Paola Chávez por todo su tiempo, apoyo, amistad y paciencia en la realización de esta investigación, por sus consejos y confianza en mi trabajo, por brindarme los medios necesarios para efectuar las actividades propuestas dentro de la investigación. A mis lectores, maestros que día a día brindaron sus conocimientos y experiencias, por su esfuerzo constante para impulsar mi formación profesional.

Para finalizar a mis amigos que siempre nos apoyamos para cumplir un objetivo en común convertirnos en profesionales triunfadores y productivos para el país.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL iii
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS iv
AUTORÍA v
DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN vi
DECLARACIÓN DE COMPORTAMIENTO ÉTICO EN LA ELABORACIÓN, DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE TRABAJOS DE TITULACIÓN vii
DEDICATORIA viii
AGRADECIMIENTO ix
1. RESUMEN 1
2. ABSTRACT 2
3. INTRODUCCIÓN 3
Objetivo General: 5
Objetivos Específicos: 5
4. ESTADO DEL ARTE 6
4.1. Esfuerzos de conservación en el Ecuador 6
4.2. Ecosistemas lacustres en los Andes Ecuatorianos 8
4.3. La Biodiversidad de los páramos en el Ecuador 9
4.4. Servicios ambientales del páramo 9
4.5. Áreas ambientalmente frágiles 10
4.5.1. Criterios de identificación y priorización de áreas frágiles 10
4.6. Atractivos naturales, culturales y turísticos del Ecuador 11
4.7. Impactos del turismo 12
4.7.1. Evaluación Ambiental del turismo en áreas naturales 12
4.7.2. Tipos de impactos ambientales 13
4.8. Zonificación ambiental 14
4.9. Plan de manejo ambiental 15
5. MATERIALES Y MÉTODOS 16
5.1. Materiales y Equipos 16

5.1.1. Materiales de Campo 16
5.1.2. Materiales de oficina 16
5.1.3. Equipos de laboratorio 16
5.2. Metodología 16
5.2.1. Descripción del área de estudio 16
5.2.2. Caracterización biológica de la flora 19
5.2.3. Caracterización biológica de mamíferos y aves 20
5.2.4. Caracterización físico química del Agua 20
5.2.5. Caracterización físico química del Suelo 22
5.2.5.1. Textura del suelo: 22
5.2.5.2. Contenido de materia orgánica. (Método de calcinación) 23
5.2.5.3. Estimación de la densidad aparente y de la porosidad 24
5.2.5.4. Identificación de actividades antrópicas 24
5.2.5.5. Análisis e interpretación de resultados. 25
5.2.6. Evaluación de impacto ambiental. 25
5.2.6.1. Aplicación de la Matriz de Leopold 26
5.2.6.2. Interpretación de los resultados de la Matriz de Leopold 28
5.2.7. Zonificación ambiental. 28
5.2.7.1. Criterios de zonificación 29
5.2.8. Plan de manejo Ambiental 30
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 31
6.1. Caracterización hídrica y edáfica 31
6.1.1. Análisis físico químicos de agua 31
6.1.1.1. Conductividad eléctrica 31
6.1.1.2. Potencial de Hidrógeno (pH) 32
6.1.1.3. Oxígeno disuelto 32
6.1.1.4. Temperatura 33
6.1.1.5. Turbidez 33
6.1.2. Análisis físico químico del suelo 34
6.1.2.1. Textura 34
6.1.2.2. Densidad 35
6.1.2.3. Contenido de materia orgánica 36
6.1.3. Evaluación de impactos 36

6.1.3.1. Identificación de impactos antrópicos 36
6.1.3.2. Elementos bióticos y abióticos afectados. 39
6.1.3.3. Matriz resumen de Leopold 39
6.1.4. Zonas frágiles del sistema lacustre Mojanda Cajas 42
6.1.4.1. Flora 42
6.1.4.2. Fauna 42
6.1.4.3. Fuentes de agua 43
6.1.4.4. Páramo 43
6.1.5. Zonificación ambiental 44
6.1.5.1. Zona de preservación estricta 44
6.1.5.2. Zonas de Conservación 47
6.1.5.3. Zona de Recuperación Ecológica 49
6.1.6. Plan de manejo ambiental 51
6.1.6.1. Visión 51
6.1.6.2. Misión 51
6.1.6.3. Objetivo general 51
6.1.6.4. Objetivos específicos 52
6.1.6.5. Plan de conservación y mitigación de impactos 53
6.1.6.6. Plan de capacitación en temas de Educación Ambiental 57
6.1.6.7. Plan de monitoreo ambiental 59
6.1.7. Socialización y validación de las estrategias de restauración ambiental 62
6.2. Discusión 63
7. CONCLUSIONES. 66
8. RECOMENDACIONES. 67
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.- 68
10. ANEXOS.- 74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Criterios de calidad de agua en relación con los límites permisibles para consumo humano y riego agrícola. 22

Tabla 2. Significado y valores de cada variables 25

Tabla 3. Valores y equivalencia de la calificación en la matriz de Leopold. 27

Tabla 4. Valores de conductividad eléctrica (µS/cm) de las muestras de agua del sistema lacustre Mojanda Cajas. 31

Tabla 5. Valores del potencial de Hidrógeno (pH) del agua de las lagunas del sistema lacustre Mojanda Cajas. 32

Tabla 6. Valores de oxígeno disuelto (mg/l) del agua de las lagunas del sistema lacustre Mojanda Cajas. 32

Tabla 7. Valores de Temperatura (°C) del agua de las lagunas del sistema lacustre Mojanda Cajas 33

Tabla 8. Valores de Turbidez (NTU) de las lagunas del sistema lacustre Mojanda Cajas 33

Tabla 9. Resultados del análisis granulométrico del suelo de Mojanda Cajas 35

Tabla 10. Resultados de densidad aparente del suelo de Mojanda Cajas 35

Tabla 11. Resultados del contenido de materia orgánica del suelo de Mojanda Cajas 36

Tabla 12. Matriz resumida de Leopold. 41

Tabla 13. Plan de conservación y mitigación de impactos 53

Tabla 14. Plan de Capacitación en temas de Educación Ambiental 57

Tabla 15. Plan de Monitoreo Ambiental 59

Tabla 16. Detalle de costos para la ejecución del Plan de Manejo Ambiental. 60

Tabla 17. Resultados de las encuestas aplicadas a los participantes que asistieron a la socialización 63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación del sistema lacustre Mojanda Cajas 18
Figura 2. Metodología del área mínima 19
Figura 3. Triángulo de textura del suelo 23
Figura 4. Formato matriz de Leopold 27
Figura 5. Mapa de la zona de preservación estricta dentro de Mojanda Cajas 46
Figura 6. Mapa de las zonas de conservación del sistema lacustre 48
Figura 7. Mapa de ubicación de los senderos e incendios en el sistema lacustre 50
Figura 8. Mapa de ubicación de los programas del PMA 61

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo I. Formato de encuesta de identificación de impactos 74
Anexo II. Matriz completa de Leopold 76
Anexo III. Registro de asistencia a la socialización del proyecto de investigación. 77
Anexo IV. Registro fotográfico 78

1. RESUMEN

El presente estudio se realizó en el sistema lacustre de Mojanda Cajas ubicado en los cantones de Otavalo, Pedro Moncayo y el Distrito Metropolitano de Quito, tubo la finalidad de establecer un plan de conservación de zonas frágiles de este sistema lacustre mediante la evaluación del ecosistema, tanto en sus componentes bióticos, flora y fauna, como en los abióticos a través del análisis físico químicos *in situ* del agua y suelo. Además de la identificación de actividades antrópicas realizadas en el área, con la aplicación de encuestas a los turistas y habitantes de la zona. Con la información recopilada y los resultados de los parámetros físico químicos de agua y suelo se procedió a la evaluación de los impactos ambientales mediante la matriz de Leopold para determinar la intensidad y la importancia que generan los impactos sobre los componentes bióticos y abióticos. A continuación, se estableció las zonas frágiles del sistema lacustre mediante criterios de priorización que permitieron determinar el grado de sensibilidad en los componentes, obteniendo como resultado tres zonas; zona de preservación estricta, zonas de conservación y zona de recuperación ecológica. Finalmente se propuso un plan de manejo ambiental con los programas de Potencialización y Aprovechamiento de los Recursos, Administración, Organización y Educación Ambiental, con la finalidad de conservar, mitigar y recuperar las zonas afectadas dentro del sistema lacustre Mojanda Cajas, involucrando a los habitantes de las comunidades aledañas al sistema lacustre conjuntamente con la participación de entidades públicas y gubernamentales como MAE, Prefectura de Imbabura y Pichincha, GADs de Pedro Moncayo, Otavalo, Distrito Metropolitano de Quito.

PALABRAS CLAVES:

Impactos, zonas frágiles, lacustre, biodiversidad, páramo.

2. ABSTRACT

The present study was carried out in the Mojanda Cajas lake system located in the cantons of Otavalo, Pedro Moncayo and the Metropolitan District of Quito, with the purpose of establishing a conservation plan for fragile zones of this lake system through the evaluation of the ecosystem, both in its biotic components, flora and fauna, and in the abiotic ones through physical chemical analysis in situ of water and soil. In addition to the identification of anthropic activities carried out in the area, with the application of surveys to tourists and inhabitants of the area. With the information collected and the results of the physicochemical parameters of water and soil, the environmental impacts were evaluated through the Leopold matrix to determine the intensity and importance generated by the impacts on the biotic and abiotic components. Next, the fragile zones of the lake system were established by prioritization criteria that allowed determining the degree of sensitivity in the components, obtaining as a result three zones; strict preservation zone, conservation zones and ecological recovery zone. Finally, an environmental management plan was proposed with the programs of Potentialization and Use of Resources, Administration and Organization and Environmental Education, with the purpose of conserving, mitigating and recovering the affected areas within the Mojanda Cajas lake system, involving the inhabitants of the communities surrounding the lake system together with the participation of public and governmental entities such as MAE, Imbabura Prefecture and Pichincha, Pedro Moncayo GADs, Otavalo, Metropolitan District of Quito.

KEY WORDS.- Impacts, fragile zones, lacustrine, biodiversity, paramo.

3. INTRODUCCIÓN

El término “conservar” para algunos autores se refiere al amparo de la naturaleza salvaje, para otros el sustento de producción que la naturaleza nos proporciona. Para los objetivos de esta investigación nos basaremos en la definición presentada en 1980 por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), que define “la conservación como la utilización humana de la biosfera para que rinda el máximo beneficio sostenible, a la vez que mantiene el potencial necesario para las aspiraciones de futuras generaciones.”

Según Carvajal (1992) el sistema lacustre de Mojanda Cajas con su páramo presentan una gran importancia ecológica ya que este ecosistema cumple la función de captador de agua, que es distribuida para fines de riego y consumo humano tanto en los cantones de Pedro Moncayo y Otavalo. Es muy importante su conservación ya que brinda servicios ecosistémicos relevantes entre ellos tenemos que es el hábitat de especies de flora, fauna y funciona como corredor biológico de muchas de estas especies, además efectúa funciones de mitigación y adaptación, permite almacenar carbono ya que la concentración de materia orgánica en sus suelos es adecuada.

Según el Gobierno Autónomo Descentralizado del Municipio de Pedro Moncayo (GADMPM, 2015) el sistema lacustre proporciona de líquido vital en un 60% al cantón Otavalo y más del 80% al cantón Pedro Moncayo, aproximadamente. Las provincias de Imbabura y Pichincha tienen un importante conjunto de sistemas lacustres conformado por redes hídricas como el sistema lacustre Mojanda Cajas conjuntamente con las vastas zonas de páramo en donde la evaporación es menor y las precipitaciones durante el año son mayores, por tal razón juegan un rol muy importante en la regulación del ciclo hídrico y del almacenamiento de carbono, así mismo constituye un recurso significativo para la actividad turística y económica de la región.

Bernal y Sánchez (2000) estos sistemas lacustres se han ido deteriorando poco a poco por la presencia de actividades antropogénicas que buscan un mejor nivel de vida. La problemática radica en los impactos negativos sobre el medio natural como es el avance acelerada de la frontera agrícola, la contaminación de cuerpos de agua, la expansión de monocultivos,

ganadería extensiva, procesos de deforestación, actividad turística entre otros, todos estos impactos causa un deterioro en el ambiente produciendo la pérdida de la biodiversidad local, compactación del suelo, empobrecimiento de los ecosistemas, el área de distribución de las especies disminuye notablemente y la depreciación de los servicios que nos proporciona este ecosistema.

La actividad turística proporciona beneficios económicos, pero a su vez sin un uso adecuado y sustentable puede llegar a producir impactos negativos dentro del entorno natural. En la actualidad se observa que el turismo que se desarrolla en este ecosistema produce desechos sólidos que son arrojados en el ambiente produciendo una alteración en el equilibrio ecológico, además se observa cambios en la vida silvestre como en su comportamiento y reproducción. El deterioro del medio natural se ve gravemente amenazado por lo que a largo plazo podría decaer o peor aún desaparecer.

Resumiendo a Quezada (1998) el problema que se evidencia es que no existen senderos adecuados ni señalética que informe y guíe a los visitantes, por tal motivo se observa impactos en la vegetación, la geomorfología del sitio, pérdida de la cobertura natural y compactación del suelo.

En este sistema lacustre las zonas con mayor degradación son los páramos que se encuentran sobre explotados por las comunidades para el pastoreo de ganado. Los páramos del Cerro Fuya Fuya, son los que tienen mayor intervención por las comunidades de Tabacundo, en donde se practican quemas, sobrepastoreo y se observa poca fauna silvestre nativa. Además, las riveras de las lagunas presentan importantes indicadores de actividad humana como caminos y áreas con poca cobertura de vegetación (Hofstede et al., 2008).

La falta de políticas ambientales y planificación por parte de las autoridades producen estos impactos en el sistema lacustre además la población aledaña que utilizan los recursos naturales de forma desmedida para satisfacer sus necesidades empeora la situación (Bernal y Sánchez, 2000).

En la actualidad no se cuenta con investigaciones que contengan información actualizada en el tema de conservación de la biodiversidad en el sistema lacustre Mojanda Cajas, por tal motivo esta investigación busca convertirse en un instrumento de información que permitirá implementar acciones de manejo, preservación y conservación de la naturaleza y a su vez ayude a tomar decisiones que beneficien a la sostenibilidad de los servicios ambientales que éste ofrece.

Objetivo General:

Elaborar un plan de conservación de zonas frágiles en el sistema lacustre de Mojanda Cajas (Pichincha - Imbabura) mediante una evaluación del ecosistema para la generación de estrategias de manejo y conservación.

Objetivos Específicos:

1. Identificar los efectos ambientales producidos por la actividad antrópica mediante la evaluación de los impactos para su valoración
2. Establecer las zonas frágiles del sistema lacustre de Mojanda Cajas a través de criterios de priorización que permitan zonificarlos.
3. Proponer estrategias de conservación del área en estudio para la reducción de los impactos negativos mediante un plan de manejo.
4. Socializar a la población interesada los resultados de la investigación mediante reuniones con el fin de la difusión de estrategias de manejo y conservación de esta zona.

4. ESTADO DEL ARTE

4.1. Esfuerzos de conservación en el Ecuador

El uso sustentable los recursos biológicos y culturales, y a su vez, su conservarción para futuras generaciones es la búsqueda de las actividades económicas que se están implementando en el país como es una agricultura sostenible, la práctica de un ecoturismo, los recursos para bioprospección, los bienes y servicios ambientales y todo esto con el fin de mejorar la calidad de vida de los habitantes (Camaren et al., 2000).

En el Ecuador se establece programas de conservación por parte de la Organización de Conservación Internacional, donde se cuenta con aliados y colaboradores importantes como son instituciones públicas y privadas, universidades, organizaciones no gubernamentales (ONG), individuos que buscan la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad. Estos programas se enfocan en la conservación de ecosistemas naturales que generan servicios ambientales para el desarrollo del país, además, buscan mejorar la calidad de vida de las presentes y futuras generaciones (Conservación Internacional Ecuador, 2016).

Resumiendo La Constitución de la República del Ecuador (CRE, 2008) realiza esfuerzos encaminados a la preservación del ambiente, en donde plantea artículos encaminados a la conservación, protección y restauración del espacio natural y su biodiversidad.

En el Título II, Capítulo I sobre los Derechos plantea el siguiente artículo:

Art. 14.- “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak kawsay. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

En el Título II, Capítulo VII sobre los Derechos de la Naturaleza expresa los siguientes artículos:

Art. 71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda. El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema.

Art. 73.- EI Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales. Se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional.

En el Título VII, Capítulo II sobre biodiversidad y recursos naturales nos plantea los siguientes artículos:

Art. 400.- El Estado ejercerá la soberanía sobre la biodiversidad, cuya administración y gestión se realizará con responsabilidad intergeneracional. Se declara de interés público la conservación de la biodiversidad y todos sus componentes, en particular la biodiversidad agrícola y silvestre y el patrimonio genético del país

Art. 406.- El Estado regulará la conservación, manejo y uso sustentable, recuperación, y limitaciones de dominio de los ecosistemas frágiles y amenazados; entre otros, los páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos y manglares, ecosistemas marinos y marinos-costeros.

4.2. Ecosistemas lacustres en los Andes Ecuatorianos

El sistema lacustre en Ecuador cuenta con un alto número de lagos y lagunas registradas las cuales se encuentran distribuidas en su mayoría en la región Sierra y son un gran potencial para el turismo. Los sistemas lacustres se originan en lugares de mayor actividad volcánico-tectónica como son cráteres inactivos, depresiones de los páramos distribuidos a lo largo de la cordillera de los Andes. El estudio ecológico de estos ecosistemas es necesario ya que nos proporciona información base para el manejo adecuado del recurso agua (Casallas y Gunkel, 2001).

Según los sitios RAMSAR en Ecuador nos proporciona las funciones y valores de los ecosistemas lacustres.

Funciones:

a) Sitios de almacenamiento
b) Barreras de protección antes fenómenos naturales como tormentas inundaciones
c) Estabilizan costas y controlan la erosión
d) Recargan y Descargan aguas subterráneas
e) Ayudan a la purificación del agua
f) Retienen nutrientes, sedimentos y contaminantes
g) Son estabilizadores de condiciones climáticas locales, especialmente de lluvia y cambios térmicos

Valores dentro del ámbito social:

a) Fuentes de abastecimiento de agua
b) Importantes para Pesca local, artesanal e industrial
c) Agricultura, como fuentes de abastecimiento hídrico para los cultivos
d) Centros de extracción maderera y materiales de construcción
e) Recursos energéticos
f) Abundancia de vida silvestre
g) Vía de transportación
h) Lugar exclusivo para recreación, turismo e investigación

Según el Servicio de Información sobre Sitios Ramsar (SISR, 2019) en la actualidad el Ecuador posee 19 sitios RAMSAR abarcando aproximadamente 1064483 hectáreas, distribuidas en las cuatro regiones del territorio nacional, de los cuales aproximadamente el 86% forma parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas y el 14% restante no poseen una categoría de protección oficial.

4.3. La Biodiversidad de los páramos en el Ecuador

Medina y Mena (2000) en el Ecuador, el páramo cubre aproximadamente el 6% de todo el territorio nacional es decir alrededor de 1250000 ha. El Ecuador es el país que posee más páramos en relación a su extensión total. Los páramos se encuentran sobre los ecosistema de bosques andinos, los cuales en la actualidad se encuentran notablemente alterados (Coppus et al., 2001).

A escala de ecosistemas los páramos forman parte de una valiosa biodiversidad, esto se debe a tres factores, la ubicación geográfica, la existencia de la Cordillera de los Andes y las corrientes húmedas que suben desde la región amazónica que chocan con las corrientes marinas frías y cálidas que ascienden desde la región costera. Los páramos se encuentran a gran altitud por ende sus temperaturas son muy bajas y existe gran incidencia de lluvias, neblina e irradiación solar es por ello que el clima es extremo para la biodiversidad que en él habita las cuales han desarrollado adaptaciones como dureza y vellosidad en sus hojas, colores oscuros, además han podido reducir su metabolismo en horas frías, esto les ha permitido adaptarse a las condiciones climáticas extremas.

4.4. Servicios ambientales del páramo

Los páramos además de los usos que nos proporcionan sus especies de flora y fauna, el ecosistema como un conjunto genera bienes y beneficios para la población. Estos beneficios están relacionados con la belleza escénica, los paisajes generan interés turístico y a su vez proporcionan ingresos para las comunidades locales y a empresas públicas y privadas que aspiran invertir en un ecoturismo bien entendido y manejado (Vásconez y Hofstede, 2006).

Otros beneficios están relacionados a la capacidad que poseen los páramos para el almacenamiento y distribución del líquido vital que se originan de las precipitaciones, la condensación de la neblina y los deshielos. Esta característica que posee los páramos obedece en la estructura especial de sus suelos protegida por la cobertura vegetal que crece sobre ellos, las cuales funcionan como una esponja que almacena y distribuye el agua, incluso en épocas de sequía.

Esta característica que posee el páramo es muy frágil ya que cualquier intervención o impacto puede perturbarla y a su vez puede perder su capacidad hidrofílica. Este servicio ambiental que nos proporciona el páramo es excepcional ya que de ello depende la mayor cantidad de agua que es utilizada para consumo humano y de riego (Podwojewski y Poulenard 2000).

4.5. Áreas ambientalmente frágiles

Es un espacio geográfico que tienen una capacidad de carga limitada esto se da en función de sus características de geoaptitud y socioculturales, capacidad de uso del suelo, de ecosistemas que lo forman, etc. El grado de amenaza que puede sufrir un ecosistema a causa de acciones antrópicas, las mismas que pueden generar una serie de impactos negativos irreversibles es uno de los criterios para establecer un área frágil (Barrantes y Vega, 2001).

4.5.1. Criterios de identificación y priorización de áreas frágiles

Según Aguirre et al. (2007) entre los criterios para identificar y priorizar un ecosistema frágil se encuentran los siguientes:

a) Conservación relacionados a especies que habitan en estos ecosistemas:

Deben poseer alto grado de endemismo, deben tener especies tanto flora como de fauna amenazada, poseer áreas que contengan especies con importancia para la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica, constituirse como corredores biológicos para especies migratorias y áreas de importancia global para poblaciones de aves en los Andes tropicales.

b) Conservación de ecosistemas relacionados a hábitat para la biodiversidad:

Deben tener la existencia comprobada de corredores biológicos, ser áreas únicas y representativos que se encuentren asociados a procesos biológicos, evolutivos u ecológicos, ser áreas con riqueza escénica o riqueza paisajística, tener hábitats y ecosistemas irremplazables y deben ser áreas naturales grandes intactas y poco fragmentadas.

c) Conservación de ecosistemas relacionados a los valores de la biodiversidad para la humanidad:

Deben ser áreas de alta diversidad de recursos genéticos, silvestres y cultivados con el cuidado de poblaciones locales, brindar servicios ecológicos: abastecimiento de hábitats de reproducción para especies de uso económico, protección de costas y suelos y tener importancia social y cultural.

4.6. Atractivos naturales, culturales y turísticos del Ecuador

El turismo es una actividad que desde el año 2001 ocupa el cuarto lugar en ingresos económicos externos para el Ecuador con un rubro de 430 millones de dólares, además dentro de nuestro país se realiza un turismo interno ya sea por negocios, vacaciones o trabajo, el ecoturismo oferta innumerables alternativas ya que posee una gran diversidad de ecosistemas, hábitats y biodiversidad donde los turistas pueden conocer y visitar. Se encuentran inventariado aproximadamente 920 atractivos turísticos, de los cuales 520 son naturales como parques nacionales, selva, páramos, cuerpos de agua, montañas entre otros (Ruiz et al., 2008).

El Ministerio de Turismo del Ecuador (MINTUR, 2019) informa que en el año 2018 el Ecuador superó el millón de turistas que visitan el país, superando en un 51% en relación al 2017. La actividad turística generó un ingreso aproximado de 2300 millones de dólares, siendo Estados Unidos de Norteamérica el mayor contribuyente de ingresos de divisas para el país, además, se mantiene como la tercera fuente de ingreso para la economía del Ecuador.

4.7. Impactos del turismo

Según González (2006) la actividad turística desarrollada indadecuadamente produce diferentes situaciones ambientales, es considerada como un agente que produce alteraciones ambientales abióticas, bióticas y socioeconómicas en un área determinada, estas alteraciones crean impactos positivos y negativos tanto a los medios socioculturales, biofísicos, políticos y económicos.

Se considera que la población y los asentamientos humanos son los principales grupos que modifican positiva o negativamente a los componentes naturales de un área determinada y se detallan a continuación:

Cambios abióticos y bióticos:
a) Composición física- mecánica, química y biológica de los componentes naturales.
b) Estructura vertical y horizontal de los sistemas naturales.
c) Procesos funcionales naturales.

Los impactos de la actividad turística en la naturaleza están asociados al manejo del espacio físico, la instalación de infraestructura así como el uso de los recursos naturales existentes en el lugar, como impactos positivos tenemos el enriquecimiento de la estética, la conservación y recuperación de lugares contaminados, además, de la restitución de sus condiciones naturales (Picornell, 2015).

4.7.1. Evaluación Ambiental del turismo en áreas naturales

El impacto ambiental es producido por la acción antropogénica o la propia naturaleza sobre las condiciones naturales del ambiente. Los impactos producidos por la acción del hombre vinculadas a la alteración de los recursos más las consecuencias de los fenómenos meteorológicos producen modificaciones en el ambiente. Sin embargo, es necesario ejecutar una evaluación ambiental que nos ayude a identificar el carácter y la magnitud de los impactos ambientales que el turismo provoca en un área natural (Gómez, 1999).

Según Pérez et al. (2009) es indispensable conocer los valores positivos y negativos que pueden producir los impactos ambientales, el valor positivo implica una mejoría en las concisiones de los recursos naturales, en cuanto a los valores negativos involucra una secuela para la conservación ambiental. Por lo general los impactos pueden ser de forma directa cuando existe una pérdida total o parcial de un recurso natural y de forma indirecta que se dan por riesgos externos

Los impactos positivos que nos proporciona la actividad turística es el fortalecimiento de una conciencia ambiental que nos ayuda a utilizar los recursos naturales de manera adecuada por parte de los turistas, pero una concentración masiva de visitantes en un espacio determinado puede producir un impacto negativo en el ambiente (Pérez et al., 2009).

4.7.2. Tipos de impactos ambientales

Orea y Villarino (2013) existen varios tipos de impactos ambientales, que se pueden clasificar:

a) Impacto acumulativo: la acción se agrava de manera progresiva con el transcurso del tiempo. Esto frecuentemente ocurre porque no existen mecanismos de disipación del daño.

b) Impacto temporal (o reversible) o permanente (o irreversible): se trata de la imposibilidad o posibilidad de que el ambiente que ha sufrido un impacto regrese a sus condiciones originales.

c) Impacto sinérgico: se produce cuando existe la presencia de varios agentes o la afluencia de acciones de manera simultánea que alteren al ambiente.

d) Impacto residual: este impacto permanece incluso después de aplicar medidas de mitigación o saneamiento.

e) Impacto local e impacto diseminado: se refiere a la extensión que resulta impactada.

f) Impacto negativo o positivo: hace referencia si la acción resulta en un perjuicio o en un beneficio para el ambiente.

g) Impacto cierto, probable, improbable o desconocido: alude a la probabilidad de ocurrencia de impacto.

h) Impacto directo (o primario) e indirecto (o secundario): se produce si existe un vínculo directo entre la acción ejercida y su consecuencia.
i) Impacto actual y potencial: se produce si los efectos sobre el ambiente son inmediatos y verídicos o si solo existe la posibilidad de que en algún momento puedan ocurrir.

4.8. Zonificación ambiental

La zonificación ambiental constituye un elemento técnico que nos permite gestionar un desarrollo sostenible ya que nos ayuda a planificar el uso de la tierra y nos provee de información sistematizada acerca de la capacidad, fragilidad del territorio y sus recursos naturales. La zonificación ambiental busca un equilibrio hombre naturaleza, que nos permita garantizar los recursos naturales, socioeconómicos y culturales a las futuras nuevas generaciones (Rodríguez et al., 2012).

Álvarez et al. (2015) aplicó la metodología en un estudio de caso en la zona del estero salado de la ciudad de Guayaquil, teniendo resultados positivos para el manejo y conservación de este ecosistema, en donde se determinó los usos y restricciones dentro del área de manejo protegida. Por ejemplo, se identificó en que zona se puede pescar, dónde se puede desarrollar turismo y en qué áreas la actividad humana estará restringida en diferentes grados. En este estudio se estableció criterios de zonificación para diferenciar geográficamente distintas áreas dentro de este ecosistema, con la finalidad de llevar a cabo una gestión integrada y objetiva en función de los factores físicos, naturales, sociales y económicos.

Teniendo como resultado la obtención de diez escenarios de gestión que surgen de la combinación de cinco tipos de áreas de ribera:
a) Áreas Naturales de elevada calidad ambiental.
b) Áreas Naturales con actividades de ocio y recreo.
c) Áreas Urbanas con frentes residenciales ordenados.
d) Áreas Urbanas con frentes residenciales desordenados.
e) Áreas Urbanas con diversos usos en la agricultura, industrias, portuarios y otras actividades económicas.

4.9. Plan de manejo ambiental

Un plan de manejo ambiental detallada y establece las acciones necesarias que nos permitan prevenir, mitigar, controlar, compensar y corregir los potenciales efectos o impactos ambientales negativos ocasionados en el desarrollo de un proyecto, obra o actividad; además incluyen los planes de seguimiento, evaluación y monitoreo y contingencia (Mora, 2001).

Además, incluye la ejecución de buenas prácticas ambientales, y la implementación de sistemas de información ambiental que permita el desarrollo de las unidades operativas o proyectos con el objetivo de cumplir con la legislación ambiental vigente.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Materiales y Equipos

5.1.1. Materiales de Campo

- Vehículo
- GPS
- Cámara fotográfica
- Libreta de campo
- Binoculares
- Encuestas
- Pizeta
- Barreno

5.1.2. Materiales de oficina

- Laptop
- Cartografía digital, archivos shape de la Laguna de Mojanda Cajas, Tabacundo, Otavalo, Cayambe y Quito.
- Software ArcGis 10.5

5.1.3. Equipos de laboratorio

- Turbidímetro
- Potenciómetro
- Medidor de oxígeno disuelto
- Conductímetro

5.2. Metodología

5.2.1. Descripción del área de estudio

La investigación se realizó en el Sistema lacustre de Mojanda Cajas, ubicado en las provincias de Imbabura y Pichincha a 17 Km. aproximadamente al sur del cantón de Otavalo y a 75 kilómetros de Quito, en la cumbre del sistema montañoso del nudo de Mojanda-Cajas. Se encuentra limitada al Norte: Cantón Otavalo, Sur y Este: Cantón Pedro Moncayo y Otavalo y Oeste: parte mínima del Cantón Quito.

Según el Gobierno de la Provincia de Pichincha (GADPP, 2017) Mojanda Cajas se encuentra administrado políticamente por los gobiernos autónomos descentralizados de Pedro Moncayo, Otavalo y el Distrito Metropolitano de Quito. El sistema lacustre esta conformado por seis lagunas de las cuales cuatro son permanentes y dos estacionarias. Las lagunas Yanacocha y Chiriacu se encuentran en territorio del cantón Pedro Moncayo provincia de Pichincha, mientras que la lagunas Huarmicocha y Caricocha se encuentran compartiendo territorio en los cantones Pedro Moncayo y Otavalo. Mojanda Cajas se encuentra formando parte del cráter del volcán extinto Cajas con elevaciones como el cerro Fuya Fuya, cerro Negro, cerro Colangal conjuntamente con hectáreas de páramo y humedales en los cuales habitan biodiversidad nativa de la zona.

En resumen el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE, 2012) en su clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental, el sistema lacustre Mojanda Cajas posee los siguientes ecosistemas: Bosque siempreverde montano alto y montano alto superior de páramo y Herbazal inundable montano alto y montano alto superior de páramo. Presenta precipitaciones que oscilan entre 1000 hasta 1500mm anuales, su temperatura oscila entre los 2°C a 12°C, posee una cobertura boscosa y herbácea con extensos páramos, relieve tipo montaña con valles glaciares.

Son ecosistemas cuya vegetación del páramo contribuyen a un balance hídrico positivo, esto significa que las pérdidas del recurso hídrico ya sea por corrientes y evapotranspiración son menores que los ingresos por precipitación o escorrentía. Su variación altitudinal va desde los 3300 msnm hasta los 4500 msnm. Según el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2015) estas condiciones altitudinales determinan una variación en su tipo de clima: clima subhúmedo con pequeño déficit de agua.

El sistema lacustre Mojanda Cajas geográficamente se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas: al norte 0° 7'58,08''N; 78°15'22,91''O; al sur 0° 6'37,17''N; 78°16'5,16''O; al este 0°8'1,00''N; 78°15'3,11''O y al oeste 0° 8'0,36''N; 78°17'47,41''O.

En la figura 1 se muestra la ubicación georgráfica del sistema lacustre mojanda Cajas, con sus límites políticos.

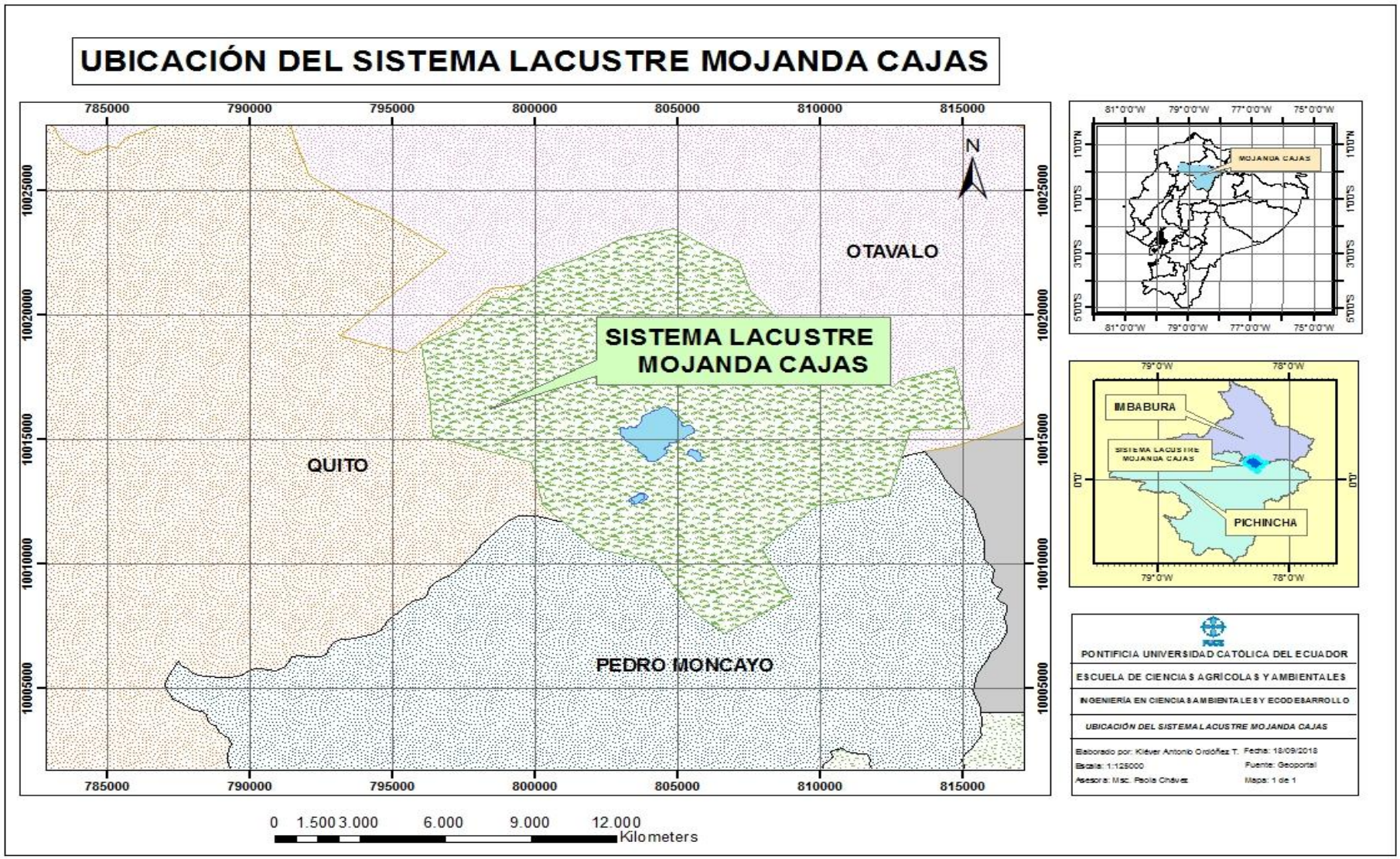


Figura 1. Mapa de ubicación del sistema lacustre Mojanda Cajas
Elaborado por: El autor

5.2.2. Caracterización biológica de la flora

Para la caracterización de la flora existente dentro del Sistema Lacustre Mojanda Cajas se utilizó la metodología del área mínima, la cual es considerada como el área más pequeña que representa apropiadamente la estructura y composición de especies dentro de la comunidad (Mostacedo y Fredericksen 2000).

Consiste en medir parcelas relativamente pequeñas en el área de estudio de 1m por 1m, se contabiliza el número de especies que se encuentran dentro del área delimitada, a continuación, la parcela se va duplicando las veces que sean necesarias hasta que el número de especies nuevas sea menor al 10% de la parcela anterior.

A continuación, con los datos recolectados de especies con el área mínima se procedió a realizar una gráfica en un sistema de eje de coordenadas en donde se comparó especies vs área, cuando la curva generada por estas dos variables resultó una horizontal indica que el tamaño de la muestra es el óptimo (Mostacedo y Fredericksen 2000).

En la figura 2 se muestra la metodología del área mínima en donde la parcela se va duplicando las veces que sean necesarias.

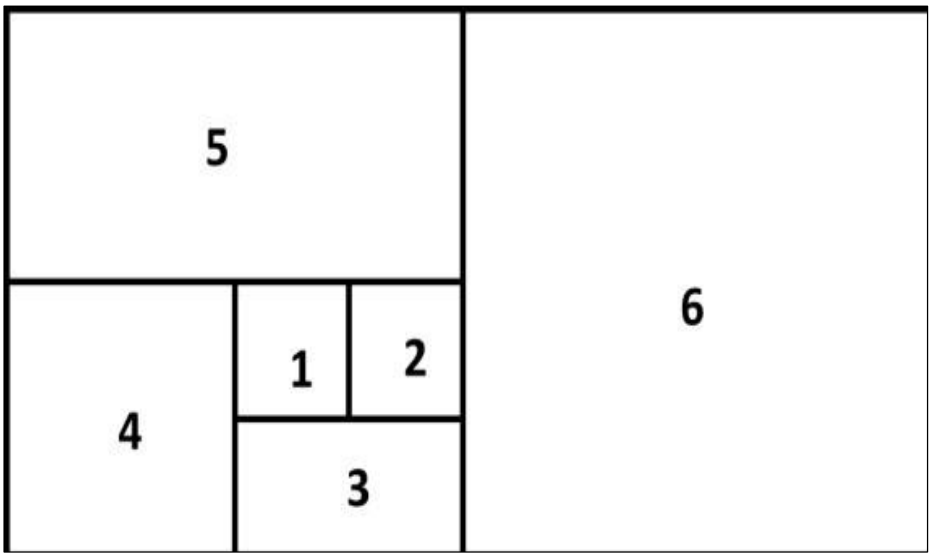


Figura 2. Metodología del área mínima
Fuente: Mostacedo, B., y Fredericksen, T., (2000)

Esta metodología se aplicó en cinco zonas representativas del área de estudio: tres mínimas circundantes a las lagunas Caricocha (3755 msnm), Huarmicocha (3773 msnm) y laguna Negra (3753 msnm), cerca de la cumbre del Cerro Fuya Fuya (4285 msnm), área de pajonal ubicada al ingreso del parqueadero (3785 msnm).

5.2.3. Caracterización biológica de mamíferos y aves

La caracterización de aves se realizó en 6 localidades, ubicadas en un rango altitudinal entre los 3773 msnm y los 4285 msnm, en área circundantes a las lagunas, Cerro Fuya Fuya, Cerro de Yanahurco; con ecosistema Herbazal inundable montano alto y montano alto superior de páramo.

Se aplicó el método de censo de búsqueda intensiva, el cual consiste en realizar una serie de tres censos en un lapso de 20 a 30 minutos cada uno, en tres áreas diferentes en las cuales se observó y buscó especies de aves, a continuación, se realizó un registro fotográfico de las especies de aves observadas, plumas, nidos y excretas para su identificación (Quesada y MacGregor, 2010).

Las técnicas utilizadas para identificar la existencia de mamíferos dentro del sistema lacustre fueron: entrevistas a personas relacionadas con el sector, agricultores y moradores que habitan a los alrededores, personas que visitan el lugar y realizan turismo. Las entrevistas fueron no formales y con respuestas abiertas (Aranda, 2000). Se ejecutó cinco salidas de campo realizadas al sistema lacustre en un lapso de tres meses con el objetivo de observar mamíferos o indicios a través de avistamientos, huellas, excrementos, sonidos, madrigueras y se procedió a tomar nota y un registro fotográfico. Se utilizó una cámara digital, binoculares y GPS.

5.2.4. Caracterización físico química del Agua

Los análisis de agua de las tres lagunas que conforman el sistema lacustre: Laguna Huarmicocha, Laguna Caricocha y Laguna Chiriacu, se realizó durante el lapso de tres meses pruebas in situ con una frecuencia mensual, los parámetros que se evaluaron fueron:

conductividad eléctrica, pH, temperatura del agua, oxígeno disuelto, turbidez. Para ello se realizó el reconociendo del lugar antes del muestreo, se tomó nota de las condiciones climáticas, preparación y calibración de equipo e instrumentos de medición.

Se realizó el muestreo en tres puntos diferentes por cada laguna, las muestras se tomaron lo más lejano de la orilla de las lagunas, las mediciones de los parámetros pH y temperatura se utilizó un potenciómetro. Se midió el pH y la temperatura una vez calibrado el aparato, se sumergió directamente el electrodo a la laguna a unos 3 cm de profundidad, se agitó suavemente, se esperó a que la lectura del pH se estabilice. Se realizaron tres repeticiones para estos parámetros en cada laguna (Díaz et al., 2004).

Con la ayuda del medidor de oxígeno disuelto se medió este parámetro, una vez calibrado el medidor, este fue sumergido 6 cm aproximadamente directamente a la laguna lo más alejado posible de la orilla, se esperó a que la lectura se estabilice. Se realizaron tres repeticiones para este parámetro en cada laguna (Sierra et al., 2002).

La conductividad eléctrica se la evaluó con el uso de un conductímetro el cual fue sumergido directamente a la laguna a una profundidad de 5 cm, se esperó que se estabilice la lectura y se procedió a tomar nota, se realizó tres repeticiones por cada laguna, y por último para el parámetro de turbidez se utilizó un turbidímetro previamente calibrado, se tomó una muestra de agua tratando de eliminar en el envase huellas dactilares, tomamos nota del resultado. Se realizaron tres repeticiones para este parámetro en cada laguna (Sierra et al., 2002).

En la tabla 1 se detallan los límites permisibles y criterios para cada parámetro con el objetivo de comparar los resultados obtenidos del sistema lacustre con la normativa vigente que verifica la calidad de agua.

Tabla 1.

Criterios de calidad de agua en relación con los límites permisibles para consumo humano y riego agrícola.

Parámetro	**Criterio**	**Límite permisible**	**Referencia**
Conductividad eléctrica ((µS/cm)	- Agua pura	< 280	Massol (2010)
Potencial Hidrógeno	- Lagos no contaminados - Calidad admisible para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios - Calidad de agua para riego - Calidad de agua para uso recreativo con contacto secundario	6,0 a 9,0 6,5 a 9,0 6, 0 a 9,0 6,5 – 8,5	- Studer (2007) - Tabla2, Anexo 1, Libro VI, TULSMA (2015) - Tabla 3, Anexo 1, Libro VI, TULSMA (2015) - Tabla 7, Anexo 1, Libro VI, TULSMA (2015)
Temperatura (°C)	- Cuerpos de agua con altitudes mayores a 3000 a 4000msnm	12 a 15	Roldán y Ramírez (2008)
Oxígeno disuelto (mg/l)	- Calidad de agua para uso recreativo con contacto - Aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección.	6,5 – 8,5 no menor a 6 mg/l	- Tabla 3, Anexo 1, Libro VI, TULSMA (2015) - Tabla 7, Anexo 1, Libro VI, TULSMA (2015)

Fuente: Oña, J., y Tonato C., (2017).

5.2.5. Caracterización físico química del Suelo

En el análisis físico químico de suelo se tomó muestras durante tres meses con la ayuda de un muestreador (barreno) en puntos estratégicos del área de estudio como son senderos, contorno de las lagunas, vías de accesos, parqueadero, áreas boscosas y pajonal, donde se analizó densidad, textura y contenido de materia orgánica, estas prácticas se las llevó a cabo en el laboratorio de Química de la PUCESI.

5.2.5.1. Textura del suelo:

Para determinar la textura de suelo recolectado en el sistema lacustre Mojanda Cajas, se pesó y secó 150 gramos de suelo a una temperatura de 110 °C en la estufa por un lapso de 24

horas, a continuación, se trituró el suelo seco con la ayuda de un mortero. Se pesó 100 gramos de suelo seco y se tamizó por cada tamiz con la ayuda del agitador, el suelo de cada tamiz se lo pesó y se determinó el tipo granulométrico o clase textural del suelo, se utilizó el triángulo de texturas del suelo (Lora y Gaitán, 2002).

En la figura 3 se muestra el triángulo de textura de suelos que nos indica cantidad y tamaño de las sustancias inorgánicas que posee el suelo.

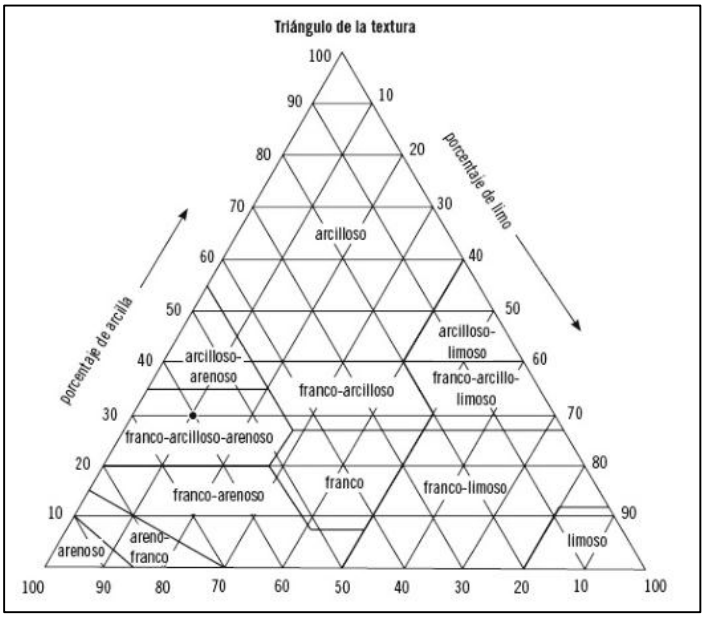


Figura 3. Triángulo de textura del suelo
Fuente: Lora, R., y Gaitán, M., (2002).

5.2.5.2. Contenido de materia orgánica. (Método de calcinación)

Para determinar la cantidad de materia orgánica que se encuentra en la muestra de suelo se pesó los dos crisoles con la ayuda de la balanza analítica, a continuación, se los colocó en la estufa a 110 °C por 30 min, se esperó que se sequen, enfríen y se verificó su peso. Se comprobó si los crisoles están tarados, a continuación se pesó 2 gramos de suelo en cada crisol y se colocó en la mufla a 550 – 600°C por 3 horas, a esta temperatura se volatiliza el carbono orgánico, seguidamente se sacó los crisoles y se colocó dentro del desecador, se esperó que se enfríen, y se verificó el peso, para el cálculo de la cantidad de materia orgánica existente en la muestra se utilizó la siguiente ecuación (Lora y Gaitán, 2002).

$$Materia\ org\acute{a}nica = \frac{Peso\ de\ MO\ (g)}{2\ g\ de\ la\ muestra} = x * 100 = x\%$$

5.2.5.3. Estimación de la densidad aparente y de la porosidad

Para determinar la densidad aparente y de la porosidad de la muestra de suelo, se pesó 10 gramos de muestra en la balanza analítica (se anotó todos los decimales), se procedió a secar la muestra en la estufa a 110 °C por 3 horas y se registró el peso del suelo seco, se procedió a triturar la muestra de suelo con la ayuda del mortero tratando que la muestra quede homogénea, se introdujo la muestra en la probeta y se verificó que volumen ocupa. El valor de la densidad aparente se obtuvo con el siguiente cálculo (Andrade, Moliner y Masaguer 2015).

$$\delta a = \frac{masa\ del\ suelo\ seco\ a\ 110°C}{volumen\ del\ suelo\ seco} = x\ g/cm^3$$

5.2.5.4. Identificación de actividades antrópicas

Para la identificación de la actividad antrópica y los efectos ambientales que esta genera dentro del sistema lacustre Mojanda Cajas se realizó un levantamiento de información en base a investigación documental aplicables a la realidad ambiental del sistema lacustre, además se utilizó la metodología de la inspección en campo y los instrumentos como entrevistas y encuestas.

Las inspecciones en campo se basaron en la observación directa en campo y el reconocimiento de las principales áreas donde se desarrolla las actividades antrópicas como son: senderos, parqueaderos, hosteria, caminos, orillas de las lagunas, Cerro Fuya Fuya y Cerro Yanahurco, la inspección en campo se realizó en un lapso de tres meses. Se procedió a enlistar los efectos ambientales ocasionados por la actividad antrópica y además un registro fotográfico (Conesa y Vitora, 2003).

Las encuestas se las realizaron a las personas que habitan en los alrededores del sistema lacustre y a las personas que realizan turismo y visitan el complejo. Las encuestas fueron estructuradas con preguntas cerradas y abiertas con el objetivo de obtener información más detallada de la realidad del área de estudio como son: las áreas de mayor frecuencia de turistas, las actividades que se realizan dentro del área, que especies de flora y fauna han visualizado y que problemas ambientales han identificado (Anexo I)

5.2.5.5. Análisis e interpretación de resultados.

La tabulación de la información recolectada en las encuestas realizadas en Mojanda Cajas se utilizó la fórmula propuesta por Alan Aldrige y Kennenth Levine (2009) para la obtención del número de muestra, además se utilizó el software Microsoft Excel, el cual utiliza fórmulas, gráficos y un lenguaje de programación que facilitó la tabulación de la información.

Fórmula para el universo conocido: $n = \frac{Gc^2 \; x \; N \; x \; p \; x \; q}{e^2 \; x \; (N-1) * Gc^2 \; x \; p \; x \; q}$

Tabla 2.

Significado y valores de cada variables.

n= muestra	136
p = probabilidad	0,9
q = (1 – p)	0,1
Gc = grado de confiabilidad	1,96
e = Margen de error	0,05
N = Universo	10000

Elaborado por: El autor

Los resultados obtenidos mediante las encuestas y la observación directa permitieron la identificación de los impactos ambientales en Mojanda Caja y la elaboraración de la Matriz de Leopold para la evaluación de cada impacto ambiental.

5.2.6. Evaluación de impacto ambiental.

Una vez identificados los impactos causados por las acciones antrópicas se procedió a la evaluación de estos efectos con el fin de darles una puntuación y clasificarlos con el objetivo de ver su importancia dentro del sistema lacustre y a su vez buscar soluciones para mitigarlos o evitarlos, además, buscar un equilibrio entre el desarrollo de las actividades antropogénicas que se realizan en el sistema lacustre y el ambiente.

Cada actividad que se desarrolla dentro del entorno ocasiona de alguna manera una perturbación a los diferentes componentes del ambiente tanto bióticos como abióticos, los cuales deben ser evaluados y minimizados (Conesa y Vitora, 2003).

5.2.6.1. Aplicación de la Matriz de Leopold

Para la evaluación de impactos ambientales del sistema lacustre Mojanda Cajas, la metodología utilizada fue la Matriz de Leopold, la misma que se basa en una "matriz" que está conformada por acciones que pueden causar algún daño o impacto al ambiente representadas en columnas frente a las características y componentes ambientales representadas en filas (Ponce 2011). Para cada acción que genera la actividad antrópica dentro del sistema lacustre se evaluó los impactos o efectos que producen sobre los componentes ambientales en términos de intensidad y magnitud. Se realizó una matriz reducida en donde se descarte las filas y columnas que no tienen relación con el área de estudio. A continuación, para cada acción se consideró todos los factores ambientales que pueden ser afectados en forma significativa.

Las calificaciones fueron determinas subjetivamente en una escala del 1 al 5, tanto para la magnitud como la intensidad de cada impacto. Cada cuadrícula fue evaluada con dos valores: magnitud que consistió en la valoración del impacto o efecto provocada por la actividad antrópica; este valor se lo colocó en la parte superior izquierda el cual expresa o hace referencia a la dimensión e intensidad del impacto. Se calificó de menor a mayor anteponiendo el signo (+) para los impactos positivos y (-) para los impactos negativos. En la mitad inferior derecha del cuadro se expresó la importancia la cual hace referencia a la relevancia del efecto sobre el medio, a la extensión del territorio afectado y se calificó en forma ascendente según su importancia (Ponce 2011).

Según Pereira (2011), los pasos que se deben realizar para la evaluación de los impactos producidos por la actividad antrópica dentro del sistema lacustre Mojanda Cajas son:

- Establecer las acciones que ejercen la actividad antrópica dentro del sistema lacustre.
- Identificar todos los elementos del entorno natural que son afectados por las acciones.

- Realizar la matriz de Leopold con la ayuda del software Microsoft Excel, el cual nos permitió trazar diagonales en cada celda para dar valores tanto de la magnitud como intensidad, en un rango de 1 a 5. Siendo la magnitud el grado o valor de alteración que afecta al factor ambiental. La intensidad radica en el peso que tiene la acción sobre el factor ambiental.
- Analizar los resultados obtenidos.

En la figura 4 se muestra el formato y el modo de como dar la calificación a cada impacto en la matriz de Leopold.

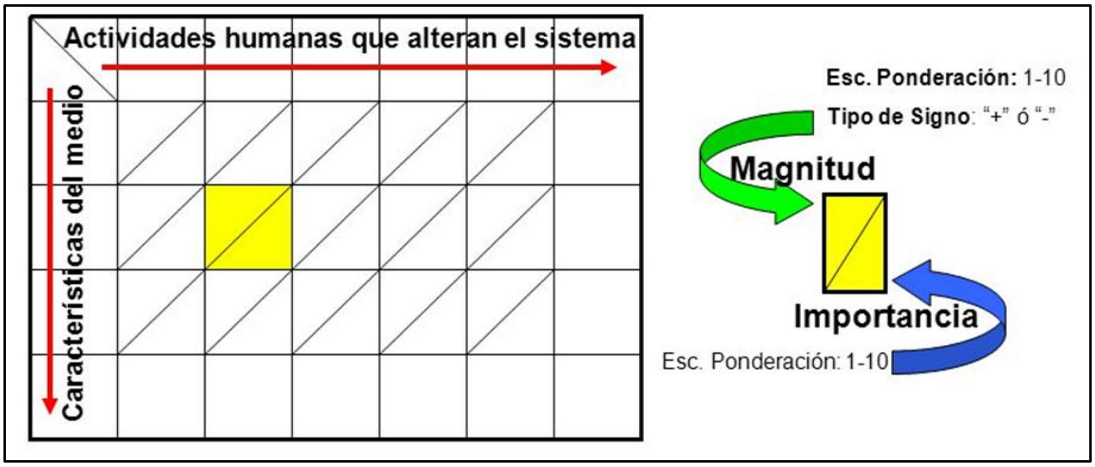


Figura 4. Formato matriz de Leopold
Fuente: Pereira, I., (2011).

En la tabla 3 se muestran los valores cuantitativos que se darán a cada impacto identificado y su equivalencia cualitativa en cuanto a la magnitud del impacto como a la importancia que tiene dentro del espacio natural.

Tabla 3.

Valores y equivalencia de la calificación en la matriz de Leopold.

Valor	Magnitud	Importancia
1	Muy baja magnitud	Sin importancia
2	Baja magnitud	Poco importante
3	Mediana magnitud	Medianamente importante
4	Alta magnitud	Importante
5	Muy alta magnitud	Muy importante

Fuente: Pereira, I., (2011).

5.2.6.2. Interpretación de los resultados de la Matriz de Leopold

Una vez calificada la matriz de Leopold se interpretó los resultados obtenidos para lo cual se consideró el promedio aritmético de los efectos positivos y negativos (+/-), conjuntamente con el número de condiciones del ambiente afectadas. Esto nos permitió identificar con mayor facilidad las acciones que mayor impacto causan en el ambiente.

Se recomienda dentro del análisis de los resultados el cálculo de la variable: "media" y "desviación estándar" de la suma de las filas y columnas de la matriz. Los valores que se encuentren por encima de la desviación estándar de la media nos permitieron identificar los impactos o actividades en donde se debe orientar las acciones y preocupaciones ambientales para su mitigación además de planes de manejo ambiental. ambiente (Ponce 2011).

5.2.7. Zonificación ambiental.

La zonificación ambiental es una herramienta que nos permite determinar el mejor modo de utilizar los espacios del territorio, tratando que exista una armonía entre quienes lo habitan y los recursos naturales que nos ofrece. El objetivo principal de la zonificación ambiental es buscar un equilibrio hombre naturaleza garantizando a su vez la sostenibilidad en términos ambientales, culturales y políticos de los recursos para las futuras generaciones.

La metodología que se utilizó para el desarrollo de la zonificación ambiental en el sistema lacustre Mojanda Cajas corresponde a la Guía de Zonificación actual de Consultoría y Medio Ambiente (C&MA LTDA), la misma que se ajusta con las características del área de estudio y los objetivos de la zonificación ambiental. Para el desarrollo de la metodología propuesta se tomó en cuanto los siguientes criterios básicos como punto de partida.

a) Área ambientalmente crítica: son las áreas cuyas características ecológicas han perdido su capacidad de autorregulación o regresión, estas características ecológicas no tienen la capacidad de confrontar factores externos, por ende, no se puede mantener la dinámica de los procesos naturales

b) Área ambientalmente sensible: son áreas que están en constantes riegos a alteraciones producidos por factores exógenos y son susceptibles al deterioro, estas alteraciones pueden cambiar las condiciones originales de las mismas. Es necesario un manejo especial para estas áreas con objetivos de conservación y de esta manera proteger sus características ecológicas (Peña y Muñoz, 2008).

5.2.7.1. Criterios de zonificación

En la zonificación dentro del sistema lacustre Mojanda Cajas, las áreas ambientalmente sensibles las dividimos en dos grupos: áreas de alta sensibilidad y áreas de mediana sensibilidad. Esta clasificación ayudó a la planificación y el mejor manejo de los recursos naturales (Peña y Muñoz, 2008).

En lo que refiere al **área de alta sensibilidad** se enfocó en áreas que poseen un alto grado de fragilidad o lugares estratégicos para el ambiente del sector como; cuerpos de agua y zonas protectoras de agua. Dentro de esta clasificación se determinó dos zonas: zona de Preservación Estricta y zona de Conservación.

En cuanto al **área de mediana sensibilidad** se determinó tres zonas: zonas de amenazas naturales, zonas de recuperación ecológica y zonas de producción económica. En esta área de mediana sensibilidad se contempla bienes de consumo y lugares geomorfológicos que presentan riesgos de fenómenos naturales e incendios (Peña y Muñoz, 2008).

En la zonificación del sistema lacustre no se consideró las áreas de baja sensibilidad ya que estas áreas presentan características ambientales y socioeconómicas que pueden ser intervenidas por el ser humano sin restricción, tratando de conservar el espacio natural, además son áreas de reducida producción ecológica y poca o nula cobertura vegetal.

La elaboración de la cartografía y mapas temáticos de las zonas establecidas se utilizó la herramienta SIG, el software utilizado ArcGis, el cual permitió delimitar la zona de estudio geográficamente, intersecar las diferentes capas e interponer los diferentes temas para generar los mapas con las zonas definidas con anterioridad (Peña y Muñoz, 2008).

5.2.8. Plan de manejo Ambiental

La elaboración del Plan de manejo ambiental del Sistema Lacustre Mojanda Cajas, previamente se realizó una verificación de la realidad actual del sistema lacustre mediante encuestas aplicadas a los pobladores y turistas, análisis in situ de los componentes biofísicos del sistema lacustre, en donde se identificó los impactos tanto positivos como negativos de la actividad antrópica desarrollada dentro del complejo, valorando cuantitativamente cada impacto.

Una vez recolectado y evaluada la información se procedió a desarrollar los objetivos a los que se enfocó el plan de manejo ambiental, las líneas de acción, sub planes, programas y proyectos que fueron implementados en el sistema lacustre, en un tiempo corto, mediano y largo plazo, con la finalidad de reducir y mitigar la problemática ambiental identificada dentro del sistema lacustre, además, la conservación y protección de cuerpos de agua y suelos, recuperación de las áreas que se encuentran erosionadas y la capacitación y educación ambiental a turistas y habitantes de la zona.

Para la aplicación del Plan de manejo Ambiental se tomó en consideración como actores principales: MAE, Prefectura de Imbabura y Pichincha, GAD Municipal de Otavalo y Pedro Moncayo, Distrito Metropolitano de Quito y ONGs.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Caracterización hídrica y edáfica

Los resultados de la evaluación ambiental dentro del sistema lacustre Mojanda Cajas en función a la caracterización físico química tanto de agua como de suelo, análisis de las encuestas, contaminación a través de basura y la matriz de Leopold se detalla a continuación:

6.1.1. Análisis físico químicos de agua

6.1.1.1. Conductividad eléctrica

En la tabla 4 se muestran los promedios obtenidos de los 9 análisis de conductividad eléctrica realizados en las tres lagunas respectivamente, en donde se puede visualizar que la conductividad eléctrica es mayor en la laguna de Caricocha con un promedio de 40,45 µS/cm, la laguna Huarmicocha presenta una conductividad promedio de 36,60 µS/cm y con un valor menor la laguna Chiriacu con una conductividad promedio de 32,30 µS/cm. Se puede concluir que la laguna de Caricocha presenta mayor conductividad eléctrica debido a que presenta mayor cantidad de sólidos disueltos (sales minerales) a diferencia de las otras lagunas.

Tabla 4 .

Valores de conductividad eléctrica (µS/cm) de las muestras de agua del sistema lacustre Mojanda Cajas.

Ubicación	Promedio
Caricocha	40,45
Huarmicocha	36,60
Chiriacu	32,30

Elaborado por: El Autor

6.1.1.2. Potencial de Hidrógeno (pH)

En la tabla 5 se detallan los promedios obtenidos de los 3 análisis del potencial de hidrógeno (pH) de cada laguna: la laguna de Caricocha posee un pH de 6,83; en la laguna Huarmicocha presenta un promedio de 6,98 y Chiriacu un promedio de 6,97. Estos resultados muestran que el agua de las tres lagunas que conforman el sistema lacustre son ligeramente ácidas.

Tabla 5.

Valores del potencial de Hidrógeno (pH) del agua de las lagunas del sistema lacustre Mojanda Cajas.

Ubicación	Promedio
Caricocha	6,83
Huarmicocha	6,98
Chiriacu	6,97

Elaborado por: El Autor

6.1.1.3. Oxígeno disuelto

En la tabla 6 se muestra los resultados de los 3 análisis de oxígeno disuelto por cada laguna que conforma el sistema lacustre, la laguna de Caricocha tiene un promedio de 7,73 mg/l, la laguna de Huarmicocha un promedio de 7,72 mg/l y Chiriacua un promedio de 7,23 mg/l.

Tabla 6.

Valores de oxígeno disuelto (mg/l) del agua de las lagunas del sistema lacustre Mojanda Cajas.

Ubicación	Promedio
Caricocha	7,73
Huarmicocha	7,42
Chiriacu	7,23

Elaborado por: El Autor

6.1.1.4. Temperatura

En la tabla 7 se detalla los valores obtenidos de la temperatura de cada laguna: la laguna Caricocha presenta una temperatura media de 11,01 °C, la laguna de Huarmicocha tiene una media de 11,60°C y Chiriacu presenta una media de 10,64°C. Se evidencia que la temperatura promedio de las tres lagunas ocsila entre los 10°C a 12° C

Tabla 7.

Valores de Temperatura (°C) del agua de las lagunas del sistema lacustre Mojanda Cajas.

Ubicación	Promedio
Caricocha	11,01
Huarmicocha	11,60
Chiriacu	10,64

Elaborado por: El Autor

6.1.1.5. Turbidez

En la tabla 8 se muestra los resultados de turbidez de cada laguna: la laguna Caricocha presenta un promedio de 3,14 NTU, la laguna de Huarmicocha tiene un promedio de 2,42 NTU y Chiriacu presenta un promedio de 3,43 NTU

Tabla 8.

Valores de Turbidez (NTU) del agua de las lagunas del sistema lacustre Mojanda Cajas.

Ubicación	Promedio
Caricocha	3,14
Huarmicocha	2,42
Chiriacu	3,43

Elaborado por: El Autor

Los resultados físico químicos que se obtuvieron del análisis de agua realizado a las 3 lagunas se corroboran con dos investigaciones previas: Según Oña y Tonato (2017) en su investigación sobre la determinación del estado trófico de las lagunas de Mojanda, los parámetros de temperatura del agua oscilan entre 10 y 12 °C, la conductividad eléctrica de la laguna de Caricocha es de 38,39 µS/cm; Huarmicocha 36,73 µS/cm y Chiriacu 27,65 µS/cm, potencial de hidrógeno oscila entre 6 y 7; oxígeno disuelto se encuentra en un rango entre 6 y 7. Estos datos se asemejan a los resultados de las tablas 4, 5, 6 y 7 de la presente investigación.

Según Almeida (2014) en su investigación de la evaluación de los ríos de la provincia de Imbabura los resultados de turbidez de la Laguna de Caricocha fue de 3,5 NTU. Estos datos concuerdan con los resultados obtenidos en la presente investigación y que constan en la tabla 8.

Los valores obtenidos de los parámetros de conductividad eléctrica, pH, oxígenos disuelto, turbidez y temperatura se encuentran dentro de los límites permisibles comparados a los Criterios de calidad de agua establecidos por el TULSMA, Massol y Studer, por tal motivo es un agua apta para ser usada en riego agrícola y consumo humano previo a un proceso de potabilización.

6.1.2. Análisis físico químico del suelo

6.1.2.1. Textura

En la tabla 9 se detallan los resultados de los análisis de las muestras de suelos obtenidas en el sistema lacustre Mojanda Cajas las cuales presentaron los siguientes porcentajes por cada fracción. Los suelos recolectados en las tres zonas de muestreo: senderos, contorno de las lagunas, áreas boscosas y pajonal.

Tabla 9.

Resultados del análisis granulométrico del suelo de Mojanda Cajas

ZONA DE MUESTREO	Proporción de las partículas		
	Arena%	Limo%	Arcilla%
Senderos	22,56	20,44	40,55%
Contorno de las lagunas	21,16%	16,67%	42,82%
Áreas boscosas y pajonal	20,50%	18,54%	43,65%

Elaborado por: El Autor

Mediante el análisis granulométrico de la muestra de suelo y ajustando los porcentajes de arena, limo y arcilla se determinó su textura a través el triángulo de textura obteniendo un suelo franco arcilloso.

Según el Instituto Espacial Ecuatoriano (2013) en su estudio "Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional sobre Geopedología expresa que el siste lacustre Mojanda Cajas presenta suelos franco limosos en la parte superficial y a profundidad presenta suelo franco arenosos. Esta información coincide con los resultados obtenidos en el presente estudio.

6.1.2.2. Densidad

En la tabla 10 se detallan los resultados de la densidad aparente de las muestras de suelo analizadas, el valor más alto es de la muestra obtenida en la zona de senderos con 1,04 g/cm^3, mientras que la de menor densidad aparente es la muestra de las áreas boscosas y de páramo con 0,93 g/cm^3.

Tabla 10.

Resultados de densidad aparente del suelo de Mojanda Cajas

ZONA DE MUESTREO	Densidad aparente. (g/cm3)
Senderos	1,04
Contorno de las lagunas	0,95
Áreas boscosas y pajonal	0,93

Elaborado por: El Autor

6.1.2.3. Contenido de materia orgánica

En la tabla 11 se presentan los resultados de la materia orgánica de las muestras recolectadas, en dónde podemos observar que el contenido de la materia orgánica es superior al 16% en los suelos estudiados, además su variación no es muy significativa entre los tres puntos de muestreo, siendo la muestra obtenida en las áreas boscosas y pajonal la que posee mayor cantidad de materia orgánica con el 18,03%.

Tabla 11.

Resultados del contenido de materia orgánica del suelo de Mojanda Cajas

ZONA DE MUESTREO	Contenido de materia orgánica (%)
Senderos	16,03 %
Contorno de las lagunas	17,55 %
Áreas boscosas y pajonal	18,03 %

Elaborado por: El Autor

El porcentaje de materia orgánica que presentan los suelos estudiados en el páramo de Mojanda Cajas es de 7,22% según (AGROCALIDAD 2015, citado por Burbano y Utreras 2015). Este estudio realizado en Mojanda Cajas corrobora con los resultados obtenidos en la presente investigación.

6.1.3. Evaluación de impactos

6.1.3.1. Identificación de impactos antrópicos

Los impactos dentro del sistema lacustre Mojanda Cajas fueron identificados a través de la percepción de la población mediante la aplicación de encuestas y por observación directa en campo, estas herramientas evidencian la presencia de impactos negativos sobre el espacio natural. Los impactos identificados se derivan de la actividad antrópica que se ejerce dentro del sistema lacustre.

Las encuestas realizadas a los habitantes del sector como a los turistas que recorren Mojanda Cajas, permitieron identificar las actividades que se realizan y los sitios que son visitados con mayor frecuencia, de esta manera se estableció la problemática ambiental que existe y los impactos ambientales negativos. Las actividades que se realizan dentro del área como son: actividades agripecuarias, caminatas, ciclismo de montaña, áreas para picnic, camping, fotografía y actividades motorizadas con vehículos 4 x 4.

Como resultados de los impactos negativos de la actividad antrópica dentro del sistema lacustre tenemos: quemas e incendios forestales, tala de árboles, malas prácticas agrícolas, alteración en la vegetación, suelos erosionados, sobrepastoreo, construcción de senderos improvisados, avance de la frontera agrícola, turismo no controlado, presencia de basura y actividades con vehículos todo terreno.

Las actividades con vehículos todo terreno (4X4) que se realizan en Mojanda Cajas generan importantes impactos ambientales sobre la vegetación local ya que disminuye el desarrollo y diversidad de la cobertura vegetal, sobre el suelo producen impactos negativos como la compactación del suelo generando mayor escorrentías superficiales iniciando procesos de erosión, la destrucción de los horizontes edáficos.

Se evidencia la reducción del tamaño de la paja en lugares que han sufrido incendios forestales o quemas agrícolas, en zonas que se realizan actividades antrópicas como son senderos, caminatas (cerro Fuya Fuya) y en espacios donde se ha introducido ganado vacuno, además de los alrededores de las lagunas la paja es diminuta y en algunos lugares ausente. Se observa también suelos degradados por la construcción de vías de acceso al área, ciclismo de montaña y las caminatas de turistas que improvisan senderos dentro de la vegetación produciendo la compactación del suelo y el pisoteo de la flora.

Según Cole (1990) expresa que el nivel de impacto sobre la vegetación por las actividades de senderismo y ciclismo de montaña es drástica desde una frecuencia anual de 500 pasos sobre un punto específico del sendero. Thruston y Reader (2001) en su investigación nos da a conocer que con esta frecuencia la exposición del suelo puede aumentar en un 49% haciendo inevitable la pérdida de casi el 100% de la cobertura vegetal.

Otro impacto identificado es la expansión de la frontera agrícola y el sobrepastoreo, es visible la intervención humana dentro del medio natural, se evidencia cultivos de papa, cebolla y habas, además de la crianza de ganado vacuno. Según EcoCiencia (2008) la expansión de la frontera agrícola se encuentra en aumento en casi todas las parroquias que circunda el sistema lacustre, su aumento altitudinal promedio es de 140 metros, por encima de los 3000 msnm.

Otro estudio realizado por la Fundación Urku Kamas (2016) expresa que dentro de Mojanda Cajas existen al menos 50 predios que abarcan un área mayor a las 80 hectáreas, en estas parcelas se realizan actividades agropecuarias, en problema se origina en que no existe una delimitación de la frontera agrícola dentro del área natural, por tal motivo existen comunidades que ocupan espacios naturales que se encuentra por encima de los 3200 msnm, límite establecido en la ordenanza bicantonal del año 2002.

La contaminación con basura es evidente dentro del área de estudio, ya que es una zona de gran afluencia de turistas, la acumulación de basura se origina por falta de educación ambiental por parte de los visitantes, la falta de basureros para la disposición de los derechos y la falta de recolección de la basura por vehículos motorizados. La basura que es recolectada en fundas y en basureros improvisados es abandona en el sitio, por lo que animales domésticos (perros) rompen las fundas y la basura es desparramada y dispersa por factores ambientales como fuertes vientos y escorrentías.

Se observa la presencia de desechos sólidos los cuales implican desafortunadamente impactos negativos a la parte biótica como abiótica del espacio natural. La presencia de basura es más frecuente en senderos por donde recorren los turistas, zona de parqueaderos, alrededores de las lagunas, caminos y vías de acceso y finalmente zonas destinadas a camping. La acumulación de basura genera problemas como la contaminación visual dentro del paisaje del complejo lacustre, otro problema es la contaminación del recurso hídrico como son quebradas, vertientes y lagunas, la contaminación del suelo además de perjudicar a la fauna local, ya que esta se alimenta de los desechos sólidos que incluso pueden causar su muerte.

Según Ruiz, (2017) en su estudio sobre el Manejo adaptativo de riesgos y vulnerabilidad en la zona lacustre de Mojanda toma como principales amenazas los incendios y quemas, malas prácticas ambientales, sobrepastoreo, uso inadecuado de químico, introducción de especies no nativas y la presencia de basura los mismos que afectan al páramo y a sus servicios ecosistémicos. Estos resultados confirman con los impactos negativos identificados en la presente investigación, los mismo que serán utilizados para la elaboración de la matriz de Leopold.

6.1.3.2. Elementos bióticos y abióticos afectados.

Una vez identificado las actividades que se realizan dentro del área y los impactos que generan las mismos, se determinó los elementos bióticos y abióticos que son afectados negativamente y que son considerados como los más vulnerables dentro del área de estudio, se detallan a continuación:

Físicos: Suelo: (erosión/estabilidad), contaminación con desechos sólidos, compactación. **Atmósfera:** calidad del aire, malos olores, incremento de niveles de ruido. **Agua:** calidad de las aguas superficiales (lagunas). **Bióticos:** flora: (vegetación local), fauna: nativa. **Socio económicos y culturales**: uso del suelo, recreativos, estéticos y de interés humano.

6.1.3.3. Matriz resumen de Leopold

Como resultados de la evaluación de impactos ambientales que genera las actividades antrópicas dentro del sistema lacustre Mojanda Cajas, se identificó dos componentes ambientales afectados mayormente: físicos y biológicos. Dentro del componente ambiental físico tenemos: agua y suelo. En el componente biológico se encuentra la flora, fauna y la parte estética. Se identificó ocho principales impactos ambientales negativos: quemas agrícola, incendios forestales, tala de árboles, malas prácticas agrícolas, sobrepastoreo, construccion de senderos, avance de la frontera agrícola, turismo no controlado y la presencia de basura.

El componente ambiental más afectado es el suelo debido a que en él se genera la mayoría de las actividades antropogénicas como es el turismo, el sobrepastoreo y el avance de la frontera agrícola. Todas estas actividades generan compactación en el suelo, haciendo que la infiltración de las escorrentías superficiales sea menor llevando incluso a la erosión de los suelos.

El componente biológico también esta fuertemente afectado en lo que corresponde a la cobertura vegetal ya que con la actividad humana que se genera en este espacio natural produce pisoteo en las especies de flora local y la migración de especies faunísticas, además los incendios forestales influyen mucho en el tamaño de la paja, perdiendo la cobertura vegetal propia de la zona. La presencia de basura también es un impacto identicado que afecta negativamente a la parte estética del espacio natural (paisaje), además que contribuye a la contaminación de los suelos.

En la tabla 12 se detalla la matriz de Leopold resumida de los componentes físicos y biológicos que son afectados por las actividades antropogénicas que se generan en Mojanda Cajas, además se observa las calificaciones de magnitud e importancia de cada acción. En el (Anexo II) se detalla la matriz completa de la Evaluación de Impactos Ambientales producidos por la actividad antropogénica dentro del sistema lacustre Mojanda Cajas.

Tabla 12.

Matriz resumida de Leopold. (Evaluación de impactos ambientales en el sistema lacustre Mojanda Cajas)

Componente ambiental/ Actividad			Quemas agrícolas	Incendios forestales	Tala de árboles	Prácticas agrícolas	Sobrepastoreo	Construccion de senderos	Avance de la frontera agrícola	Turismo no controlado	Basura	Actividades motorizadas	TOTAL	Agregación de impactos
FÍSICO	**Agua**	Alteración del drenaje superficial	-2/1	1/2	2/2	-4/5	-3/4	3/3	-4/4	-4/4	-4/4	2/2	29/31	101
	Suelo	Contaminación	-4/4	-4/5	2/2	-4/5	-4/5	3/3	4/4	-4/4	-5/5	3/3	37/40	155
		Erosion	-4/5	-4/4	-3/4	3/4	-5/5	-3/4	-4/4	-4/4	3/3	-4/5	37/42	158
		Compactación	-4/3	-3/3	-3/4	3/3	5/5	-4/4	-4/4	-4/5	3/2	-5/5	38/38	150
		Desechos sólidos	1/3	1/3	1/2	4/4	3/3	-3/4	3/3	-4/5	-5/5	2/1	27/33	101
BIOLÓGICO	**Flora**	Pisoteo	1/2	1/3	3/4	2/1	3/4	-4/5	-3/4	-5/5	1/1	-3/3	26/32	98
		Tamaño de la paja	-5/5	-5/5	1/1	3/2	3/4	-3/4	-2/1	-3/3	1/1	2/1	28/26	95
		Pérdida de la cobertura vegetal	-5/5	-5/5	-4/5	4/5	4/4	-4/4	-3/4	-3/2	2/1	-2/3	36/38	148
	Fauna	Migración de fauna	-2/4	-2/4	-2/5	-3/3	-3/2	-2/3	-3/4	-3/3	-3/2	-3/2	26/37	90
	Estético	Paisaje	-4/5	-4/4	-4/5	3/4	-2/1	-3/4	-4/5	-2/1	- 4/5	-2/1	34/35	126

Elaborado por: El autor

6.1.4. Zonas frágiles del sistema lacustre Mojanda Cajas

6.1.4.1. Flora

En lo que corresponde a la flora de Mojanda Cajas se ha logrado identificar 18 especies: *Juncus arcticus* (Totora), *Loricaria thuyoides*, *Cortaderia nítida* (sigze), *Buddleja incana* (quishuar), *Rubus coriaceus* (mora silvestre), *Escallonia myrtilloides* (rodamonte), *Weinmannia fagaroides* (encino), *Lupinus pubescens* (chocho silvestre), *Columellia oblonga, Polylepis incana* (yagual), *Lycopodium* (licopodio), *Puya Hamata* (achupalla), *Chuquiraga jussieui* (chuquiragua), *Carex pichinchensis*, *Monticalia Andicola*, *Hesperomeles ferruginea*, *Saracha quitensi y Gynoxys buxifolia.*

Según el Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales (MECN, 2015) en su publicación de Plantas de los páramos del Distrito Metropolitano de Quito, nos da a conocer algunas especies representativas que habitan en Mojanda Cajas son: *Polylepis pauta, Oreopanax seemannianianum, Solanum stenophyllum, Ribes ecuadorense, Saracha quitensis, Buddleja pichinchensis y Gynoxys buxifolia,* esta información corrobora con los datos obtenidos en la presente investigación, además del estudio realizado por Ruiz (2017), Manejo adaptativo de riesgos y vulnerabilidad en la zona lacustre de Mojanda, el mismo que expresa como especies de la zona a: *Buddleja incana, Columellia oblonga, Escallonia myrtilloides, Geranium ayavacense, Gynoxys acostae, G. cuicochensis, G. hallii, Hesperomeles ferruginea, H. obtusifolia, Luzula gigantea, P. weberbaueri, Rubus coriaceus, Weinmannia fagaroides".*

6.1.4.2. Fauna

En lo que se refiere a la fauna que habita en el sistema lacustre se ha podido identificar mamíferos y aves mediante observación directa, presencia de excretas y nidos, entre ellos: *Sylvilagus andinus* (conejo andino), *Pseudalopex culpaeus* (lobo de páramo), *Thomasomys aureus* (ratón andino), *Accipiter ventralis* (gavilán), *Pheucticus sp.* (huirachuro), *Zonotrichia capensis* (gorrión), *Falco sparverius* (quilico), *Oreotrochilus chimborazo* (colibrí estrellita) y *Turdus fuscater* (mirlo).

Las especies de mamíferos identificados se encuentran en preocupación menor según la Lista Roja de Especies Amenzadas de la UICN y en el Libro Rojo de los Mamíferos del Ecuador. En el conteo mundial de aves realizado en octubre del 2018 se identificaron 36 especies de aves en la zona de Mojanda (eBird, 2018).

Según Ruiz (2017) indica como especies faunísticas de la zona las siguientes: conejo (*Sylvilagus brasiliensis*); lobo o zorra de páramos (*Lycalopex culpaeus*); gavilán (*Accipiter ventralis*); guiragchuro (*Pheucticus sp.*); mirlo (*Turdus fuscater*); gralaria (*Grallaria quitensis*). Según el MAE (2017) es su estudio sobre los Humedales del Ecuador, en lo que refiere a las lagunas de Mojanda Cajas expresa como especies endémicas a: *Phacoboenus carunculatus* (caracara), *Cryptotis equatoris* (musaraña), *Lycalopex culpaeus* (lobo de páramo), *Oreotrochilus chimborazo* (colibrí estrellita) y *Akodon mollis* (ratón orejon). Estos estudios ratifican las especies identificadas en la presente investigación.

6.1.4.3. Fuentes de agua

El sistema lacustre Mojanda Cajas cuenta con 4 lagunas permanentes y 2 estacionarias que se originan en épocas lluviosas. Las lagunas permanentes son: Laguna Grande o Caricocha, Laguna Wuarmicocha, Laguna Negra o Yanacocha y Laguna Chiquita o Chiriacu. Además, presenta microcuencas como son: Vertiente Urco Hacienda, San Pablo y Cerro del Pueblo, Vertiente Chilcatola y Yanaconejo y Vertiente Sigsicunda.

Ecociencia (2008) el espejo de agua que conforman las lagunas abarcan aproximadamente 271 hectáreas. Según el INAMHI (2016) las precipitaciones oscila entre los 1000 a 880m.m por año. Los meses mas lluviosos se encuentran de enero hasta mayo y de septiembre hasta diciembre, mientras que los meses de junio, julio y agosto son los meses que existe un déficit de lluvias.

6.1.4.4. Páramo

Los páramo que conforma el sistema lacustre cumplen funciones significativas como son la generación y el almacenamiento del liquido vital, el mismo que es utilizado por las

comunidades del Cantón Pedro Moncayo y Otavalo para riego agrícola y consumo humano. Poseen suelos con grandes porcentajes de materia orgánica y gran diversidad de especies de flora y fauna. Estos páramos presentan gran belleza escénica como es el cerro Fuya Fuya, cerro Negro, cerro Colangal los mismos que generan actividades turísticas dentro del área como son: caminatas, pezca deportiva, avistamiento de aves etc. Los páramos tienen un alto grado de endemismo de especies de flora, mamíferos, aves y anfibios, lo que hace de este ecosistema uno de los más frágiles e importantes en cuanto a ecología (Ojeda et al. 2001).

Dentro del sistema lacustre Mojanda Cajas la zona de páramo es considerada como zona frágil por los servicios ecosistémicos que proporciona. Desde algunos años, se debate la importancia de los páramos como zonas frágiles por su endemismo, paisaje, regulación hídrica, entre otros servicios ecosistémicos (Vega y Martínez, 2000).

6.1.5. Zonificación ambiental

a) Área de alta sensibilidad: Esta área posee un alto grado de fragilidad y su intervención ocasionaría daños irreversibles para el ambiente, además es importante ya que presta servicios ambientales y características ecológicas importantes. Se identificó dos zonas dentro del área de alta sensibilidad:

6.1.5.1. Zona de preservación estricta

El objetivo es conservar y preservar la hidrología de la zona como lagunas, quebradas y vertientes superficiales, ya que son de gran importancia ambiental , ecológica y económica para el sector, a su vez generan un equilibrio ecológico, manteniendo el hábitat de la biodiversidad de la zona y de forma permanente el recurso agua, el cual es utilizado por las comunidades aledañas como agua de riego y para potabilización (Peña y Muñoz, 2008). Las principales funciones de la zona de preservación estricta son: proteger los cuerpos de agua, mantener la regulación hídrica y el hábitat de flora y fauna.

Según la Ley Orgánica de Recursos hídricos, usos y aprovechaminetos del agua del Ecuador en su Art. 13.- enumera que las formas de conservación y protección de fuentes de agua son las servidumbres de uso público, zonas de protección hídrica y las zonas de restricción.

Para la protección y conservación de las aguas de las lagunas y los causes de sus vertientes, se estableció una zona de protección hídrica con un perímetro de 20 metros por cada cuerpo de agua con el objetivo de delimitar en estas áreas las actividades antropogénicas.

En la figura 5 se observa la zona de preservación estricta dentro de Mojanda Cajas, implica todas las lagunas que confoman el sistema lacustre incluyendo las vertientes que alimentan las lagunas.

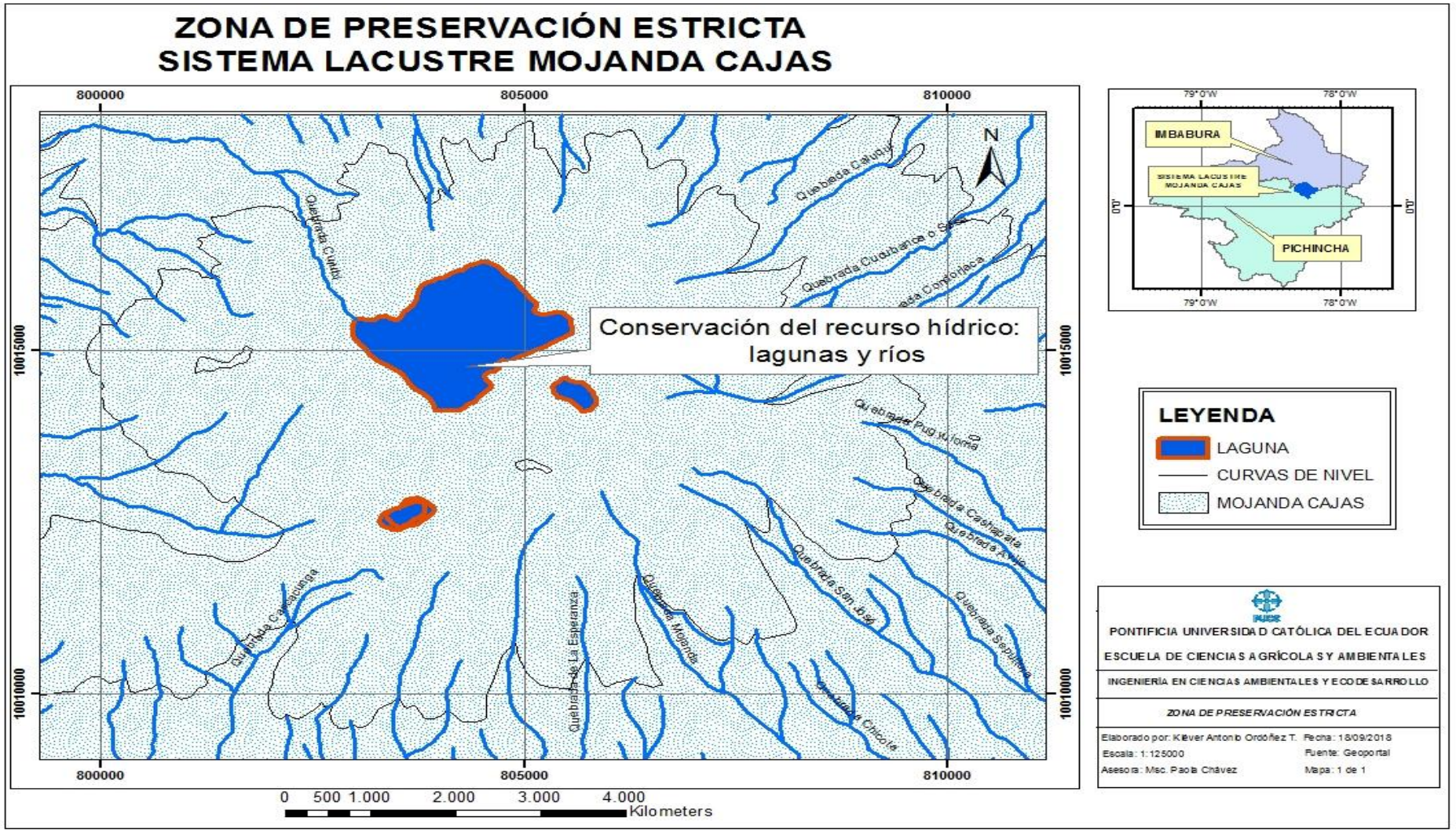


***Figura* 5.** Mapa de la zona de preservación estricta dentro de Mojanda Cajas
Elaborado por: El Autor

6.1.5.2. Zonas de Conservación

Está comprendida por la vegetación natural del área y la zona de páramo. Sus características ecológicas son muy importantes ya que prestan servicios ambientales como: el almacenamiento y distribución del líquido vital que se originan de las precipitaciones, la condensación de la neblina y los deshielos, mantener la regulación climática, purificar la atmósfera, protección del suelo y belleza escénica (Vásconez y Hofstede, 2006).

Es importantes su conservación ya que están consideradas como área en donde existe una intervención de actividades antrópica generando problemas ambientales tales como la expansión de la frontera agrícola para actividades agropercuarias, la sobreexplotación de los recursos los cuales ocasionan un deterioro ambiental. Las principales funciones de la zona de conservación son: proteger y conservar los páramos y la vegetación natural del área y garantizar las condiciones de hábitat para la diversidad de flora y fauna. (Peña y Muñoz, 2008).

En la figura 6 se visualiza la zona de conservación del sistema lacustre, esta zona consta de vegetación arbustiva y los bosques naturales.

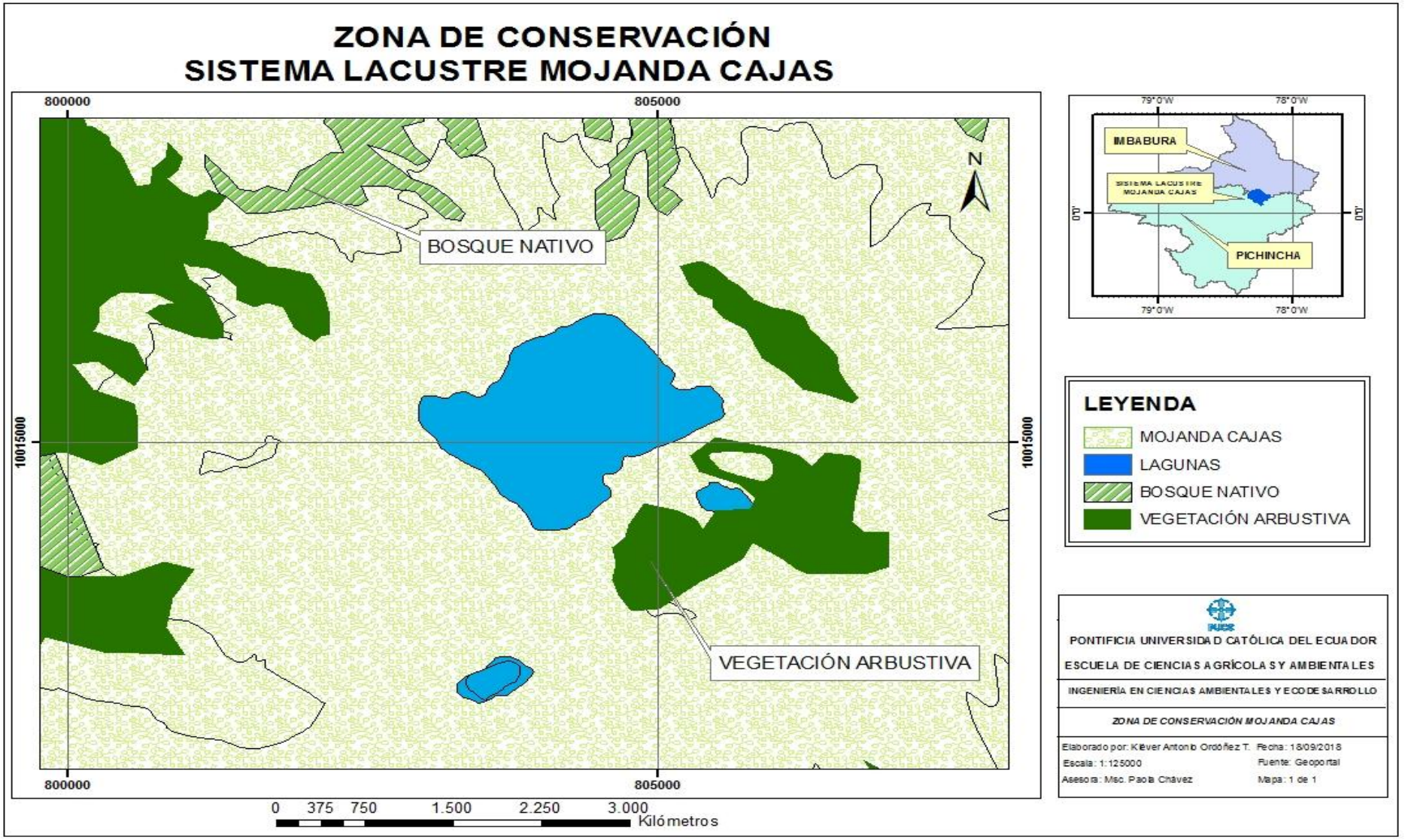


***Figura* 6.** Mapa de las zonas de conservación del sistema lacustre
Elaborado por: El Autor

b) Área de mediana sensibilidad:

Estas áreas poseen una gran importancia ambiental que constituyen centros de producción de bienes y servicios para los habitantes de las comunidades y los turistas que visitan Mojanda Cajas, además, son el hábitat de especies de flora y fauna, corredores biológicos de la fauna local. Estas áreas incluyen las zonas que has sufrido algún impacto ambientales negativos (Peña y Muñoz, 2008).

6.1.5.3. Zona de Recuperación Ecológica

La zona de Recuperación Ecológica tiene como objetivo la restauración y recuperación de los ecosistemas que han sufrido daños o intervenciones negativas por acciones antrópicas como son: incendios forestales, expansión de la frontera agrícola y las talas de bosques las cuales han generados áreas erosionadas dentro del sistema lacustre, además, páramos intervenidos por acción del turismo a través de senderos que no están delimitados producen la compactación del suelo y el pisoteo excesivo de la flora (Cabrera, y Ramírez, 2014).

En la figura 7 se observa la zona de recuperación ecológica enfocada a la recuperación de senderos improvisados por los turistas y habitantes del área, quemas agrícolas e incendios forestales.

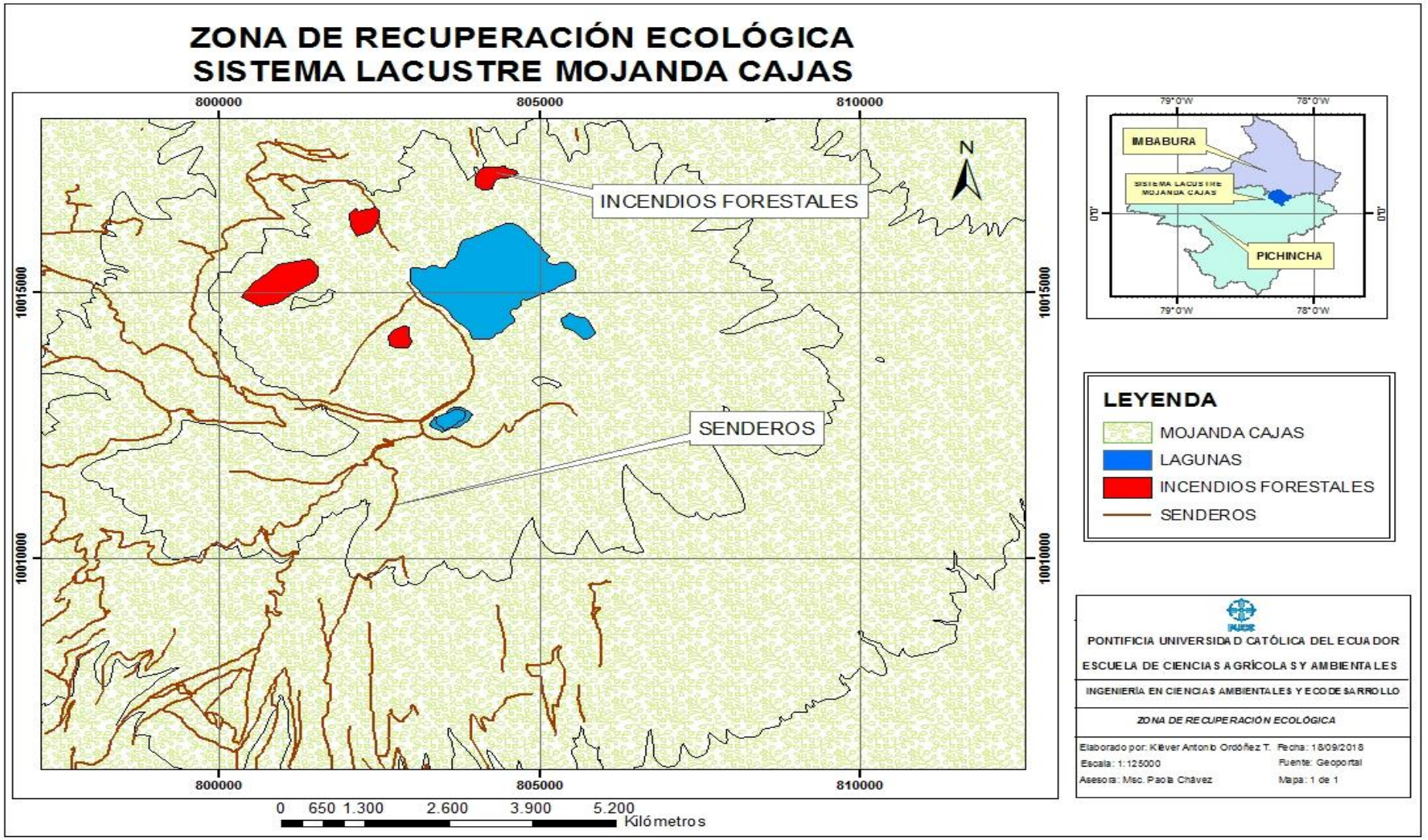


Figura 7. Mapa de ubicación de los senderos e incendios en el sistema lacustre Mojanda Cajas
Elaborado por: El autor

6.1.6. Plan de manejo ambiental

Una vez identificados y valorados los impactos ambientales producidos por las actividades antropogénicas, se ha tomado como base los impactos con mayor influencia negativa tanto para el ser humano como para el ambiente. El objetivo del plan de manejo ambiental es mitigar y reducir los impactos negativos, conservar en buen estado los recursos naturales existentes en Mojanda Cajas para futuras generaciones y garantizar la convivencia armoniosa entre la sociedad y el ambiente.

6.1.6.1. Visión

El sistema lacustre Mojanda Cajas conjuntamente con sus páramos en el año 2020 contará con proyectos adecuados para su conservación y restauración, además de un apropiado manejo de sus recursos naturales contribuyendo a la sostenibilidad del recurso hídrico que es aprovechado por los habitantes de los cantones: Pedro Moncayo y Otavalo conjuntamente con sus comunidades.

6.1.6.2. Misión

Desarrollar estrategias y programas de gestión ambiental conjuntamente con la participación de las comunidades e instituciones públicas y privadas que sienta la necesidad y la preocupación de conservar, recuperar y mejorar los recurso naturales existentes en Mojanda Cajas como son: el recurso hídrico, la flora y la fauna, el paisaje escénico y los servicios ambientales que brinda el páramo.

6.1.6.3. Objetivo general

Plantear programas y acciones para el manejo de impactos ambientales producidos por la actividad antropogénica sobre los recursos naturales que conforma el sistema lacustre Mojanda Cajas, de tal manera que se guía para la restauración, conservación y el uso sostenible de los recursos naturales.

6.1.6.4. Objetivos específicos

a) Proponer acciones y medidas para la restaurarción, mitigación y protección de las zonas afectadas por los impactos antropénicos en el área de estudio mediante procesos de rehabilitación ecolólógica
b) Generar acciones de conservación de los recursos naturales como son el recurso hídrico, flora, fauna y las áreas de páramo mediante monitoreos continuos para el uso sostenible de los mismos.
c) Educar a la población en temas ambientales con el propósito de generar conciencia e involucrarlos en temas de conservación y protección del sistema lacustre mediante charlas y capacitaciones.

En la tabla 13, 14 y 15 se detalla cada programa que conforma la propuesta del plan de manejo ambiental conjuntamente con su objetivos, además el aspecto ambiental que será conservado, mitigado o reducido, el impacto que lo genera y la acciones o medidas propuestas para cumplir cada programa, los indicadores que nos permitirán dar seguimiento y monitorear el avance o cumplimiento de cada actividad en un tiempo establecido, finalmente los responsables para la ejecución de cada actividad propuesta.

Tabla 13.

Plan de conservación y mitigación de impactos

6.1.6.5. PLAN DE CONSERVACIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS					
Programa de Conservación y Restauración de los Recursos Naturales					
Objetivo: Restaurar y mejorar el páramo del sistema lacustre Mojanda Cajas, asegurando la producción del recurso hídrico, conservando la biodiversidad y el paisaje escénico.					
Aspecto ambiental	**Impacto identificado**	**Medidas propuestas**	**Indicadores**	**Duración**	**Responsables**
Restauración de la cobertura vegetal con especies propias de la zona para evitar la erosión de los suelos	Sobrepastoreo en áreas mayores a los 3200 msnm producen daños a la cobertura vegetal de los suelos.	Delimitación de los límites máximos altitudinales para la realización de actividades agropecuarias	Normativa vigente para la prohibición de prácticas agropecuarias en los páramos de Mojanda Cajas	1 año	MAE
		Implementar un vivero forestal con especies propias del ecosistema	Producción de plantulas de especies nativas de la zona por medio de viveros comunales	2 años	Gobiernos antónomos decentralizados de Otavalo y Pedro Moncayo.
		Reforestación con objetivos de protección de los suelos para evitar la erosión. Mingas con los comuneros y personal de los GADs para la plantación de especies forestales propias de la zona.	Áreas que han sufrido la pérdida de la cobertura vegetal cubiertos con plantulas propias de la zona	3 años	GADs de Otavalo y Pedro Moncayo. Prefectura de Imbabura y Pichincha.

Continuación Tabla 13

		Charlas a los habitantes de las comunidades que interactúan con el espacio natural sobre buenas prácticas ambientales para la plantación de especies nativas con el fin de restaurar la cobertura vegetal de los suelos.	Habitantes de la comunidad capacitados en temas de reforestación, especies plantadas en condiciones favorables	2 años	MAE, Gobiernos antónomos decentralizados de Otavalo y Pedro Moncayo. Habitantes de la zona
	Quemas agrícola e incendios forestales	Prohibición de quemas agrícolas dentro del área de conservación de Mojanda Cajas	Ningún ratro de áreas quemadas	5 meses	MAE
Minimizar la presencia de residuos sólidos en el Sistema Lacustre	Presencia de residuos sólidos	Letreros informativos de sensibilización sobre no eliminar basura	Colocación 5 letreros en las zonas de mayor presencia de visitantes		GADs Pedro Moncayo, Otavalo.
Evitar la compactación de los suelos y pérdida de su capa superficial por actividades motorizadas	Alteración de las propiedades de infiltración de los suelos	Implementación de normativas que eviten las actividades motorizadas sobre la vegetación y pajonales de Mojanda Cajas	Normativas vigentes sobre actividades motorizadas sobre la vegetacion nativa del páramo de Mojanda Cajas	1 año	MAE

Continuación Tabla 13

Programa de Potencialización y Aprovechamiento de los Recursos

Objetivo: Contribuir a la conservación del sistema lacustre Mojanda Cajas y sus recursos naturales mediante actividades de ecoturismo sustentables para el disfrute de los recursos naturales pero al mismo tiempo conservarlo para futuras generaciones.

Aspecto ambiental	Impacto identificado	Medidas propuestas	Indicadores	Duración	Responsables
Conservación de los recurso naturales mediante actividades de ecoturismo	Presencia de senderos y caminos improvisados, generan el pisoteo de la flora local y la compactación de los suelos.	Implementación de un centro de interpretación con el fin de proporcionar información a los turistas y la recolección de datos de interés acerca del sistema lacustre	Montaje de sendero imterpretativo para dar información a turistas.	2 años	Gobiernos antónomos decentralizados de Otavalo y Pedro Moncayo.
		Creación de trípticos, páginas web y guías turísticas sobre la biodiversidad y el valor ecológico que posee el sistema lacustre Mojanda Cajas.	Los pobladores aledaños a Mojanda Cajas tienen conocimientos de la importancia de conservar las biodiversidad y el páramo.	2 años	Gobiernos antónomos decentralizados de Otavalo y Pedro Moncayo.
		Implementación de senderos ecológicos bien limitados y con su respectiva señalética que impida al turista generar impactos negativos sobre la vegetación y pajonal mediante mingas comunitarias.	Senderos ecológicos implementados para la gianza de turistas.	2 años	Gobiernos antónomos decentralizados de Otavalo y Pedro Moncayo.

Continuación Tabla 13

Programa de administración y organización

Objetivo: Crear un equipo de trabajo con miembros de la comunidad conjuntamente con las autoridades gubernamentales con el fin de llevar la administración y monitoreo del área mediante comités y comisiones.

Aspecto ambiental	Impacto identificado	Medidas propuestas	Indicadores	Duración	Responsables
Organizar y monitorear las actividades que se realizan dentro del sistema lacustre mediante grupos de trabajo para un manejo sustentable del recurso natural.	Presencia de la actividad turística no controlada, ausencia de control para el ingreso al sistema lacustre Mojanda Cajas	Implementación de guías comunitarios y guarda bosques para el control de la actividad turística.	Guias y guardaparques proporcionando información sobre e área de estudio.	1 año	MAE
		Formación de comisiones comunitarias para el monitoreo de las lagunas y la biodiversidad conjuntamente con técnicos de los municipios.	Pobladores de las comunidades involucradas en la conservación del sistema lacustre.	3 años	Gobiernos antónomos decentralizados de Otavalo y Pedro Moncayo.

Elaborado por: El autor

Tabla 14.

Plan de Capacitación en temas de Educación Ambiental

6.1.6.6. PLAN DE CAPACITACIÓN EN TEMAS DE EDUCACIÓN AMBIENTAL					
Programa de Educación Ambiental					
Objetivo: Capacitar a los habitantes de la zona y turistas en temas de educación ambiental mediante talleres y reuniones para su motivación en temas de protección y conservación de los recursos naturales.					
Aspecto ambiental	**Impacto identificado**	**Medidas propuestas**	**Indicadores**	**Duración**	**Responsables**
Educación ambiental encaminada a visitantes y habitantes de las parroquias en temas de conservación del recurso páramo.	Turismo no controlado	Charlas y capacitaciones a moradores propia del área con el fin de formar personal dispuestas a dar servicios de guianza dentro de Mojanda Cajas.	Guías locales capacitados para sar guianzas a turistas nacionales y extrangéros.	1 año	MAE
	Educación ambiental dirigida a los habitantes aledañas al sistema lacustre, estudiantes y visitantes sobre temas de conservación del páramo.	Ejecución de talleres con temas de educación ambiental como incendios forestales, quemas agrícolas, buenas prácticas ambientales y turismo.	Personal capacitado en temas ambientales	2 años	MAE
		Difusión de materiales gráficos como afiches, revistas y trípticos donde se exponga información interesante de Mojanda Cajas.	Afiches, revistas con información de Mojanda Cajas/ Habitantes con conocimientos básicos de Mojanda Cajas.	1 año	Gobiernos antónomos decentralizados de Otavalo y Pedro Moncayo.

Continuación Tabla 14

	Charlas y capacitaciones a estudiantes de centros educativos de la zona con temas de importancia de las conservación de los páramos	Los estudiantes de las instituciones de la zona, adquieren conocimientos sobre temas de educación ambiental	2 años	Gobiernos antónomos decentralizados de Otavalo y Pedro Moncayo.
	Campañas de socialización de las normativas y políticas ambientales vigentes para el manejo y cuidado de Mojanda Cajas	Habitantes de la zona conocen las normativas vigentes en cuanto al uso y cuidado de los páramos.	1 año	Prefectura de Imbabura y Pichincha
	Exposiciones sobre temas de protección, mitigación y control de incendios forestales	Habitantes de la zona adquieren conocimientos sobre el cuidado de los páramos.	1 año	Gobiernos antónomos decentralizados de Otavalo y Pedro Moncayo.

Elaborado por: El Autor

Tabla 15.

Plan de Monitoreo Ambiental

6.1.6.7. PLAN DE MONITOREO AMBIENTAL					
Programa de monitoreo de la parte biótica y abiótica de Mojanda Cajas					
Objetivo: Controlar los componentes bióticos como es la flora y la fauna y la parte abiótica para su conservación mediante el monitoreo, control y vigilancia.					
Aspecto ambiental	**Impacto identificado**	**Medidas propuestas**	**Indicadores**	**Duración**	**Responsables**
Monitoreo del recurso hídrico y de la biodiversidad para su conservación.	Pérdida de la cobertura vegetal por avance de la frontera agrícola e incendios forestales	Monitoreo y seguimiento de los cambios de la cobertura vegetal a través de imágenes satelitales y bases de datos	Mapas temáticos del cabio de la cobertura vegetal en un palso de seis meses.	6 meses	Gobiernos antónomos decentralizados de Otavalo y Pedro Moncayo.
	Contaminación del recurso hídrico por desechos sólidos	Monitoreo de la calidad de agua de las lagunas que conforman el sistema lacustre mediante análisis biológicos y físico químicos	Resultados de los análisis físico químicos y bilógicos de las lagunas	6 meses	Gobiernos antónomos decentralizados de Otavalo y Pedro Moncayo.
	Contaminación del recurso suelo por desechos sólidos	Monitoreo de las propiedades físico químicas del suelo	Resultados de los análisis físico químicos de suelo	1 años	Gobiernos antónomos decentralizados de Otavalo y Pedro Moncayo.

Elaborado por: El Autor

Tabla 16.

Detalle de costos para la ejecución del Plan de Manejo Ambiental.

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL SISTEMA LACUSTRE MOJANDA CAJAS	
PLAN DE CONSERVACIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS	
Programa	**Costo**
Conservación y Restauración de los Recursos Naturales	$3300
Programa de Potencialización y Aprovechamiento de los Recursos	$2900
Administración y organización	$1800
PLAN DE CAPACITACIÓN	
Educación Ambiental	$1550
PLAN DE MONITOREO AMBIENTAL	
Monitoreo de la parte biótica y abiótica de Mojanda Cajas	$2700

Elaborado por: El Autor

Para la ejecución de los programas propuestos se presenta en la figura 8 un mapa con la ubicación de cada uno de los programas en el territorio geográfico del sistema lacustre Mojanda Cajas.

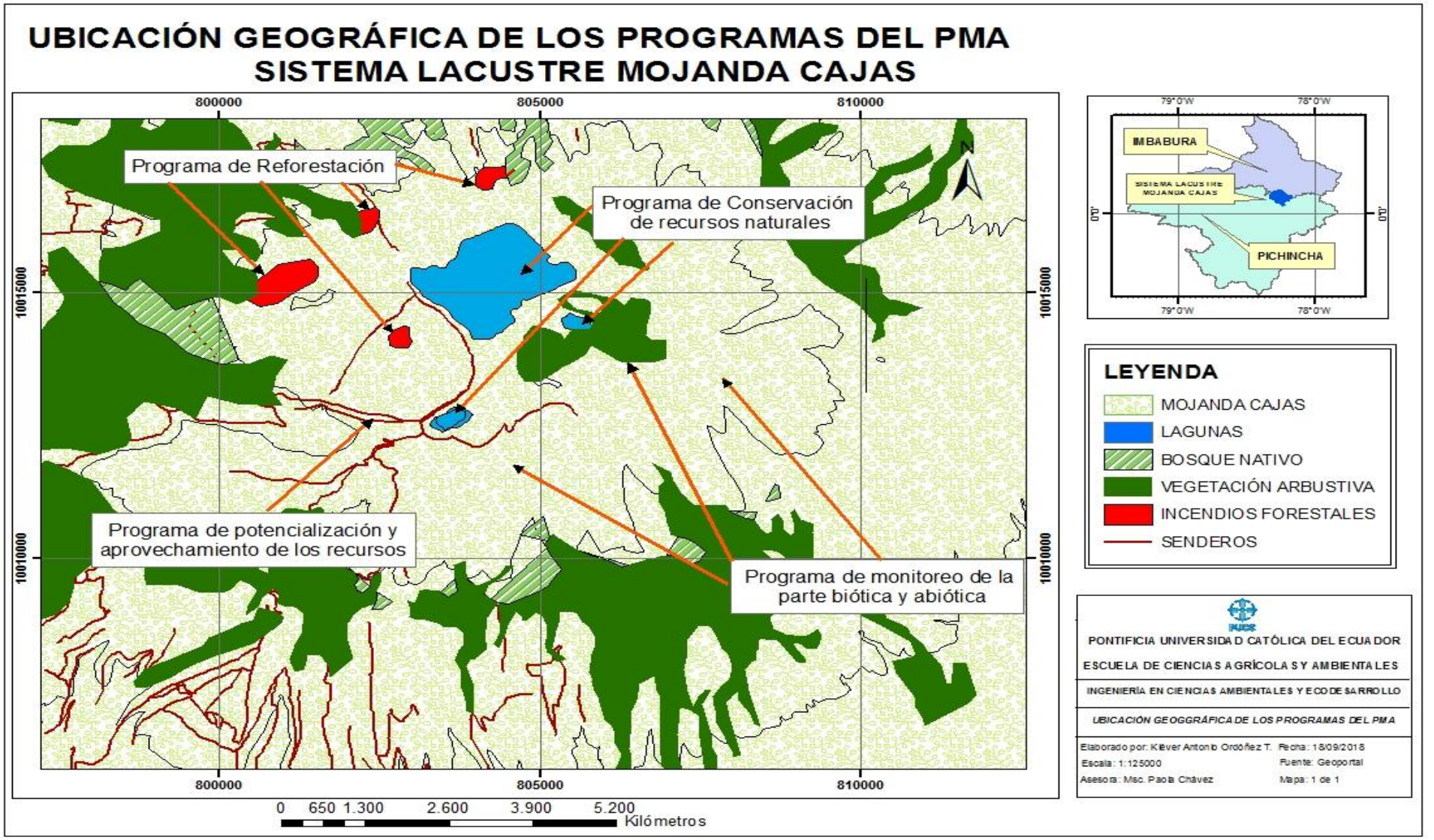


Figura 8. Mapa de ubicación de cada uno de los programas en el sistema lacustre Mojanda Cajas
Elaborado por: El autor

6.1.7. Socialización y validación de las estrategias de restauración ambiental

Se realizó la socialización de los resultados preliminares a través de una exposición realizada en la Unidad Educativa Tabacundo localizada en en cantón Pedro Moncayo, al cual asistieron representantes del GAD Municipal del Cantón Pedro Moncayo, docentes y estudiantes de la Unidad Educativa Tabacundo, egresdos de la carrera de Turismo de la PUCESI. (Anexo III)

Se obtuvo importantes sugerencias de los representantes del GAD Municipal de Pedro Moncayo en base al manejo que ellos tienen sobre el área de estudio, ya que gestionan y conservan Mojanda Cajas a través de su Área de Conservación Municipal "Zona Lacustre Mojanda", valdría ampliarlo al resto de cantones que forman parte del Sistema Lacustre Mojanda Cajas con el objetivo de que se unifique su administración.

Se solicitó a los participantes su colaboración para la evaluación de la presente investigación mediante la aplicación de una encuesta con una valoración en la escala de 1 a 5 respectivamente. Las preguntas consistieron en determinar el impacto de la investigación hacia la comunidad, en donde se plantearon preguntas para: determinar la relevancia de la investigación para la sociedad, perspectivas para estudios complementarios a futuro, generación de beneficios actuales o a largo plazo para alguna organización empresa pública o privada, comunidad o institución y finalmente el cumplimiento de los objetivos trazados en la investigación.

Como resultado se obtuvo que el 65,62% de los participantes calificaron alto y el 34,37% muy alto la relevancia de la investigación para la sociedad, el 56,25% calificaron alto y el 43,75% muy alto la investigación como perspectiva para estudios complementarios a futuro, el 59,37% calificaron con alto y el 40,62% con muy alto en lo que refiere a la generación de beneficios de la investigación a corto y largo plazo para organizaciones, finalmente el 62,50% de los encuestados calificaron co alto y el 37,50% con muy alto al cumplimiento de los objetivos establecidos en la investigación. (Tabla 17)

Tabla 17

Resultados de las encuestas aplicadas a los participantes que asistieron a la socialización.

Pregunta	Valoración Alto (%)	Valoración Muy alto (%)
¿Considera Usted que el tema posee relevancia para algún actor?	65,62%	34,75%
¿Considera Usted que la investigación posee perspectivas para estudios complementarios posteriores?	56,25%	43,75%
¿Considera Usted que el tema genera actualmente o a futuro un beneficio para alguna organización, empresa o comunidad?	59,37%	40,62%
¿En función de los objetivos planteados expuestos en la investigación, considera Usted que éstos se cumplieron?	62,50%	37,50%

6.2. Discusión

En la investigación realizada por la fundación Urku Kamas (2016) expresa que el sistema lacustre Mojanda Cajas presenta algunos impactos ambientales que es producto de actividades naturales y antrópogénicas como son: la degradación de los suelos, pérdida de la cobertura vegetal, sedimentación en las lagunas, agua contaminada por agroquímicos y la alteración de causes superficiales, en el presente estudio también se identificaron y se mencionan impactos ambientales indicados por fundación Urku Kamas, acotando también como impacto ambiental la disminución del tamaño de la paja, la presencia de basura, la compactación y la pérdida de la capa superficial de los suelos por actividades motorizadas.

La presente investigación considera que el recurso hídrico se encuentra en buenas condiciones ya que los resultados obtenidos de los análisis físico químicos del agua se encuentran dentro de los rangos aceptables de los criterios de calida de agua establecidos por el TULSMA. Según el MAE (2015) en su estudio sobre los Humedales del Ecuador nos expresa que la laguna Grande o Caricocha presenta un agua de buena calidad y que sus parámetros físico químicos se encuentran en adecuadas concentraciones. Otro estudio realizado por (Ruiz et al., 2017) en su estudio sobre el Manejo adaptativo de riesgos y vulnerabilidad en la zona lacustre de Mojanda nos informa que el agua de Mojanda es utilizado principalmente para consumo humano, riego e industria. Estas investigaciones afirman que los resultados obtenidos en la presente invistigación coinciden en que el agua del sistema lacustre se encuentran en condiciones adecuada.

Según Vásconez y Hofsted (2006) en su investigación sobre los páramos ecuatorianos informa que los suelos de los páramos pueden llegar a contener hasta un 50% de materia orgánica debido a que son suelos de origen volcánico sumado a las bajas temperaturas que evitan que la materia orgánica se descomponga rápidamente. Hofstede y Aguirre (1999) detalla que los suelos que conforman los páramos son profundos con gran contenido de materia orgánica. En el presente estudio se determinó que los suelos que conforman el sistema lacustre poseen gran contenido de materia orgánica con un porcentaje mayor al 16%. Este resultado es corroborado con las investigaciones previas de los páramos ecuatorianos.
En los resultados de las encuestas realizadas a los habitantes de las poblaciones cercanas a Mojanda Cajas y a los turistas que visitan este espacio natural tenemos que las actividades que se realizan son con fines recreativos (caminatas, ciclismo de montaña) en un 70% de encuestados, un 15% fotografía y pesca deportiva, un 10% con fines académicos (avistamiento de fauna silvestre y un 5% realiza campamentos. Según Mendoza (2017) en su investigación sobre el usos público de las lagunas de Mojanda detalla como la actividad más común que se realiza en Mojanda Cajas las caminatas, seguidamente de actividades de camping, fotografías y contemplación del paisaje.

Como resultados de las zonas frágiles del sistema lacustre Mojanda Cajas se identificaron como componentes bióticos a la flora, la fauna y el páramo, además, como componente abiótico el recurso hídrico que genera el sistema lacustre Mojanda Cajas a los cantones de Pedro Moncayo y Otavalo. Mojanda Cajas presenta una gran diversidad tanto en flora como fauna, propia de los páramos ecuatorianos. Según Aguirre et al. (2007) menciona que los criterios para identificar y priorizar ecosistema frágil son: poseer un alto grado de endemismo, deben ser áreas con riqueza escénica o riqueza paisajística, tener hábitats y ecosistemas irremplazables y deben ser áreas naturales grandes intactas y poco fragmentadas, brindar servicios ecológicos: abastecimiento de hábitats, generador de recursos hídricos y tener importancia social y cultural.

Mena y Hofsted (2006) en su investigación sobre los páramos ecuatorianos expresa que los páramos ecuatorianos otorgan servicios ambientales relacionados con la belleza paisajística, la capacidad de almacenar el recurso hídrico y por poseer una gran biodiversidad. Con estos

antecedentes e investigaciones previas se ha podido determinar y constatar que las zonas frágiles determinadas en la presente investigación cumplen con los criterios para ser considerados zonas frágiles.

Según Ecociencia (2008) en su Plan de Manejo y desarrollo de Mojanda determina las siguientes zonas como medidas de manejo y desarrollo: a) zonas de protección legal estricta que corresponden a espacios de conservación de los páramos como fuentes de agua para el abastecimiento de las comunidades aledañas a Mojanda Cajas. b) Zonas de recuperación que recaen sobre los espacios que son usados de manera inadecuada y están siendo afectados negativamente tanto en la vegetación como en el suelo. En la presente investigación se también se desarrollo la zonificación del sistema lacustre en donde se determinó zonas tanto para la conservación como para la recuperación de los recursos naturales, estas zonas son: zona de preservación estricta encaminada a la conservación del recurso hídrico, zona de conservación enfocada al cuidado de la flora, fauna y páramo, además la zona de recuperación ecológica orientada a los sitios que han sufrido impactos ambientales negativos.

En la presente investigación se realizó un plan de manejo ambiental con el fin de conservar, mitigar y reducir los impactos ambientales generados por la actividad antrópica dentro del sistema Lacustre Mojanda Cajas, para ello se elaboró programas y actividades que involucran a los habitantes de las comunidades que se benefician de Mojanda Cajas y a las instituciones públicas y privadas que administran este espacio natural con el objetivo que exista un compromiso de participación y cumplimiento del plan de manejo ambiental. Según Ecociencia (2008) menciona que los habitantes de las comunidades del cantón Pedro Moncayo que se benefician de los servicios ecológicos que otorga Mojanda Cajas se han organizado a nivel comunitario para buscar medidas de conservación de los páramos de Mojanda y la necesidad de concienciar a la demás población en temas ambientales para un uso adecuado de los recursos naturales. Esta investigación proporcionó información para encaminar de mejor manera el plan de manejo ambiental e involucrar a las comunidades dentro de los programas y capacitaciones en temas de conservación ambiental.

7. CONCLUSIONES.

1.- Los principales impactos ambientales negativos identificados mediante aplicación de encuestas a turistas y habitantes de la zona conjuntamente con la observación directa en campo son: quemas agrícolas, incendios forestales, tala de árboles, malas prácticas agrícolas, sobrepastoreo, construccion de senderos, avance de la frontera agrícola, turismo no controlado, actividades motorizadas todo terreno y la presencia de basura.

2.- Las zonas frágiles determinadas en el sistema lacustre Mojanda Cajas mediante criterios de priorización son: flora, fauna, zona de páramo y el recurso hídrico ya que el sistema lacustre presenta alto grado de endemismo, paisajes con riqueza escénica, áreas naturales grandes intactas y poco fragmentadas, ecosistemas irremplazables y sensibles a la actividad humana, además, Mojanda Cajas brinda servicios ecológicos como suministro de hábitats, y es el principal generador y abastecedor del recurso hídrico a los cantones de Pedro Moncayo y Otavalo.

3.- Las lagunas que conforman el sistema Lacustre Mojanda Cajas mediante el análisis físico químico del agua determinan que se encuentran dentro de los rangos aceptables de los criterios de calida de agua según el TULSMA, es un agua apta para ser usada en riego agrícola y para consumo humano por parte de los cantones de Pedro Moncayo y Otavalo, previo a un proceso de potabilización

4.- Los programas y actividades propuestas en el Plan de Manejo Ambiental para el sistema lacustre Mojanda Cajas, permitirán implantar acciones para prevenir, mitigar y reducir los impactos ambientales negativos causados por las actividades antropogénicas, además, permitirán conservar y recuperar las zonas que estén afectadas e intervenidas.

5.- El proceso de socialización realizado en la Unidad Educativa Tabacundo, se dió a conocer los programas y actividades del plan de manejo ambiental para el sistema lacustre Mojanda Cajas con el fin de validar los resultados obtenidos y a su vez obtener información por parte de los representantes del GAD Municipalidad del cantón Pedro Moncayo, el mismo que gestiona la conservación de Mojanda Cajas a través de su Área de Conservación Municipal.

8. RECOMENDACIONES.

1.- Ejecutar el plan de manejo ambiental propuesto en la investigación en miras de ejecutar los programas y acciones para la conservación del recurso natural y que a su vez busque alternativas para que las comunidades se beneficien del recurso natural.

2.- Mejorar las normativas y leyes para evitar el avance de la frontera agrícola, turismo no controlado dentro de los páramos del sistema lacustre, además, implementar vigilancia y control comunitario con el fin de evitar actividades motorizadas dentro de la cobertura vegetal y pajonales.

3.- Construir senderos autoguiados o guiados con el fin de evitar que los turistas realicen senderos improvisados para su recorrido, alteren el hábitat de la biodiversidad, compacten el suelo y alteren la cobertura natural.

4.- Implementar prácticas de reforestación de especies nativas de la zona con el fin de brindar cobertura vegetal a los suelos que se encuentran en procesos de erosión, mediante mingas comunitarias.

5.- Definir políticas comunes entre los GADs de Otavalo, Pedro Moncayo, Distrito Metropolitano de Quito conjuntamente con el MAE que permitan la conservación, protección y restauración de los recursos naturales a corto, mediano y largo plazo.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.-

Aguirre, C., J. Hoth y A. Lafón (2007). Estrategias para la conservación de pastizales del Desierto Chihuahuense. Chihuaha – México.

Almeida, A. (2014). Evaluación de los ríos de la provincia de Imbabura. Loja – Ecuador Recuperado de: http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/8370/1/Almeida_Betancourt_Lucio_Antonio.pdf

Álvarez, A., Pérez, M., y Macías, A. (2015). Criterios de zonificación ambiental: Estudio de caso del estero salado de Guayaquil. Guayaquil – Ecuador. Revista científica Ecociencia.

Andrade, M., Moliner, A., y Masuguer, A. (2010). Prácticas de edafología; métodos didácticos para análisis de suelos. Universidad de La Rioja.

Aranda, M. (2000). Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología. Xalapa – México.

Aquino, R., Camacho, M., y Llanos, G. (1989). Métodos para el análisis de agua y suelo. Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente. Lima - Perú.

Barrantes, G., y Vega, M. (2001). Evaluación del Servicio Hídrico en la Cuenca del Río Savegre con fines de ordenamiento territorial. Costa Rica.

Bernal, F., y Sánchez, J. (2000). Manejo de páramos y zonas de altura. ED: CAMAREN-IEDECA. Quito – Ecuador.

Burbano, L., y Utreras, J. (2015). Evaluación de las hojas de Canchaquiro (*Tournefortia scabrida, kunth*), presentes en Mojanda (Imbabura – Ecuador) como especie vegetal fijadora de nitrógeno.

Cabrera, M., y Ramirez, W. (2014). Restauración ecológica de los páramos colombianos: transformación y herramientas para su conservación. Ministerio del Ambiente y desarrollo sostenible. Bogotá – Colombia.

Camaren, I., Astudillo, B., y Chicaiza, L. (2000). Elaboración y ejecución de planes de manejo ambiental en Páramos.

Carvajal, L.(1992). Estudio de erosión y prácticas de conservación de los suelos mediante cuatro parcelas experimentales en Mojanda Cajas. Quito – Ecuador.

Casallas, J., y Gunkel, G. (2001). Algunos aspectos limnológicos de un lago altoandino: Lago de San Pablo, Imbabura – Ecuador. Recuperado de: http://www.limnetica.com/Limnetica/Limne20/L20b215_Limnologia_lago_San_Pablo_Ecuador.pdf

Conesa, F., y Vitora, V. (2003). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. ED. Mundi – Prensa. Ed. III. Madrid – España.

Conservación Internacional Ecuador. (2016). Ecuador diseñó una estrategia de conservación de su biodiversidad hasta 2030. Quito – Ecuador.

Coppus, R., Hofstede, R., Mena, P., Segarra, P., Wolf, J., y Sevink J. (2001). El estado de salud de algunos páramos en el Ecuador. ED: Abya-Yala, Proyecto Páramos, 2001. Quito - Ecuador.

Díaz, M., Arriaga, H., Rodríguez, J., y Estudillo, I. (2004). Caracterización de algunos parámetros físico químicos de agua y sedimento del lago Zeopoala. Mexico DF – México.

eBird. 2018. eBird: Una base de datos en línea para la abundancia y distribución de las aves [aplicación de internet]. eBird, Ithaca, New York. Disponible: http://www.ebird.org. (Accedido: Fecha [por ejemplo, 2 febrero 2012]).

Ecociencia (2008). Plan de Manejo y desarrollo de la zona de Mojanda.

Fundación URKU KAMAS (2016). Adaptación al cambioclimático de poblaciones andinas mediante el mejoramiento, conservación y restauración de páramos.

Gobierno Autónomo Decentralizado Municipal Pedro Moncayo. (GADMPM, 2015). Mojanda- Propuesta de declaratoria de Área Protegida Municipal.

Gómez, D. (1999). Evaluación de impacto ambientale: un instrumento preventivo para la gestión ambiental. ED. Mundi-prensa. Ed. II. Madrid – España.

Gonzáles, M. (2006). Gestión ambiental de los impactos del turismo en espacios geográficos sensibles. ED. Abya Yala.

Hofstede, R., Coppus, R., Mena, P., Vásconez, P., y Sevink, J. (2008). El Estado de conservación de los páramos de pajonal en el Ecuador. Proyecto Páramo, Ecociencia. Quito – Ecuador.

Hofstede, R. (1999). El páramo como espacio para la fijación de carbono atmosférico.

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, (2015). Estudio hidrológico del Rio Mira. Recuperado de: https://issuu.com/inamhi/docs/estudio_hidrologico_mira-05

Instituto Espacial Ecuatoriano (2013). Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional escala 1:50000. Geopedología. Recuperado de: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/ZONA9/NIVEL_DEL_PDOT_CANTONAL/PICHINCHA/QUITO/IEE/MEMORIA_TECNICA/mt_quito_geopedologia.pdf

Lora, R., y Gaitán, M. (2002). Manual de prácticas de laboratorio de suelos. Bogota – Colombia. Recuperado de: http://revistaeidenar.univalle.edu.co/revista/ejemplares/12/g.htm

Mena, P., y Medina, G. (2000). Los suelos del Páramo. ED. Abya Yala. Ed. V. Quito – Ecuador.

Mendoza, S. (2017). Plan de uso público en las lagunas de Mojanda, parroquia Tabacundo, provincia de Pichincha. Quito – Ecuador.

Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2012). Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Quito – Ecuador.

Ministerio de Turismo del Ecuador (MINTUR, 2019). Estadisticas de ingresos de turistas en el año 2018. Recuperado de: https://www.turismo.gob.ec/ecuador-supera-el-millon-de-arribos-de-turistas-extranjeros/

Ministerio del Ambiente. (2015). Humedales del Ecuador: Lagunas de Mojanda Cajas. Recuperado de: http://suia.ambiente.gob.ec/web/humedales/lagunas-mojanda

Mostacedo, B., y Fredericksen, T. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal.

Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales MECN. (2015). Plantas de los páramos del Distrito Metropolitano de Quito – Ecuador. Publicaciones del Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales del Instituto Nacional de Biodiversidad.

Ojeda, D., Pinto, M., Cardona, M., Cuellar, S., Cruz, L., De la Torre, J., Castañeda, C. Barrera, Y., y González, J., (2001). Ecosistemas. En: Leyva, P. (ed.). El medio ambiente en Colombia. IDEAM, Bogotá. – Colombia.

Oña, J. y Tonato C. (2017). Determinación del estado trófico de las lagunas de Mojanda a través de la cuantificación de clorofila "A". Recuperada de: http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/13140/1/T-UCE-0012-38.pdf

Orea, D. G., y Villarino, M. T. G. (2013). Evaluación de impacto ambiental. Mundi-Prensa Libros.

Peña F., y Muñoz., R. (2008). Metodología de zonificación ambiental para proyectos del sector hidrocarburo. Bogotá – Colombia.

Pereira, I., (2011). La matriz de Leopold en EIA. Recuperado de: electronica http://www. eoi. es/blogs/ivanpereira/la-matriz-de-leopold-en-eia/

Pérez, C., Zizumbo, L., y González, M. (2009). Impactos ambientales del turismo en áreas naturales protegidas: procedimiento metodológico para el análisis en el Parque Estatal El Ocotal, México.

Picornell, C. (2015). Los impactos del turismo. Papers de turisme, (11), 65-91

Ponce, V. (2011). La matriz de Leopold para la evaluación del impacto ambiental. Recuperado de: http//ponce. sdsu. edu/la_matriz_de_leopold. html.

Proyecto Páramo. (2000). Manejemos el páramo; Guía Metodológica con perspectivas de Género para la elaboración de Planes de Manejo del Páramo. Quito – Ecuador.

Quezada, P. (1998). Elaboración de un Plan Alternativo de Manejo Turístico del Área de Mojanda. Ibarra – Ecuador.

Quesada, J., y MacGregor, F., (2010). Avian community responses to the establishment of small garden allotments within a Mediterranean habitat mosaic. Animal Biodiversity and Conservation

Rodríguez, A., Lozano, L., Rivera, L., y Sierra, C. (2012). Criterios de zonificación ambiental usando técnicas participativas y de información: estudio de caso de la zona costera del departamento del Atlántico.

Ruiz, E., Hernández, M., Coca, A., Cantero, P., y Campo, D. (2008). Turismo comunitario en el Ecuador. Revista de turismo y patrimonio cultural.

Ruiz, S. (2017). Manejo adaptativo de riesgos y vulnerabilidad en la zona lacustre de Mojanda. Quito – Ecuador. Recuperado de: https://www.marisco.training/app/download/5810953776/Documento+tecnico_Mojanda_2017.pdf

Servicio de Información sobre Sitios Ramsar (SISR, 2019). Sitios Ramsar en el Ecuador. Recuperado de: https://www.ramsar.org/es/humedal/ecuador

Sierra, J., Jaime, A., y Mora, A. (2002). Monitoreo de parámetros físico químicos en la cuenca alta del río Bogota – Colombia.

Vásconez, P. y Hofstede, R. (2006). Los páramos ecuatorianos. Botánica económica de los Andes Centrales. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz.

Vega, E., y Martinez, D. (2000). Productos Económicamente sustentables y servicios ambientales del Páramo. ED. Abya Yala. Quito – Ecuador.

10. ANEXOS.-

Anexo I. Formato de encuesta de identificación de impactos

Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra

La presente encuesta tiene como objetivo recopilar información sobre la Conservación de zonas frágiles del Sistema Lacustre de Mojanda Cajas, como parte de una investigación para obtener el título de Ingeniera en Ciencias Ambientales y Ecodesarrollo. La encuesta es voluntaria y anónima.

Gracias por su colaboración

Indicación: Por favor marque con una X la respuesta que considere adecuada.

Género: Hombre…. Mujer….

Edad: ……

Fecha:……

1. **¿Cómo se traslada hacia Mojanda Cajas?**
   - ☐ Bus
   - ☐ Automóvil
   - ☐ Motocicleta
   - ☐ Bicicleta
   - ☐ Caminando
   - ☐ Otro _____
2. **Ud, ¿viene acompañado a Mojanda Cajas**?: **SI** ☐ **NO** ☐
   - ☐ Familia
   - ☐ Amigos
   - ☐ Turistas
   - ☐ Macotas
   - ☐ Otro_____
3. **¿Cuántas personas visitan el sistema lacustre?**

   _____
4. **¿Con qué frecuencia visita Mojanda Cajas?**
   - ☐ Semanal
   - ☐ Mensual
   - ☐ Trimestral
   - ☐ semestral
   - ☐ Anual
   - ☐ Otro _____
5. **¿Cuál es su horario de preferencia para visitar Mojanda Cajas?**

   Especificar Horario:…….
6. **¿Cuál es su tiempo de permanencia dentro de Mojanda Cajas?**

   _____

7. ¿Qué actividades realiza en el sistema lacustre Mojanda Cajas?

- Caminatas
- Pesca deportiva
- Picnic
- Camping
- Fotografía
- Otro _____

8. ¿Cuáles son los lugares que visita con frecuencia?

Laguna Caricocha o laguna Grande
Laguna Huarmicocha o laguna Hembra
Laguna Yanacocha o laguna Negra
Fuya Fuya
Cabañas….
Otros:…

9. Que especies de flora y fauna silvestre ha sido más llamativa para usted

……

10. ¿Qué problemas ambientales ha identificado en la laguna?

Basura
Quemas
Alteración de la vegetación
Tala
Otros:…….

11. ¿Dentro de Mojanda Cajas observa áreas contaminadas y/o alteradas negativamente? Sí___ No____

Cuales:

_____

12. ¿Qué propone Ud. para mejorar la conservación de Mojanda Cajas?

_____
_____
_____

13. ¿Estaría dispuesto a realizar una contribución económica para el mantenimiento y conservación de este lugar?

SI ☐ **NO** ☐

Cuánto: _____

Elaborado por: El autor

Anexo II. Matriz completa de Leopold

Componente ambiental/ Actividad			Quemas agrícolas	Iincendios forestales	Tala de árboles	Prácticas agrícolas	Sobre pastoreo	Construccion de senderos	Avance de la frontera agrícola	Tturismo no controlado	Basura	Actividades motorizadas (vehículos 4x4)	TOTAL	Agregación de impactos
FÍSICO	Agua	Calidad para el consumo humano	-2/1	2/3	2/2	-4/5	2/1	2/2	3/4	3/4	-5/5	1/2	26/28	89
		Alteración del drenaje superficial	-2/1	1/2	2/2	-4/5	-3/4	3/3	-4/4	-4/4	-4/4	2/2	29/31	101
		Incremento de la sedimentación	2/1	1/2	3/3	3/4	3/4	2/2	3/4	3/3	-4/3	2/2	26/28	78
	Suelo	Contaminación	-4/4	-4/5	2/2	-4/5	-4/5	3/3	4/4	-4/4	-5/5	3/3	37/40	155
		Erosion	-4/5	-4/4	-3/4	3/4	5/5	-3/4	-4/4	-4/4	3/3	-4/5	37/42	158
		Compactación	-4/3	-3/3	-3/4	3/3	5/5	-4/4	-4/4	-4/5	3/2	-5/5	38/38	150
		Desechos sólidos	1/3	1/3	1/2	4/4	3/3	-3/4	3/3	-4/5	5/5	2/1	27/33	101
	Aire	Malos olores	3/4	5/5	1/1	3/2	3/3	2/1	2/1	2/1	-4/4	2/1	27/23	77
		Incremento de niveles sonoros	2/3	3/3	-2/4	2/1	2/1	-3/3	2/2	-3/4	1/1	-2/3	22/24	59
BIOLÓGICO	Flora	Pisoteo	1/2	1/3	3/4	2/1	3/4	-4/5	-3/4	-5/5	1/1	-3/3	26/32	98
		Tamaño de la paja	-5/5	-5/5	1/1	3/2	3/4	-3/4	-2/1	-3/3	1/1	2/1	28/26	95
		Pérdida de la cobertura vegetal	-5/5	-5/5	-4/5	4/5	4/4	-4/4	-3/4	-3/2	2/1	-2/3	36/38	148
	Fauna	Migración de fauna	-2/4	-2/4	-2/5	-3/3	3/2	-2/3	-3/4	-3/3	-3/2	-3/2	26/37	90
		Fauna acuática	1/3	1/3	2/2	2/3	1/1	2/2	-2/3	3/3	-4/4	1/1	19/25	53
	Estético	Paisaje	-4/5	-4/4	-4/5	3/4	-2/1	-3/4	-4/5	-2/1	-4/5	-2/1	34/35	126
SOCIO - ECONÓMIC	Recreativo		-2/2	-3/4	3/4	2/1	-1/1	2/2	-4/4	-3/3	-4/4	1/1	25/26	77
	Calidad de Vida		1/2	3/4	-4/4	2/2	-1/1	2/2	-2/2	-2/2	-4/4	1/1	22/24	64
	Intercambio Cultural		1/1	1/1	2/2	2/1	1/1	2/2	2/2	-4/4	-2/2	2/1	19/17	39
			177	209	165	183	166	169	204	212	227	102		181

Elaborado por: El autor

Anexo III. Registro de asistencia a la socialización del proyecto de investigación.

Pontificia Universidad Católica del Ecuador

ESCUELA CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES
ÁREA DE VINCULACIÓN CON LA COMUNIDAD

LISTA DE ASISTENCIA A SOCIALIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN

NOMBRE DEL EXPOSITOR: Kléver Antonio Ordóñez Tandazo
CARRERA: Ingeniería Ambiental y Ecodesarrollo
FECHA: 01 de febrero de 2019

NOMBRE ASISTENTE	NÚMERO DE CÉDULA	INSTITUCION A LA QUE REPRESENTA	FIRMA
Luis [illegible]	1711734241	GAD Pedro Moncayo	
Jose Matic	1358999583	Unidad Educativo Tabacundo	
Coral Arias	1729558570	Unidad Educativa "Tabacundo"	
Alsson Palacios	1723309955-7	Unidad Educativa "Tabacundo"	
Jaime De la Cruz	1721776007-1	Unidad Educativa "Tabacundo"	
Teresa Encarnación	1728845[illegible]-3	Unidad Educativa "Tabacundo"	
Gloria Valencia	1717254685	Unidad Educativa "Tabacundo"	
Jenifer Fernandez	1724438047	Unidad Educativa "Tabacundo"	
María Sánchez	1728[illegible]1-9	Unidad Educativa "Tabacundo"	
Cristian Lara	1724493929-4	Unidad Educativa "Tabacundo"	
Carlos Mena	1754226379	unidad Educativa "Tabacundo"	
Evelin Cuasiota	1753828933-6	unidad Educativa Tabacundo	
Flor Noguera	1726604931-1	Unidad Educativa "Tabacundo"	
William Caiza		Unidad Educativa "Tabacundo"	
Jeremy Moreno	1726184480	Unidad Educativa "Tabacundo"	
José Quinchamba	1728333847-6	Unidad Educativa Tabacundo	
Eric Naguaño	1720001086-4	Unidad Educativo "Tabacundo"	
Ricardo Quishpe	1760182934-9	Unidad Educativa Tabacundo	

Elaborado por: El autor

Anexo IV. Registro fotográfico

a.- Análisis físico químicos in situ del componente hídrico del sistema lacustre Mojanda Cajas.



Elaborado por: El autor

b.- Aplicación de la metodología de área mínima para la identificación de especies de flora.



Elaborado por: El autor

c.- Búsqueda en campo de indicios de la presencia de la fauna local (nidos)



Elaborado por: El autor

d.- Búsqueda en campo de indicios de la presencia de la fauna local (excretas)



Elaborado por: El autor

e.- Avistamiento de aves dentro del sistema lacustre Mojanda Cajas



Elaborado por: El autor



Fuente: Chávez, P. (2018)



Fuente: Chávez, P. (2018)



Fuente: Chávez, P. (2018)

f.- Pérdida de la cobertura vegetal y erosión de los suelos



Elaborado por: El autor

g.- Caminos realizados con vehículos todo terreno dentro de las zonas de pajonal.



Elaborado por: El autor

h.- Presencia de basura dentro de la zona de pajonal.



Elaborado por: El autor

i.- Cultivos de Polylepis incana (yagual)



Elaborado por: El Autor

j.- Relictos de vegetación nativa del sistema Lacustre Mojanda Cajas



Elaborado por: El Autor

k.- Socialización de la investigación mediante charlas.



Elaborado por: El Autor