



Pontificia Universidad Católica del Ecuador  
Sede Ibarra

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES

INFORME FINAL DEL PROYECTO

TEMA:

“ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO Y CONSERVACIÓN DE LA LAGUNA DE  
SAN MARCOS (RESERVA CAYAMBE- COCA, CANTÓN CAYAMBE)”

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN CIENCIA AMBIENTALES Y ECODESARROLLO

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

4. Gestión Sostenible y Aprovechamiento de los Recursos Naturales

Sublínea: Ambiente y Biodiversidad

AUTOR: Luis Fernando Proaño Muñoz

ASESOR: Dr. César Alonso Zuleta Padilla Ph. D.

IBARRA, MAYO – 2019

Ibarra, 7 de mayo de 2019

Ph D. César Alonso Zuleta Padilla  
ASESOR

**CERTIFICA:**

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


(f) ..... 

Ph D. César Alonso Zuleta Padilla

C.C.: 100103754-6


## 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):  .....

Ph D. César Alonso Zuleta Padilla (Asesor)

C.C.: 100103754-6

(f):  .....

Ing. Diego Leopoldo Mejía Romo Mgs. (Lector)

C.C.: 100191296-1

(f):  .....

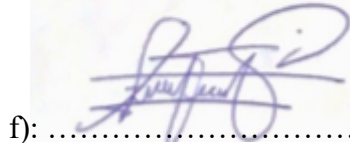
Ing. Diego Manuel León Tapia Mgs. (Lector)

C.C.: 171166889-5

## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

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

Ibarra, 7 mayo de 2019



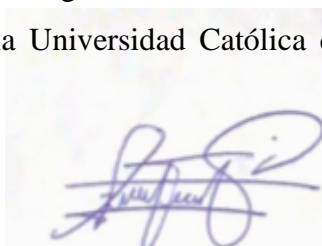
f): .....

Luis Fernando Proaño Muñoz

C.C.: 040139334-3

## AUTORÍA

Yo, Luis Fernando Proaño Muñoz, portador de la cédula de ciudadanía N.º 040139334-3, 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): .....

Luis Fernando Proaño Muñoz

C.C.: 040139334-3

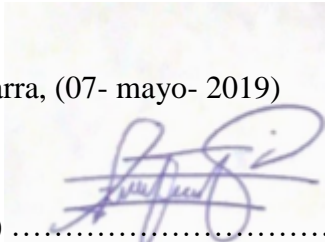
## **DECLARACIÓN y AUTORIZACIÓN**

Yo: Luis Fernando Proaño Muñoz, con CC: 040139334-3, autor del trabajo de grado intitulado: Elaboración de un Plan de Manejo y Conservación de la Laguna de San Marcos (Reserva Cayambe- Coca, Cantón Cayambe) previo a la obtención del título profesional de Ingeniero en Ciencias Ambientales y Ecodesarrollo, en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales.

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

2.- 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, (07- mayo- 2019)

(f.)  .....

Luis Fernando Proaño Muñoz

C.C. 040139334-3

## ÍNDICE DE CONTENIDO

1. RESUMEN .....	1
2. ABSTRACT: .....	2
3. INTRODUCCIÓN. – .....	3
3.1 Objetivo General: .....	5
3.2 Objetivos Específicos:.....	5
4. ESTADO DEL ARTE .....	6
4.1 Recurso Hídrico en el Mundo .....	7
4.2 Técnicas de Sostenibilidad en el Mundo.....	8
4.3 Recurso Hídrico en el Ecuador .....	10
4.4 Desarrollo y Complemento de la Zona Rural .....	11
4.5 Técnicas Alternativas .....	11
4.6 Diversidad de Situaciones .....	12
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
5.1. Materiales .....	13
5.2 Metodología para la Elaboración del Diagnóstico .....	13
5.2.1 Ubicación Geográfica del Área de Estudio .....	13
5.2.2 Método.....	14
5.2.3 Georreferenciación .....	14
5.2.4 Elaboración de Cartografía.....	14
5.2.5 Caracterización de Área .....	15
5.2.5.1 Medio Abiótico.....	15
5.2.5.2 Medio Biótico .....	20
5.2.6 Análisis socio económico .....	20
5.2.7 Identificación de Impactos .....	20
5.2.8 Valoración de Importancia del Impacto .....	20
5.2.9 Magnitud de Impacto.....	22
5.2.10 Valoración del Impacto .....	22
5.3 Metodología para la Aplicación de Balance Hídrico .....	24
5.3.1 Recopilación de Datos de Precipitación .....	24

5.3.2 Interpolación de Datos.....	25
5.3.3 Balance Hídrico .....	26
5.4 Metodología para la Elaboración del Plan de Manejo Ambiental .....	27
5.4.1 Resumen Ejecutivo .....	27
5.4.2 Objetivos del Plan de Manejo Ambiental.....	27
5.4.3 Política Ambiental .....	27
5.4.4 Identificar la Misión y Visión.....	27
5.4.5 Programas del Plan de Manejo y Conservación .....	28
5.4.5.1 Programa de Mitigación de Impactos.....	28
5.4.5.2 Programa de Medidas Compensatorias. ....	28
5.4.5.3 Programa de Contingencia y Riesgos.....	28
5.4.5.4 Programa de Seguimiento Evaluación y Control .....	29
5.4.5.5 Programa de Capacitación .....	29
5.4.5.6 Programa de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.....	30
5.4.5.7 Programa de Relaciones Comunitarias.....	30
5.5 Metodología para la Socialización del Estudio Realizado y Plan de Manejo Ambiental.....	30
6. RESULTADOS Y DISCUSION .....	31
6.1 Línea Base .....	31
6.1.1 Componentes Abióticos.....	31
6.1.1.1 Hidrología de la Laguna de San Marcos .....	31
6.1.1.2 Climatología del Sector .....	32
6.1.1.3 Geología y Morfología .....	33
6.1.1.4 Suelos .....	34
6.1.2 Componente Socio Económico .....	38
6.1.2.1 Socio demografía en General .....	38
6.1.3 Componentes Bióticos.....	43
6.1.3.1 Flora.....	43
6.1.3.2 Fauna .....	46
6.2 Evaluación de Impactos .....	48
6.2.1. Identificación de los Principales Problemas.....	48
6.2.2. Matriz de Leopold .....	48

6.3 Valores de IDW.....	51
6.4 Modelo de Balance Hídrico .....	54
6.5 Propuesta del Plan de Manejo y Conservación para la Laguna de San Marcos .....	64
6.5.1 Resumen Ejecutivo.....	64
6.5.2 Objetivos del Plan de Manejo Ambiental.....	64
6.5.3. Política Ambiental .....	64
6.5.4. Misión y Visión .....	65
6.5.4.1 Misión.....	65
6.5.4.2 Visión .....	65
6.5.5 Programas del Plan de Manejo y Conservación:.....	66
6.5.5.1 Programa de Mitigación de Impactos.....	66
6.5.5.2 Programa de Medidas Compensatorias. ....	70
6.5.5.3 Programa de Contingencias y Riesgos .....	73
6.5.5.4 Programa de Seguimiento Evaluación y Control .....	76
6.5.5.5 Programa de Capacitación .....	80
6.5.5.6 Programa de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.....	83
6.5.5.7 Programa de Relaciones Comunitarias.....	87
6.6 Socialización de la Investigación .....	90
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	92
7.1 Conclusiones .....	92
7.2 Recomendaciones.....	93
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. ....	94
9. ANEXOS .....	99

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis de Granulometría de Suelo .....	16
Tabla 2. Tabla para la Determinación del Número de Curva del Sector .....	16
Tabla 3. Valoración de Impactos Ambientales .....	21
Tabla 4. Clasificación de Impactos de las Obras Realizadas en el Área de Influencia .....	23
Tabla 5. Datos de Precipitación Promedio Mensual (mm) de 26 años (1990- 2016).....	32
Tabla 6. Categorías de Capacidad de Suelo del Sector.....	34
Tabla 7. Uso de Suelo del Sector .....	35
Tabla 8. Sistemas Agroproductivos del Sector .....	36
Tabla 9. Cultivos Predominantes del Sector .....	36
Tabla 10. Densidad Poblacional de los Cantones Cayambe y Pedro Moncayo .....	38
Tabla 11. Población del Cantón Pedro Moncayo por Parroquias .....	39
Tabla 12. Población del Cantón Cayambe por Parroquias .....	39
Tabla 13. Listado de Especies en Área Mínima .....	44
Tabla 14. Matriz de Identificación de Impactos Ambientales .....	49
Tabla 15. Clasificación de Impactos Según la Matriz de Leopold .....	50
Tabla 16. Datos Interpolados de Precipitación .....	51
Tabla 17. Resumen Global de Análisis Hídrico .....	54
Tabla 18. Serie de Datos Resultantes del Análisis Hidrológico .....	62
Tabla 19. Resumen de Resultados Totales del Análisis Hidrológico .....	63
Tabla 20. Programa de Mitigación de Impactos .....	67
Tabla 21. Programa de Medidas Compensatorias .....	71
Tabla 22. Programa de Contingencias y Riesgos .....	74
Tabla 23. Programa de Seguimiento Evaluación y Control.....	77
Tabla 24. Programa de Capacitación .....	81
Tabla 25. Programa de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional .....	84
Tabla 26. Programa de Relaciones Comunitarias .....	88
Tabla 27. Resultados de Encuestas de la Socialización.....	90

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de Ubicación y Zona de Influencia de las Parroquias de Cayambe- Pedro Moncayo y Laguna de San Marcos.....	13
Figura 2. Mapa de Ubicación de Estaciones Meteorológicas.....	24
Figura 3. IDW Basada en Distancia de Punto de Muestra.....	25
Figura 4. Mapa Hidrológico que envuelve la Laguna de San Marcos.....	31
Figura 5. Mapa Geológico y Morfológico .....	33
Figura 6. Mapa topográfico del Área de Influencia.....	37
Figura 7. Mapa de Vías de acceso al Área de Influencia.....	43
Figura 8. Curva de Especies/ Área.....	45
Figura 9. Análisis de Clasificación de Impactos Según el Puntaje de la Matriz .....	50
Figura 10. Porcentaje de Impactos Según su Clasificación .....	50
Figura 11. Mapa de Interpolación del Mes de Marzo- Pico Máximo.....	52
Figura 12. Mapa de Interpolación del Mes de Agosto- Pico Mínimo .....	53
Figura 13. Hidrograma de Crecida y Diagrama de Infiltración. ....	55
Figura 14. Diagrama de Precipitación .....	56
Figura 15. Diagrama de Precipitación Acumulada.....	57
Figura 16. Infiltración de Suelo .....	58
Figura 17. Diagrama de Exceso de Precipitación .....	59
Figura 18. Pérdida de Precipitación .....	60
Figura 19. Diagrama de Pérdida de Precipitación Acumulada.....	61

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Tabla de Dato de Precipitación desde el año 1990 hasta el año 2015 (Cabambe-M0359).....	99
Anexo 2. Tabla de Dato de Precipitación desde el año 1990 hasta el año 2015 (San Gabriel -M0103).....	100
Anexo 3. Tabla de Dato de Precipitación desde el año 1990 hasta el año 2016 (Topo Imbabura Angla-M0321) .....	101
Anexo 4. Tabla de Dato de Precipitación desde el año 1990 hasta el año 2016 (Limoncocha- M0775) .....	102
Anexo 5. Análisis de Granulometría y Perfil de Suelo .....	103
Anexo 6. Identificación de Especies .....	105
Anexo 7. Matrices de evaluación de Impactos.....	111
Anexo 8. Mapas de Interpolación. ....	121
Anexo 9. Recorrido de Campo por la Laguna de San Marcos y Alrededores .....	127
Anexo 10. Socialización de Trabajo de Titulación .....	129

## **1. RESUMEN**

Esta investigación fue realizada en la Laguna de San Marcos que cuenta con una superficie de 40 ha, ubicada en el Parque Nacional Cayambe- Coca y en el área de influencia del Proyecto de Riego Cayambe-Pedro Moncayo que comprende las parroquias de dichos cantones. La Laguna de San Marcos es un cuerpo de agua de origen volcánico que se abastece con ríos afluentes del volcán Cayambe. El Canal de Riego es un Proyecto destinado para abastecer de agua a 14 000 ha entre grandes, medianos y pequeños productores de Cayambe y Pedro Moncayo. Para llevar a cabo la Propuesta de Plan de Manejo y Conservación se han considerado siete programas que tendrán que ser implementados por los GAD de los cantones involucrados, se procedió a realizar un diagnóstico del medio biótico, abiótico y socioeconómico del sector, además de una evaluación de impactos ambientales ocasionados por la inclusión de obras civiles del proyecto al medio natural. Posteriormente se realizó un análisis de Balance Hídrico con datos meteorológicos de precipitación desde 1990 hasta 2016 otorgados por el INAMHI, dando como resultado que el pico máximo de descarga es en el mes de marzo y el pico mínimo en el mes de agosto. La inclusión de obras civiles en el sector alcanzó un alto puntaje en impactos negativos al medio natural, por lo que los programas de Mitigación de Impactos y de Medidas Compensatorias son los más relevantes para que este sector no se deteriore a lo largo del tiempo por la explotación del recurso agua. Se concluye que los impactos negativos del proyecto de riego pueden ser prevenidos, evitados, controlados y mitigados mediante la implementación de las actividades expuestas en cada programa.

**Palabras Clave:** Matriz de Evaluación de Impactos, Línea Base, Balance Hídrico, Escorrentía, Infiltración

## **2. ABSTRACT:**

This investigation was carried out in the San Marcos Lagoon, which has an area of 40 hectares, located in the Cayambe-Coca National Park and in the area of influence of the Cayambe-Pedro Moncayo Irrigation Project, which includes the parishes of these cantons. The San Marcos Lagoon is a body of water of volcanic origin that is supplied with tributary rivers of the Cayambe volcano. The Irrigation Channel is a Project designed to supply water to 14,000 ha among large, medium and small producers of Cayambe and Pedro Moncayo. In order to carry out the Management and Conservation Plan Proposal, seven programs have been considered that will have to be implemented by the GADs of the cantons involved, a diagnosis of the biotic, abiotic and socioeconomic environment of the sector was made, as well as an evaluation of environmental impacts caused by the inclusion of civil works of the project in the natural environment. Subsequently, an analysis of water balance with precipitation meteorological data from 1990 to 2016 granted by the INAMHI was carried out, with the result that the maximum discharge peak is in the month of March and the minimum peak in the month of August. The inclusion of civil works in the sector reached a high score in negative impacts to the natural environment, which is why the Mitigation of Impacts and Compensatory Measures programs are the most relevant so that this sector does not deteriorate over time due to the exploitation of the water resource. It is concluded that the negative impacts of the irrigation project can be prevented, avoided, controlled and mitigated through the implementation of the activities exposed in each program.

**Key Words:** Impact Evaluation Matrix, Base line, Hydric balance, Runoff, Infiltration

### **3. INTRODUCCIÓN. –**

El proyecto del Sistema de Riego Cayambe- Pedro Moncayo se inició en los años 70 por el Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos con la finalidad de fortalecer las actividades agrícolas para los dos cantones, pero este proyecto inició con varias falencias, como por ejemplo en la planificación: los tres ríos originarios del volcán Cayambe que suministran de líquido al embalse son muy pequeños y de poco caudal como para abastecer un estimado de agua de riego a 14 mil hectáreas de sembríos de las diferentes parroquias, además dotando de agua a 10 mil familias de la provincia de Imbabura, obstruyendo su desagüe natural y direccionándola a la Laguna de San Marcos, posteriormente acopiando en el embalse de regulación ubicado en Olmedo. Por otro lado, este recurso al ser redireccionado y embalsado altera la ecología del sector, además al dotar de abundante agua a toda esta población tanto para riego como para su consumo, se distribuye de manera inadecuada pues todavía se utilizan anticuadas formas de riego. (Larrea y Sosa, 2014)

Este proyecto de investigación se inició a partir de la necesidad de proponer alternativas factibles para dar una propuesta de solución a los problemas ambientales presentes en la actualidad, en parte causados por la actividad humana y por los mismos efectos naturales. Este estudio se centra en el uso óptimo del recurso agua de la Laguna de San Marcos, tanto en la distribución racional como en la mitigación de los impactos ambientales que podrían sucederse con el uso no adecuado del recurso, en vista de que, según el Sistema de Investigación de la Problemática Agraria en el Ecuador (SIPAE), (2008) gracias a una investigación dio a conocer que el problema se encuentra en el incremento masivo de áreas de cultivo, brindando una afectación a su ciclo natural y perjudicando este recurso, dado como ejemplo claro que en El Ecuador desde el año 1900 el área de cultivo ha ido aumentando de 500.000 a 3.460.000 hectáreas solo en 70 años y en el presente se encuentra en 8.500.000 de hectáreas, lo que equivale al 32% de la superficie del Ecuador.(Vara, 2010)

Según Monroy (2013) “para poder adoptar un mejor uso de manera sostenible del agua, se debe realizar un Plan de Manejo para el sector tomando en cuenta principios básicos”; para poder usar los recursos de la cuenca, se los debe mantener dentro de ella, esto nos quiere decir que para cada cuenca se limitará su uso de acuerdo con los recursos que esta cuente, por lo que antes de realizar este Plan de Manejo inicialmente se elaboró una evaluación del sitio en estudio en aspectos como son: el medio físico, medio biótico, y medio

socioeconómico, además de la identificación de los impactos ambientales a está expuesta la Laguna de San Marcos, considerando así la interacción que debe existir con otras cuencas y que un cuerpo de agua no crecerá a expensas de una cuenca, además de que “no se debe limitar el desarrollo natural de una cuenca por extraer sus recursos.”

Además, previo a la elaboración de este Plan de Manejo, se encontró necesario conocer los niveles de pluviosidad, gracias a la aportación de datos del INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología) de cuatro estaciones meteorológicas las más cercanas a la laguna, pero fueron útiles para el propósito planteado. La base de datos está conformada a partir del año 1990 hasta el año 2012, con cuyos datos se procedió a hacer un análisis matemático de interpolación de datos con el programa ARCGIS 10.3 mediante el método de IDW (Inverse Distance Weighted) para tener una idea confiable de los niveles de lluvia precisos en el cuerpo de agua a estudiar, y así poder diseñar un hietograma mediante el programa HEC-HMS 4.2.1.

La intención de este proyecto es esencialmente contribuir de manera útil a la población de Cayambe – Pedro Moncayo, realizando una socialización del Plan de Manejo en el cual se ven incluidas diferentes alternativas de buen aprovechamiento del agua, tanto de regadío como de consumo para que su uso no cause impacto en las generaciones futuras y de esta manera mitigar el problema que causa la explotación de este cuerpo de agua, debido a las actividades antrópicas que se llevan a cabo por su población que según Robalino & Quiroz (2015) asciende a las 14.185 personas económicamente activas gracias a la agricultura, satisfaciendo de mejor manera la necesidad de riego de miles de hectáreas de terreno, determinando así el rol que cumple este recurso hídrico a favor de las comunidades del sector.

### **3.1 Objetivo General:**

Proponer un plan de manejo y conservación de la Laguna de San Marcos (Reserva Cayambe-Coca, Cantón Cayambe) mediante la aplicación de técnicas adecuadas con el fin de optimizar el uso del recurso agua.

### **3.2 Objetivos Específicos:**

- 1.** Elaborar un diagnóstico de la situación actual de la Laguna San Marcos, analizando los problemas e impactos que ocasionan las actividades antrópicas del sector al medio acuático.
- 2.** Plantear el uso racional del recurso agua mediante la aplicación de balances hídricos fundamentados en simulaciones del Modelo Hídrico HEC-HMS.
- 3.** Proponer un Plan de Manejo Ambiental con soluciones viables que mejoren el uso sustentable del agua en la zona estudiada.
- 4.** Socializar el proyecto de investigación mediante charlas de sensibilización en las parroquias de los cantones Cayambe y Pedro Moncayo.

#### **4. ESTADO DEL ARTE**

El Parque Nacional Cayambe-Coca, es parte de del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP); se instauró como Parque Nacional en el Acuerdo Ministerial N.º 322, el 26 de Julio de 1970, esta área está ubicada al noreste del país, la misma que desde sus establecimientos protege distintos ecosistemas de la cordillera oriental de los Andes, hasta el monte Andino y Amazonía. (Montufar, 2015)

Es apreciada como una de las mayores áreas con variedad de flora y fauna en estado silvestre del Ecuador, la misma que representa valores intrínsecos de diferentes tipos de paisaje, sin olvidar su inigualable potencial turístico, uno de los extraños rasgos individuales que presenta esta reserva es el volcán Cayambe, el cual es el tercer volcán más alto del Ecuador y el más alto del norte del país con unos 5 790 m.s.n.m.

Este lugar muestra grandes paisajes con coberturas vegetales únicas y complejas, las mismas que manifiestan las diez zonas de vida presentes, aquellas que se amplían desde el volcán Cayambe hasta el Oriente ecuatoriano, encontrándose con el río Coca y el río Aguarico. (Lasso, 2009)

El Parque Nacional se encuentra en los límites de las provincias de Sucumbíos y Pichincha, lugar en el que se encuentra ubicada la Laguna de San Marcos, que aproximadamente la visitan tres mil turistas anualmente, en vista de que cuenta con atractivos turísticos como su paisaje, en donde se puede observar su flora y fauna, se presta para realizar actividades como la pesca, caminatas o camping. (Sistema Nacional de Áreas Protegidas, 2015)

Esta laguna es resultado de eventos volcánicos a través de los años, así mismo como los glaciales del sector que han actuado de manera simultánea para crear este cuerpo de agua natural, el agua que alimenta a la Laguna de San Marcos proviene desde los Picos Jarrin del volcán Cayambe, donde nacen dos glaciales. La laguna posee una figura alargada y se encuentra rodeada de pajonales, los cuales contrastan con el color azul oscuro transparente de sus aguas. (Diario La Hora, 2012)

La Laguna de San Marcos ampara la principal represa del Proyecto de Riego Cayambe-Pedro Moncayo en lo cual se debe contemplar los efectos nocivos en el medio al momento de la construcción y en especial en el funcionamiento de la obra como, por ejemplo, riesgos

de futuros inconvenientes en especial si se habla del recurso agua en vista de que con el agua de esta laguna se proveerá de agua de riego a miles de hectáreas de sembríos, localizados en los cantones de Cayambe y Pedro Moncayo. Los recursos al parecer más afectados en esta obra son los ríos naturales que descienden como vertientes del volcán Cayambe, además del suelo y la vegetación lo cual también contribuye a la pérdida de fauna. (Gestión de Comunicación, 2017)

Los cauces de los ríos: San Pedro, Boquerón y Arturo fueron alterados drásticamente por este proyecto para de esta manera poder abastecer de la suficiente agua a la represa de San Marcos, sin tomar en cuenta varios aspectos importantes como son: la pérdida de biodiversidad, disturbios en los lechos de ríos y quebradas, fragmentación de hábitats y acumulación de escombros y sedimentos en la Laguna, situación que debió haber sido manejada de manera cautelosa en vista de que esta construcción se encuentra dentro de un Parque Nacional. (Huiracocha, 2018)

#### **4.1 Recurso Hídrico en el Mundo**

El agua dulce en su estado líquido, es la que el ser humano puede disponer para sus necesidades como para sobrevivir, la agricultura, industrias y múltiples servicios para la que esta se presta, la cual solo admite un 1% del agua que se encuentra en todo el planeta, pero a pesar de que la demanda de agua aún es inferior a las cifras totales en todo el planeta, no deja de ser un problema global en vista de la irregularidad en su repartición. Como por ejemplo en América del Sur se cuenta con el acaso de contar con un aproximado del 26% de los recursos hídricos en el mundo tan sólo para un 6% de la población mundial (Cortés, 2016)

La demanda de agua a nivel mundial cada año aumenta de manera considerable, y esta gran demanda lleva consigo a una serie de conflictos más arduos en lo que se refiere a la asignación de este recurso, tomando en cuenta el incremento poblacional que según la Universidad del Sur de Carolina Beaufort (2014) es de 80 millones al año y el incremento de la frontera agrícola, lo cual limita la expansión de sectores decisivos para el desarrollo sostenible. (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos, 2015)

El sector agrícola se encuentra consumiendo un tercio de sus reservas de agua. La agricultura incide en la calidad y cantidad de agua disponible destinados para otros usos. La irrigación

de los cultivos es uno de los problemas que tienen países como Grecia, España y Francia ya que el porcentaje de agua utilizada para dichas regiones es el 80% de agua que es empleada para la agricultura. (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2015)

#### **4.2 Técnicas de Sostenibilidad en el Mundo**

El hecho de intentar satisfacer las demandas de agua en el mundo requiere grandes esfuerzos, para poder compensar la variabilidad natural y necesidades humanas, así mismo es preciso mejorar su eficacia y suma disponible.

El agua que se puede recoger de la lluvia, desde la antigüedad ha resultado ser una idea muy económica y que no requiere de mayor esfuerzo, como por ejemplo en Asia, actualmente se realiza esta práctica para abarrotar reservorios de agua subterránea, práctica que a más de ser útil para su consumo y el de sus sembríos, ayuda a que las personas se mantengan a sí mismas y a su producción, gracias a este recurso. Por otro lado, en Medio Oriente, se han adoptado medidas ingeniosas como, por ejemplo, redireccionar las aguas superficiales, lo cual ayuda a evitar en un gran porcentaje la evaporación y ayuda las variaciones del caudal consecuentemente mejorando la calidad del agua. (Jouravlev, 2003)

Como una solución al momento de vivir una escasez de agua, la construcción de presas y embalses para riego y para consumo de las personas, grandes beneficios se pueden presentar con el establecimiento de embalses y represas como por ejemplo proveer de electricidad y vigilar inundaciones. Pero claro está que no se puede negar que este tipo de prácticas y establecimientos puede causar severos daños temporales o irreversibles no deseados a ecosistemas. Así también, si se encuentra cerca una cuenca con suficiente recurso para poder cooperar una técnica eficaz es realizar túneles de trasvase como por ejemplo en China ya que este lugar cuenta con varias conexiones entre cuencas, pero así mismo es importante verificar el impacto que conlleva a la humanidad y al ambiente este tipo de proyectos. (Orozco y Quesada, 2009)

En Oriente Medio, ya sea por su escasez o por su ingenio, es el lugar a nivel mundial en donde más se ha intentado innovar en el aspecto de la reutilización del agua, por lo que en muchos países la práctica de reutilizar aguas residuales se ha llegado a popularizar, el agua residual, al no poder ser potabilizada totalmente se la ha puesto a disposición y bajo normas

estrictas de control de calidad para el riego y la refrigeración industrial. Pero sin lugar a duda uno de los mayores desafíos a los que se han enfrentado, es a la desalinización del agua de los océanos (transformar el agua salada en agua dulce), a pesar de que el costo inicial de esta práctica llegaba a ser muy alto, esto ha ido disminuyendo notablemente, pero a un alto costo como es la combustión de combustibles fósiles, lo que hace cuestionar su contribución con el cambio climático. (Lechuga, Rodríguez y Lloveras; 2017)

Por otro lado, la eficiencia hídrica adoptada en Europa obtiene una mejora aplicando una red de transporte de agua, lo que brinda un porcentaje mayor de agua extraída llevada al campo, donde se realiza una aplicación eficiente, obteniendo una correlación favorable entre el agua utilizada para cultivo y su cantidad de agua total aplicada. En Grecia, por ejemplo, se evalúa que, al mejorar la eficiencia de las redes de distribución y transporte de este recurso, se estima que se ha logrado mejorar en un 95% su eficiencia hídrica con respecto a técnicas de irrigación que fueron utilizadas antes. (Nixon, Lack y Hunt; 2016)

Excepto de las técnicas de transformación de riego, de igual manera es posible que se obtenga una mejora en la reducción de costos y la eficacia de agua utilizando algunos sistemas de aprendizaje y un trueque de conocimientos que enseñen los agricultores nuevas prácticas hídricas más eficaces. Un claro ejemplo nos brinda la Agencia Europea de Medio Ambiente (2016): en Creta, se brindó un asesoramiento a los agricultores en materia de irrigación donde estas técnicas han permitido una reducción que va desde el 9 al 10 %. El servicio consta de brindar información por vía telefónica al sector agrícola sobre cómo y cuándo regar basado en una estimación diaria de las condiciones de cada cultivo.

La adopción de nuevas prácticas para la agricultura puede ser la solución para mejorar la calidad de agua, ayudar a que ésta pueda estar disponible para otros usos siempre de manera eficaz. Por ejemplo, hablando del uso de fertilizantes y plaguicidas orgánicos e inorgánicos, este tema puede abordar miles de problemas en el ámbito de contaminación del agua que son provocados principalmente por agricultores. También es posible mejorar la calidad de agua en toda Europa, teniendo mínimas consecuencias sobre rentabilidad y producción, reduciendo el uso de plaguicidas, utilizando técnicas de rotación de cultivos y proyectando franjas de contención a lo largo de los cursos fluviales. (Orizont, 2017)

### **4.3 Recurso Hídrico en el Ecuador**

El Ecuador cuenta con 31 Sistemas Hidrográficos conformados por 79 cuencas, los mismos que pertenecen a dos vertientes que nacen en los Andes, y desembocan en el Océano Pacífico representando a 123 243 Km<sup>2</sup>, y porcentualmente un 48%, y siete a la región Oriental enmarcando un 131 802 Km<sup>2</sup>, representando así un 51,4% de todo el territorio nacional, y por último la región insular contigua al continente con un 1 325 km<sup>2</sup> figurando un 0,52%. (Kuffner, 2005)

Generalmente, los ríos que atraviesan el territorio ecuatoriano son impulsados con una gran pendiente las mismas que se encuentran sobre los 4 000 metros sobre el nivel del mar, hasta llegar a las planicies Amazónicas, disminuyendo así la velocidad de escurrimiento transformándose así en ríos de llanuras; por otro lado, en algunos trayectos su topografía llega a los 400 m.s.n.m. presentando ondulaciones, donde se puede estimar el control geológico sobre el drenaje. (Cordero, 2016)

En el Ecuador las personas que más demandan este recurso son los agricultores, para poder satisfacer lo requerido por sus cultivos, además de la población común y por supuesto las industrias para sus actividades productivas, un claro ejemplo a breves rasgos, una hectárea de alfalfa necesita un promedio de 60 m<sup>3</sup>/día en ciertas épocas del año de escasez de lluvia, en las ciudades o poblaciones una persona sola necesita la cantidad de 150 a 170 lts/hab/día, al ya conocer a través de los años los volúmenes necesarios que se necesita para poder llevar a cabo sus producciones, lo ideal para los agricultores es preocuparse de la disponibilidad de líquido con el único objetivo de programar superficies de cultivo. (Martínez, 2012)

En la actualidad el recurso hídrico en Ecuador está siendo sobre aprovechado, lo cual genera una presión que es muy difícil de controlar, la naturaleza no puede asimilar este incremento de manera acelerada que tiene la población del país y que va aumentando día tras día, la misma que cree que la naturaleza provee de sus recursos sin intención de acabar con estos, lo cual hace que satisfaga necesidades, la mayoría de veces sin estar ni cerca de saciar las necesidades, o inútiles, sin un fin que en realidad valga lo que se está gastando (Yahuachi, 2014).

Este recurso se agota y es una realidad que no se puede ocultar, es más se puede asegurar que todas las personas del mundo lo están notando en especial en el sector rural, en vista de que cada vez existe menos agua para poder abastecer sus cultivos, esta situación ha llevado a la gente a tener innumerables tipos de discusiones, tanto políticas como sociales, porque para el Ecuador, que es un país multicultural a este recurso se lo ve de manera sagrada, a diferencia de otros lugares que lo ven solo como ingresos económicos. (Galárraga, 2014)

#### **4.4 Desarrollo y Complemento de la Zona Rural**

El concepto de territorio impulsa a tener una idea integrada de lo que significa el desarrollo y complemento de la zona rural, haciendo hincapié en el hecho de que exista una política institucional decidida, obligando a no escatimar en esfuerzos de formar a personas de los diferentes lugares comprendidos en esta provincia, creando organizaciones e ideando formas para que el desarrollo sostenible tome en cuenta las necesidades del ámbito rural. (FIGEMPA, 2010)

#### **4.5 Técnicas Alternativas**

La clave para un uso óptimo del agua es encontrar las técnicas adecuadas, que sean permitidas y sobre todo que tenga un buen nivel de adaptación, la propagación de técnicas de bajo costo es esencial para los pequeños productores, o agricultura familiar de alimentos y en algunos casos de productos comerciales ya que estos son los más beneficiados, sabiendo además que para tener el derecho al agua existe un costo. Los sistemas de captaciones de agua deben estar asociados a factores como: conocimientos de manejo de cultivo, planificaciones para cosecha, producción gestión y comercialización. (Flores, Sifuentes, Flores, Ojeda y Ramos, 2014)

Los sistemas de captación de agua tienen su debilidad como son los escapes de agua superficial, por lo que la prioridad debe ser al momento de captar el agua, la recolección de aguas lluvias, y de escorrentía, mediante la elaboración de acequias, pozos, repertorios y el uso de techos. (Gonzales, 2016)

Según la FAO en su publicación (2013) titulada Tecnologías para un uso Sostenible del Agua, nos dice que además de las condiciones agroecológicas de la finca, existen

aproximadamente seis criterios, los cuales se deben tener en cuenta para la identificación de nuevas tecnologías sostenibles, los cuales son:

- 1.- Precipitación promedio anual
- 2.- Disponibilidad de agua en la finca o en su cercanía
- 3.- Pendiente del terreno
- 4.- Textura del suelo
- 5.- Profundidad del suelo
- 6.- Capacidad de infiltración del suelo

#### **4.6 Diversidad de Situaciones**

La consideración de un buen manejo del agua es esencial en la agricultura, existen diversas circunstancias que se tienen que considerar, alusivo esencialmente a la naturaleza de los ecosistemas, la disponibilidad de agua, a la presencia de infraestructuras de conducción y represamiento, al estado de las fincas, situación económica de los agricultores, a la postura que tienen hacia el cuidado del agua y su uso. (Montero, Cun, Pérez, Calzadilla y Herrera; 2016)

El nivel de conocimiento de los agricultores es un punto clave para la gestión del agua y su capacidad económica son factores que ayudan a determinar el tipo de tecnología que usan para el riego y drenaje, así como el empleo apropiado del agua en el predio. (Pérez, Jiménez, Montero, Sarmiento y Guzmán; 2014)

Los usos de este recurso en las fincas son varios, y por cada situación son sus exigencias respecto a demanda durante el ciclo de cultivo, calidad y disponibilidad del agua. El uso humano se agrega a las peticiones de alternativas de cultivos, exigiendo una adición indispensable de disponer aguas limpias. (IICA, 2015)

## 5. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1. Materiales

- Software ARCGIS 10.3
- Software HEC HMS 4.2.1
- Computador
- GPS map GARMIN
- Tablas de Muestreo
- Tamices para análisis de granulometría de suelos
- Báscula
- Estufa
- Cámara fotográfica
- Encuestas

### 5.2 Metodología para la Elaboración del Diagnóstico

#### 5.2.1 Ubicación Geográfica del Área de Estudio

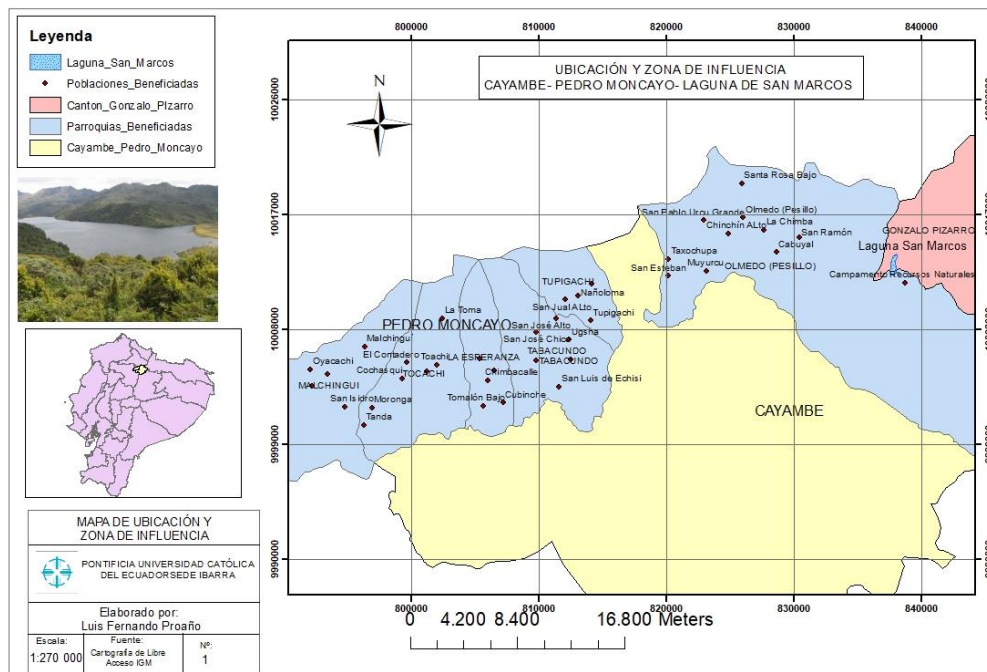


Figura 1. Mapa de Ubicación y Zona de Influencia de las Parroquias de Cayambe- Pedro Moncayo y Laguna de San Marcos

Fuente: El Autor

### **5.2.2 Método**

Las metodologías empleadas para solucionar el **objetivo específico 1** fueron: evaluativo, descriptivo observacional y bibliográfico, con un enfoque tanto cualitativo como cuantitativo identificando así los distintos componentes con los que cuenta el ecosistema al georreferenciar y caracterizar el área, mediante visitas de campo y toma de datos, fundamentando la evaluación de las posibles causas antrópicas por las que este ecosistema puede deteriorarse, para la elaboración de la propuesta del Plan de Manejo Ambiental de la Laguna de San Marcos.

### **5.2.3 Georreferenciación**

Se realizará un recorrido por la orilla y los sectores aledaños a la Laguna de San Marcos, además de los lugares en donde se redireccionan los ríos Arturo, Boquerón y San Pedro para ubicarlos con puntos de referencia utilizando el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), mostrando así los lugares s donde puede haber un impacto potencial al haberse cambiado el curso natural de los ríos, para en lo posterior conducir su cauce hacia la laguna convirtiéndola en un embalse.

### **5.2.4 Elaboración de Cartografía**

La información cartográfica utilizada será descargada del Geo Portal Ecuador de Acceso Libre del Instituto Geográfico Militar (IGM), además de los puntos georreferenciados en la visita de campo mediante GPS digitalizados en el Programa ARCGIS 10.3. Para su efecto se utilizará el Sistema de Proyección WGS84 a escala 1:270 000.

Los datos incluidos en los mapas de cartografía son:

- Laguna de San Marcos
- Poblaciones Beneficiadas del Proyecto de Riego Cayambe- Pedro Moncayo
- Cantones involucrados en el proyecto
- Parroquias involucradas en el proyecto
- Cuenca del Río Napo
- Subcuenca del Río Coca
- Microcuenca del Río Azuela
- Uso de suelos

- Puntos de redirección de los ríos Arturo, Boquerón y San Pedro
- Topografía

### **5.2.5 Caracterización de Área**

Para caracterizar el área se realizarán recorridos de campo en las zonas antes ya mencionadas, recolectando información para la línea base tanto del medio biótico, medio abiótico y también del aspecto socioeconómico. Para lograr este fin, se pedirá la colaboración de los GAD Municipales de Pedro Moncayo y Cayambe mediante una solicitud.

#### **5.2.5.1 Medio Abiótico**

La información se obtendrá de los recorridos en el área en varios puntos estratégicos tales como en donde se alteró el cauce de los ríos, así como también en las cercanías y orillas de la laguna. Para completar la información como caudales será indispensable la ayuda de la Agenta de Desarrollo Territorial para el Área de Influencia del Proyecto de Riego y los puntos georreferenciados gracias al software ARCGIS 10.3

- En el medio acuático del sector se realizará el balance hídrico de la laguna partiendo de la información hidrometeorológica del INAMHI.
- Para determinar la calidad de suelo y el número de curva requerido por el software HEC HMS 4.2.1 se elaborará un análisis con una muestra de sustrato para determinar su granulometría.

Para obtener el número de curva se tomarán en cuenta las propiedades que generan escorrentía en una cuenca como son: hidrología de suelo, uso de la tierra y su condición previa de humedad.

Tabla 1.

*Análisis de Granulometría de Suelo*

Partícula	Tamaño (mm)
<b>Arcilla</b>	<0.002
<b>Limo</b>	0.002-0.06
<b>Arena</b>	0.06-2
<b>Grava</b>	2-60
<b>Cantos Rodados</b>	60-250
<b>Bloques</b>	>250

Fuente: (Giró, 1985)

En base a la Tabla 1 se determinará el tipo de partícula y su porcentaje que se encuentra en el suelo del sector para posteriormente poder identificar su número de curva.

Tabla 2.

*Tabla para la Determinación del Número de Curva del Sector*

Tipo de vegetación	Tratamiento de Suelo	Condición Hidrológica	Número de curva correspondiente a los grupos hidrológicos de suelo.			
			A	B	C	D
			(Perfiles de suelo)			
<b>Barbecho</b>	Desnudo	-	77	86	91	94
	CR	Pobre	76	85	90	93
	CR	Buena	74	83	88	90
<b>Cultivos alineados</b>	R	Pobre	72	81	88	91
	R	Buena	67	78	85	89
	R+CR	Pobre	71	80	87	90
	R+CR	Buena	64	75	82	85
	C	Pobre	70	79	84	88
	C	Buena	65	75	82	86
	C+CR	Pobre	69	78	83	87
	C+CR	Buena	64	74	81	85
	C+T	Pobre	66	74	80	82

Continuación de tabla 2

	C+T	Buena	62	71	78	81
	C+T+CR	Pobre	65	73	79	81
	C+T+CR	Buena	61	70	77	80
<b>Cultivos no alineados, con surcos o mal definidos</b>	R	Pobre	65	76	84	88
	R	Buena	63	75	83	87
	R+CR	Pobre	64	75	83	86
	R+CR	Buena	60	72	83	86
	C	Pobre	63	74	80	84
	C	Buena	61	73	82	85
	C+CR	Pobre	62	73	81	84
	C+CR	Buena	60	72	80	83
	C+T	Pobre	61	72	79	81
	C+T	Buena	59	70	78	81
	C+T+CR	Pobre	60	71	78	81
	C+T+CR	Buena	58	69	77	80
<b>Cultivos densos de leguminosas o prados en alternancia</b>	R	Pobre	66	77	85	89
	R	Buena	58	72	81	85
	C	Pobre	64	75	83	85
	C	Buena	55	69	78	83
	C+T	Pobre	63	73	80	83
	C+T	Buena	51	67	76	80
<b>Pastizales o pastos naturales</b>	-	Pobres	68	79	86	89
	-	Regulares	49	69	86	84
	-	Buenas	39	61	79	80
<b>Pastizales</b>	C	Pobres	47	67	74	88

Continuación de tabla 2

	C	Regulares	25	59	81	83
	C	Buenas	6	35	75	79
<b>Prados permanentes</b>	-	-	30	58	70	78
<b>Matorrales -herbazal, siendo el matorral preponderante</b>	-	Pobres	48	67	77	83
	-	Regulares	35	56	70	77
	-	Buenas	≤30	48	65	73
<b>Combinación de arbolada y herbazal, cultivos agrícolas leñosos</b>	-	Pobres	57	73	82	86
	-	Regulares	43	65	76	82
	-	Buenas	32	58	72	79
<b>Montes con pastos (aprovechamientos silvopastorales)</b>	-	Pobres	45	66	77	83
	-	Regulares	36	60	73	79
	-	Buenas	25	55	70	77
<b>Bosques</b>	-	I Muy pobre	56	75	86	91
	-	II Pobre	46	68	78	84
	-	III Regular	36	60	70	76
	-	IV Buena	26	52	63	69
	-	V Muy buena	15	44	54	61
<b>Caseríos</b>	-	-	59	74	82	86
<b>Caminos en tierra</b>	-	-	72	82	87	89
<b>Caminos con firme</b>	-	-	74	84	90	92

Fuente: (Altesco, 2017)

Abreviatura de Tratamiento de Suelo (Ver Tabla 2):

CR: Con cubierta de residuos vegetales que ocupe al menos el 5% de la superficie del suelo durante todo el año.

R: Si las labores de la tierra (labrar, sembrar, etc.) se realizan en línea recta, sin considerar la pendiente del terreno

C: Si el cultivo se realiza siguiendo las curvas de nivel

T: Si se trata de terrenos aterrazados (terrazas abiertas con desagüe para la conservación de suelos)

Abreviatura de Horizontes de Suelo (Ver Tabla 2):

Horizonte A: Es la parte del suelo que se cultiva. Se caracteriza por tener un color oscuro, debido a la gran cantidad de materia orgánica que contiene.

Horizonte B: Es de color más claro, debido a que en este tramo del suelo precipitan las sales arrastradas del horizonte superior.

Horizonte C: Formado por fragmentos de la roca madre, más o menos grandes, rodeados de partículas finas que pueden provenir de los horizontes superiores.

Horizonte D: Formado por la roca madre sin alterar.

Según la Información bibliográfica expresada en la Tabla 2 en base a estos valores y con un diagnóstico previo de perfil de suelo se puede determinar el número de curva cuyo valor será necesario para posteriormente utilizar en el Modelo de Balance Hídrico. (Altesco, 2017)

### **5.2.5.2 Medio Biótico**

Se realizará un inventario rápido de especies tanto de fauna como de flora, en una salida de campo, con los siguientes objetivos:

- Para el avistamiento de fauna silvestre se harán observaciones directas, además de rastros de huellas y heces fecales como también de madrigueras, recolectando asimismo información fotográfica como evidencia, además de entrevistar a moradores de los alrededores sobre experiencias del tema.
- Para la flora, se hará un inventario de las especies dominantes y especies autóctonas del sector mediante el método del cuadrante, asimismo registrando evidencia fotográfica de las especies, en una visita de campo.

### **5.2.6 Análisis socio económico**

Este análisis será realizado contando con la ayuda de la Agenda de Desarrollo Territorial para el Área de Influencia del Canal de Riego Cayambe Pedro Moncayo y la Agenda de Desarrollo de la Zona Norte de Pichincha.

### **5.2.7 Identificación de Impactos**

Para identificar los impactos ambientales producidos por las actividades antrópicas en la laguna de San Marcos se aplicará la Matriz de Leopold que permitirá identificar los impactos al medio natural y al medio social que han causado las actividades de la obra de riego en el sector.

### **5.2.8 Valoración de Importancia del Impacto**

La calificación para imponer a cada uno de los parámetros estudiados en la Laguna de San Marcos será a través de la metodología de Criterios Relevantes Integrados, mediante los parámetros de extensión, duración y reversibilidad con una ponderación de 1 al 10.

Tabla 3.

*Valoración de Impactos Ambientales*

Parámetro	Criterio	Escala	Valor
Extensión	Determina el área espacial o geográfica de influencia que tiene el impacto.	Puntual	1,0
		Particular	3,0
		Local	5,0
		Regional	7,0
		Global	10,0
Duración	Se refiere al tiempo que va a permanecer el efecto en el ambiente, ya sea a corto o largo plazo.	Eventual	1,0
		Temporal	3,0
		Periódica	5,0
		Recurrente	7,0
		Permanente	10,0
Reversibilidad	Se refiere a la posibilidad de reconstruir o asimilar las condiciones del entorno.	Fugaz	1,0
		Recuperable	3,0
		Mitigable	5,0
		Irreversible	7,0
		Irrecuperable	10,0

Fuente: (Conesa, 2011)

Para determinar la Importancia en la matriz de impacto se aplica en la siguiente fórmula

$$Importancia = (We \times E) + (Wd \times D) + (Wr \times R)$$

Siendo:

**Importancia:** Valor de Importancia del impacto

**E:** Valor del criterio de extensión

**We:** Peso del criterio de extensión

**D:** Valor del criterio de duración

**Wd:** Peso del criterio Duración

**R:** Valor del criterio Reversibilidad

**Wr:** Peso del criterio Reversibilidad

En vista de que todos estos criterios son de igual importancia se asignan los siguientes valores:

$W_r = 0.35$

$W_d = 0.30$

$W_e = 0.35$

### **5.2.9 Magnitud de Impacto**

La magnitud de impacto nos hace referencia al hecho que afecta al factor ambiental y como actúa sobre este y sus consecuencias en vista de que puede variar, de baja intensidad, donde no es necesario acciones mitigantes, hasta una alta intensidad, donde es necesario tomar acciones inmediatas para mitigar el impacto.

### **5.2.10 Valoración del Impacto**





Luego de analizar y valorar cada parámetro se procederá a aplicar la fórmula de Valor de Impacto Ambiental (VIA). (Fuertes, 2014)

$$VIA = \sqrt{Importancia \times Magnitud}$$

Clasificando así los impactos por escala según su criterio

Tabla 4.

*Clasificación de Impactos de las Obras Realizadas en el Área de Influencia*

Severidad del Impacto	Criterio	Escala	Celda de representatividad
Crítico	Es aquel impacto cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con el que se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras.	>7	
Severo	Se refiere cuando el impacto necesita una recuperación con medidas mitigantes o correctoras, y en el que aun aquella recuperación necesita un período de tiempo extendido.	$\leq 7 \geq 5$	
Moderado	Se refiere cuando el impacto no precisa prácticas protectoras o correctoras intensivas.	<5	
Representativo	Es considerada aquella de carácter positivo o benéfico para el medio y la sociedad.	+	

Fuente: (Conesa, 2011)

Según la Tabla 4 se podrá clasificar los impactos ambientales identificados en el Proyecto de Riego que van en el rango desde Crítico como más alarmante con color rojo, hasta Representativo con menos relevancia expresado con color azul.

## 5.3 Metodología para la Aplicación de Balance Hídrico

### 5.3.1 Recopilación de Datos de Precipitación

Para solucionar el **objetivo específico 2** se empleará la metodología Aprehensiva que consiste en buscar aspectos no tan evidentes del estudio donde se analizará y comparará datos de precipitación utilizando datos de las estaciones meteorológicas más cercanas al lugar de estudio que son: Topo Imbabura Angla M0321 17N 81546 1002339, Cayambe M0359 17N 81754 9995573, San Gabriel M0103 17N 85451 1006603 y Limoncocha M0020 17N 98945 9955302, considerando el período comprendido entre el año 1990 hasta 2016.

Lo que se necesita conocer es la variación temporal de la precipitación a través de los años para considerar la tendencia de ella en el futuro. El procedimiento a realizar es promediar de forma mensual, durante todos los años de estudio, es decir el resultado será un promedio mensual multianual cuya interpretación nos ayudará a reconocer la variación mensual histórica de la precipitación.

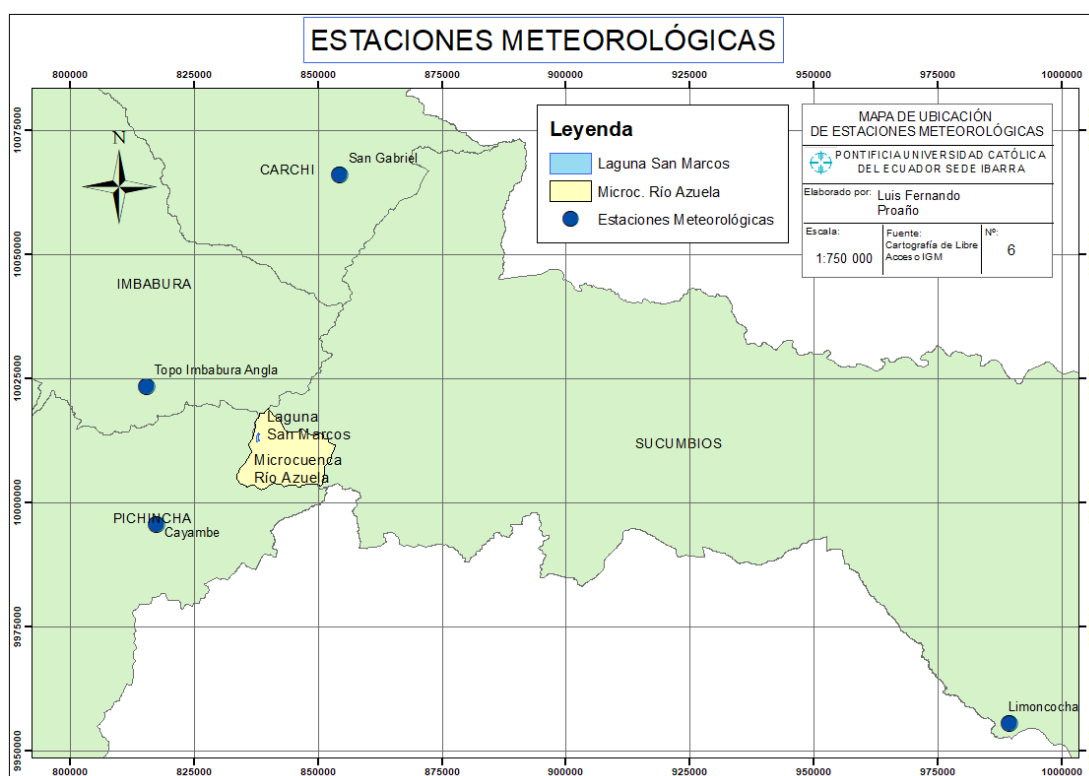


Figura 2. Mapa de Ubicación de Estaciones Meteorológicas

Fuente: El Autor

### 5.3.2 Interpolación de Datos

Debido a que no existen mediciones en el lugar de estudio, puntualmente en la Laguna de San Marcos, menos aún una estación que hubiera recopilado datos meteorológicos durante largo tiempo se ve la imperiosa necesidad de realizar una interpolación para lo que, en los momentos actuales, hay numerosos programas de software que lo calculan con muy buenas aproximaciones. Para realizar la interpolación de datos se utilizará el software ArcGis 10.3 que cuenta con la función de IDW (Inverse Distance Weighted/ Distancia Inversa Ponderada) la que determina la influencia de un punto en relación con otro. Según (Chang, 2008) se deben asignar valores a cada punto del cuadrante, teniendo en cuenta que mientras más grande sea el coeficiente de ponderación, será menos el efecto que tendrá para los puntos que se encuentran a mayor distancia. Para obtener el valor del punto desconocido, en este caso la Laguna de San Marcos y sus alrededores se aproxima el valor del punto más cercano, guiándonos por el color que nos proporciona cada dato.

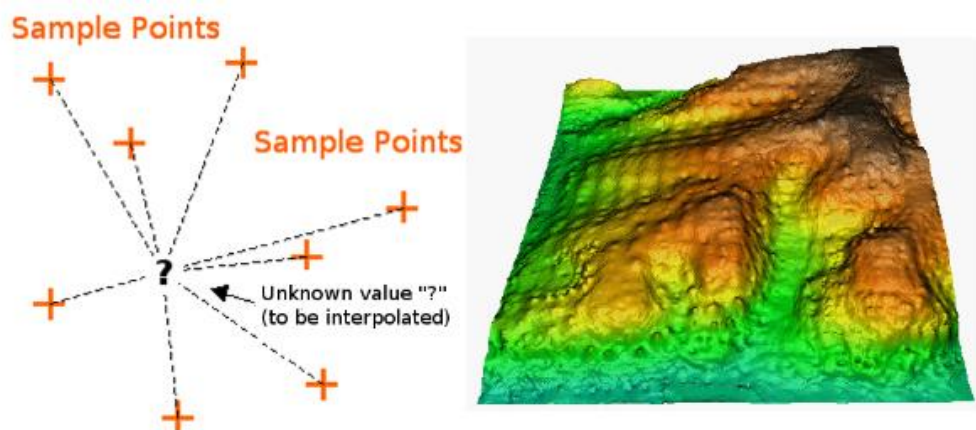


Figura 3. IDW Basada en Distancia de Punto de Muestra

Fuente: (Chang, 2008)

### 5.3.3 Balance Hídrico

El programa que se utilizará será el HEC-HMS 4.2.1, siendo un software complejo que fue diseñado para simular procesos de lluvias y escurrimientos, y una de sus propiedades es el cálculo de hidrogramas de crecida, y para eso se deberá proporcionar datos con propiedades físicas del cuerpo de agua a estudiar como: área, precipitaciones, caudales medios, además de análisis granulométrico y la determinación del número de curva, las cuales se mencionaron anteriormente, y de análisis previos de método de transformación y tiempo de retraso.

Para poder aplicar este modelo de balance hídrico, luego de obtener y ordenar los datos necesarios interpolados, se procederá a ingresar los valores con un intervalo mensual y su control se lo realizará hasta un mes después de la última fecha de la que se tiene reportes de precipitación que sería enero de 2017.

En vista de que el sistema hidrológico a estudiar es una laguna, se la podrá catalogar como depósito en el que el volumen variaría en función del tiempo aumentando o disminuyendo, entonces el programa lo relacionará en función de la ecuación de continuidad ( $\frac{dS}{dt} = I - Q$ ), y en respuesta al caudal de entrada y de salida que puede variar en cualquier instante el programa se ejecutará en función de la ecuación diferencial no lineal:  $K n Q^{n-1} \frac{dQ}{dt} + Q = I$  para un embalse. (Ayuso, 2015)

## **5.4 Metodología para la Elaboración del Plan de Manejo Ambiental**

De acuerdo con la Guía Técnica para la Elaboración de Planes de Manejo Ambiental (Martínez, 2009), para resolver el **objetivo específico 3** será necesario emplear una metodología Integrativa que proponga la modificación parcial del Proyecto de Riego orientándolo a la mitigación de impactos y a mejorar las prácticas ambientales.

### **5.4.1 Resumen Ejecutivo**

En el resumen ejecutivo se esquematizará una recapitulación del trabajo a realizar para que así el lector de esta investigación pueda tener una clara idea a lo que este Plan de Manejo Ambiental va encaminado.

### **5.4.2 Objetivos del Plan de Manejo Ambiental**

En el Plan de Manejo Ambiental se busca mitigar, eliminar y compensar los efectos negativos causados al medio por las actividades antrópicas en el sector, teniendo en cuenta que sus objetivos sean claros, alcanzables, medibles y evaluables para que en lo posterior este Plan de Manejo pueda ser ejecutado sin inconvenientes.

### **5.4.3 Política Ambiental**

Luego de evaluar los resultados del diagnóstico de impacto ambiental la política para la propuesta de este Plan de Manejo será integrada con una visión a largo plazo.

- **Política Orientada a la Protección Ambiental y al Uso Sostenible de los Recursos Naturales.**

Esta política será empleada para que las organizaciones tanto comunitarias como los GAD de los cantones beneficiados se comprometan a utilizar este recurso de manera eficiente, limpia, segura y sustentable, en condiciones que no sólo se rijan al cumplimiento, sino también a la sensibilidad con los recursos naturales y que puedan ser útiles para sus intereses.

### **5.4.4 Identificar la Misión y Visión**

- Para el planteamiento de la misión se tomarán en cuenta puntos como: lo que buscamos con el planteamiento de este Plan de Manejo, el área a la que se intenta

influir con esta investigación y el motivo esencial con el que se hace esta investigación.

- Para el planteamiento de la visión se deberá proyectar una imagen a la cual se intenta llegar a futuro, las acciones que se intentarán tomar a corto plazo, y las actividades a las que se intentará llegar a largo plazo.

#### **5.4.5 Programas del Plan de Manejo y Conservación**

##### **5.4.5.1 Programa de Mitigación de Impactos.**

El objetivo del Programa de Mitigación es llevar a las acciones perjudiciales a que se sitúen en niveles aceptables de impacto. En este espacio se incluirán obras, actividades o medidas con las que se pretenderá disminuir o en el mejor de los casos eliminar los impactos nocivos que tiene las actividades antrópicas para este cuerpo de agua, además este programa de mitigación en ciertos casos podría reestablecer elementos a los que se ha causado daño, y de no ser este el caso por lo menos recuperar propiedades iniciales.

##### **5.4.5.2 Programa de Medidas Compensatorias.**

En el caso del Proyecto de Riego Cayambe Pedro- Moncayo también se han generado impactos muy significativos que no pueden mitigarse, por lo que es necesario el Programa de Medidas Compensatorias en donde se incluirán medidas que restituyan impactos ambientales irreversibles, mediante la incorporación de escenarios parcialmente iguales al que se ha visto afectado, con el objetivo de compensarlo con impactos positivos.

##### **5.4.5.3 Programa de Contingencia y Riesgos**

Este programa se lo hará con el fin de implementar medidas que den respuesta a diversas situaciones emergentes que pueden suscitarse con el funcionamiento del proyecto de riego y pueda poner el peligro el bienestar ambiental de la zona.

- **Identificación.** Se identificarán los posibles riesgos durante su funcionamiento.
- **Manejo de Desechos de Construcción.** Se identificarán los residuos y escombros que se generaron en la construcción de sus distintas etapas del proyecto de riego y que aún se encuentren en el sector que puedan ser perjudiciales en el medio.

- **Prevención y Respuesta.** Incluir en el programa procedimientos que se puedan emplear en caso de un riesgo ambiental, donde se mencionarán equipos de seguridad que puedan ser empleados.
- **Medidas de Seguridad.** Se incluirá en el programa planes de seguridad acorde a las actividades que se llevan a cabo en el proyecto intentando prevenir accidentes ambientales

#### **5.4.5.4 Programa de Seguimiento Evaluación y Control**

En este espacio se buscará garantizar que las acciones mencionadas se cumplan a cabalidad, este programa se lo puede considerar como uno de los más importantes ya que asegurará la reducción de impactos negativos en el sector y además cuando ocurran impactos no previstos, garantizar la estabilidad de este.

El programa asegurará que las medidas que se apliquen para el Plan de Manejo Ambiental no se alejen de los objetivos iniciales de conservación, aquí se diseñarán elementos que servirán de inspección como bitácoras, hojas de control, monitoreos de suelo, aire y agua para la recolección de datos y así poder inspeccionar con el tiempo.

#### **5.4.5.5 Programa de Capacitación**

Para la elaboración de este programa es necesario saber las necesidades de la organización y de las comunidades aledañas, la necesidad de este programa va enfocado con principalmente en al personal cuyas actividades puedan tener algún riesgo y que provoquen un impacto ambiental significativo, aunque es necesario que todos los empleados modifiquen su punto de vista en diferentes ámbitos como:

- Su competencia en el Plan de Manejo y Conservación.
- Los riesgos ambientales que podría ocasionar su trabajo.
- La importancia que tiene seguir las actividades y recomendaciones del Plan de Manejo y Conservación.
- Las consecuencias que puede ocasionar el no cumplir con el Plan de Manejo y Conservación.

#### **5.4.5.6 Programa de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional**

En este programa se dará a conocer la política de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional de este proyecto de riego para poder prevenir accidentes y controlar riesgos con los que se puede ver involucrado el personal que trabaja en el área de influencia, además de incitar a que los trabajadores cuenten con todo el equipo y con todas las normas de seguridad posibles cumpliendo así las leyes vigentes en el país.

#### **5.4.5.7 Programa de Relaciones Comunitarias**

El programa de relaciones comunitarias es un instrumento que permitirá mejorar y fortalecer las relaciones que existen entre las comunidades y sus líderes que se encuentran en el área de influencia, entonces este programa se basará en incentivar a las comunidades al diálogo y así poder evitar confrontaciones tanto verbales como físicas en el futuro.

La finalidad de este programa es dar a conocer distintas actividades y lineamientos que hagan recapacitar a las comunidades que, en caso de cualquier malentendido o discordia, se puede solucionar con el dialogo.

### **5.5 Metodología para la Socialización del Estudio Realizado y Plan de Manejo Ambiental**

La socialización se llevará a cabo en el área de influencia del Proyecto de Riego Cayambe-Pedro Moncayo con la presencia de dirigentes de comunidades y de agricultores en general, con la finalidad de sensibilizar a las personas a cerca de los cambios en la ecología del sector y a cerca de buenas prácticas y mejoras en el uso del agua de riego.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSION

Para la obtención de resultados del **objetivo específico 1** fue necesario, tanto la investigación bibliográfica como también visitas de campo y análisis exhaustivos para un correcto diagnóstico mediante una Línea Base que comprende aspectos: Abióticos, Bióticos y Socioeconómicos, además de la Evaluación de Impactos Ambientales gracias a la Matriz de Leopold, tomando en cuenta todas las obras y actividades civiles del sector.

### 6.1 Línea Base

La Línea Base está compuesta de componentes abióticos, componentes bióticos y socioeconómicos de la Laguna de San Marcos y su alrededor.

#### 6.1.1 Componentes Abióticos

En este punto se identificó la microcuenca a donde pertenece la Laguna de San Marcos, con los ríos que la abastecen, como también suelos, vegetación, pendientes y riesgos, vías de acceso a la Laguna, geología y geomorfología.

##### 6.1.1.1 Hidrología de la Laguna de San Marcos

La Laguna de San Marcos y los tres ríos redireccionados hacia ella, Arturo, Boquerón y San Pedro pertenecen a la microcuenca del Río Azuela perteneciente a la Cuenca del Río Napo.



Figura 4. Mapa Hidrológico que envuelve la Laguna de San Marcos

Fuente: El Autor

Como se puede observar en la cartografía mostrada en la figura anterior, la Laguna de San Marcos cuenta con una superficie de 39 ha y 40 m de profundidad la misma que se ubica en la microcuenca del Río Azuela que cuenta con varios ríos pequeños a los que se los puede describir como corrientes naturales de agua, más o menos continuas que desembocan en el mar, lagos u otros ríos, aunque en algunos casos se desvanecen por la infiltración y evaporación.

### 6.1.1.2 Climatología del Sector

En general, el clima del Parque Nacional Cayambe Coca sobre los 3000 msnm es Ecuatorial Frío de montaña alta. La temperatura promedio que se encuentra en el lugar es de alrededor de los 8°C y su precipitación anual, de acuerdo con los datos aportados por el INAMHI y luego aplicando la técnica de interpolación se afirma que, en los últimos diez años, el rango de variación se ha situado entre 700 mm hasta 1400 mm anuales.

Los datos de precipitación se obtuvieron de cuatro estaciones meteorológicas (Ver Anexo 1), las más cercanas con las que se formaron un cuadrante alrededor de la Laguna de San Marcos, y se los ordenó de manera multianual desde el año 1990, hasta los más actuales que fueron del año 2016.

Tabla 5.

*Datos de Precipitación Promedio Mensual (mm) de 26 años (1990- 2016)*

<b>Estación</b>	<b>Cayambe</b>	<b>Topo Angla</b>	<b>San Gabriel</b>	<b>Limoncocha</b>
<b>Enero</b>	85.83	90.18	67.06	57.57
<b>Febrero</b>	96.67	99.47	85.39	57.13
<b>Marzo</b>	128.7	125.76	129.6	79.31
<b>Abril</b>	114.6	127.59	139.34	87.74
<b>Mayo</b>	95.97	115.26	162.04	59.31
<b>Junio</b>	37.47	30.1	184.74	27.37
<b>Julio</b>	24.18	16.25	175.28	13.27
<b>Agosto</b>	14.43	11.37	127.36	9.92
<b>Septiembre</b>	47.45	43.93	90.87	30.11
<b>Octubre</b>	105.11	115.64	72.3	69.06
<b>Noviembre</b>	120.75	67.37	67.37	66.03
<b>Diciembre</b>	113.38	61.95	61.95	62.9

Fuente: El Autor

### 6.1.1.3 Geología y Morfología

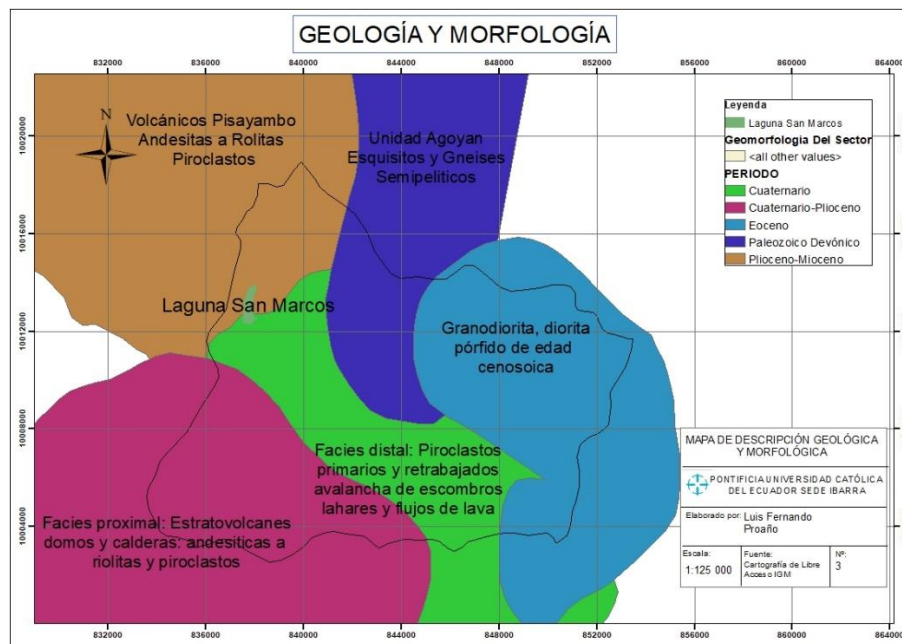


Figura 5. Mapa Geológico y Morfológico

Fuente: El Autor

Mediante la cartografía, se ha podido identificar en el sector varias formaciones que comprenden los periodos: Cuaternario, Plioceno, Eoceno, Paleozoico, Devónico y Mioceno. Además de una breve descripción de sus características de su morfología.

Esta información fue extraída gracias al Portal de Libre Acceso 50k representando las áreas de su localización mediante el software ARCGIS 10.3

- Plioceno: Es producto de los depósitos a través del tiempo del volcán Cayambe, los mismos que se extienden hasta los márgenes de la microcuenca del Río Azuela compuestas por: pírcloastos, aglomerados y brechas volcánicas.
- Depósitos Glaciales: Causado por la fusión de hielo, un claro ejemplo es la Laguna de San Marcos la cual puede ser producto de desprendimientos de grandes bloques de hielo que resbalaron desde el volcán Cayambe.
- Eoceno: Se cree que son depósitos de una erupción en el Plioceno que se extiende desde el Cajas en una línea longitudinal compuesta por andesitas y basaltos.

#### 6.1.1.4 Suelos

El suelo del sector tiende a ser demasiado húmedo donde se extiende una gruesa capa de musgo, helechos y algunas herbáceas, los árboles que nacen desde éste alcanzan dimensiones de 6 a 9 metros de alto con tallos ramificados desde su base de manera irregular y gracias a su pendiente se los aprecia de forma inclinada.

La zona de amortiguamiento del sector cuenta con una profundidad efectiva de suelo de 0.30 m a 1.20 m, por lo que gran parte de las 83 mil ha que están destinadas como zona de influencia cuentan con capacidad de conservación y protección las mismas que sumadas representan el 60% que vienen a ser Tierras de Patrimonio Natural del Estado (PANE) como se lo representa en la siguiente tabla.

El resultado granulometría de suelo nos indica que al tener un 41% de limo, 31% de arcilla y 29% de arena es franco arcilloso lo que significa que no tiene un fácil drenaje y tampoco se desecan fácilmente, además de que tiende a contener grandes reservas de nutrientes y por ende su fertilidad es su mayor característica. (Ver Anexo 5)

Tabla 6.

#### *Categorías de Capacidad de Suelo del Sector*

Categoría de Actitud	Área (ha)	(%)
<b>Uso agrícola con ligeras limitaciones</b>	6528.15	8
<b>Uso agrícola con moderadas limitaciones</b>	13384.49	16
<b>Uso agropecuario con limitaciones fuertes</b>	2248.04	3
<b>Aprovechamiento forestal</b>	10259.51	12
<b>Tierras de conservación</b>	17592.28	21
<b>Tierras de protección</b>	12396.05	15
<b>PANE</b>	19700.48	24
<b>Erial</b>	1054.47	1
<b>TOTAL</b>	83311.5	100

Fuente: (Instituto Espacial Ecuatoriano, 2013)

- **Uso de Suelo**

La influencia directa del Proyecto de Riego Cayambe-Pedro Moncayo en el uso de conservación y protección, conservación y producción y conservación o producción concentran el 65% del suelo como se puede observar en la Tabla 7, lo que nos indica que más de la mitad de este sector no puede ser usado con fines de actividades antrópicas.

Tabla 7.

*Uso de Suelo del Sector*

Uso de Suelo	Área (ha)	Área (%)
<b>Agrícola</b>	7654	9
<b>Pecuaria</b>	15263.1	18
<b>Agropecuario mixto</b>	4272.6	5
<b>Conservación y protección</b>	49869.4	60
<b>Protección o producción</b>	4231.4	5
<b>Agua</b>	234.8	0.3
<b>Antrópico</b>	1648.7	2
<b>Tierras improductivas</b>	137.3	0.2
<b>Total</b>	83311.3	100

Fuente: (IEE, 2013)

En el uso agropecuario se estiman 27 200 ha, se encuentran divididas en uso agrícola, agropecuario mixto y pecuario y sumando representan un 33% del área de influencia. Se ha clasificado en cuatro sistemas de producción agro, que se pueden ver en la tabla 8.

Los sistemas de producción según la Escuela de Negocios EAE (2017) hacen referencia a elementos organizados como empresas, organizaciones combinadas, mercantiles y marginadas que interactúan entre maquinas, personas y materiales haciendo posible la entrega de un producto terminado.

Tabla 8.

*Sistemas Agroproductivos del Sector*

Sistemas de Producción Agropecuarios	Tenencia de la Tierra	Características Logísticas	Asistencia Técnica	Mano de Obra	Mercado
Empresarial	Propia	Maquinaria propia	Permanente	Asalariada permanentemente	Exportación y Nacional
Combinado	Propia	Maquinaria manual, propia y alquilada Fertilizantes Químico Semillas certificadas	Permanente	Asalariada permanentemente y ocasional	Mercado Local
Mercantil	Propia	Maquinaria propia y alquilada Fertilizantes Químicos Semillas certificadas y Registradas	Básica	Familiar y asalariada ocasional	Mercado Local
Marginal	Propia	Maquinaria manual Fertilizantes y químico ocasional Semillas seleccionadas	Ninguna	Familiar	Subsistencia y autoconsumo

Fuente: (IEE, 2013)

En la tabla anterior se puede observar los sistemas Agroproductivos del sector, entre los cuales destacan: Mercantil, Combinado, Empresarial y Marginal.

Tabla 9.

*Cultivos Predominantes del Sector*

Cobertura	Área (ha)	Área (%)
<b>Cebada</b>	889.69	1
<b>Maíz</b>	3999	5
<b>Florícola</b>	2312.46	3
<b>Misceláneo de ciclo corto</b>	3408.43	4
<b>Pasto cultivado</b>	14740.64	18

Fuente: (IEE, 2013)

Los dos cultivos predominantes del sector en estudio es el pasto con un 18% de la superficie total del área de influencia, seguido del maíz con un 5%.

## Topografía del Sector

Gracias al estudio de la topografía de suelo utilizando las curvas de nivel que se logró recopilar del Portal de Libre Acceso, se consiguió hacer un estudio utilizando el software ARCGIS 10.3. En este lugar se puede apreciar que el alto grado de pendiente con la que cuenta el sector, puede ser mucho más beneficioso para el proyecto de riego, en vista de que se pueden emplear diferentes técnicas en las que se ve involucrado como factor principal la pendiente del terreno.

Por otro lado, en el sector también se observan lugares en donde por las pendientes o por otras características físicas como las que se encuentran en Ayora y Olmedo cerca al páramo, afectan la recarga hídrica natural del sector, sin embargo, las áreas con alta capacidad productiva con acceso a riego como Tabacundo, Tupigachi y parte de Ayora que es en donde se encuentran empresas florícolas que en su producción hacen uso de gran porcentaje del recurso.

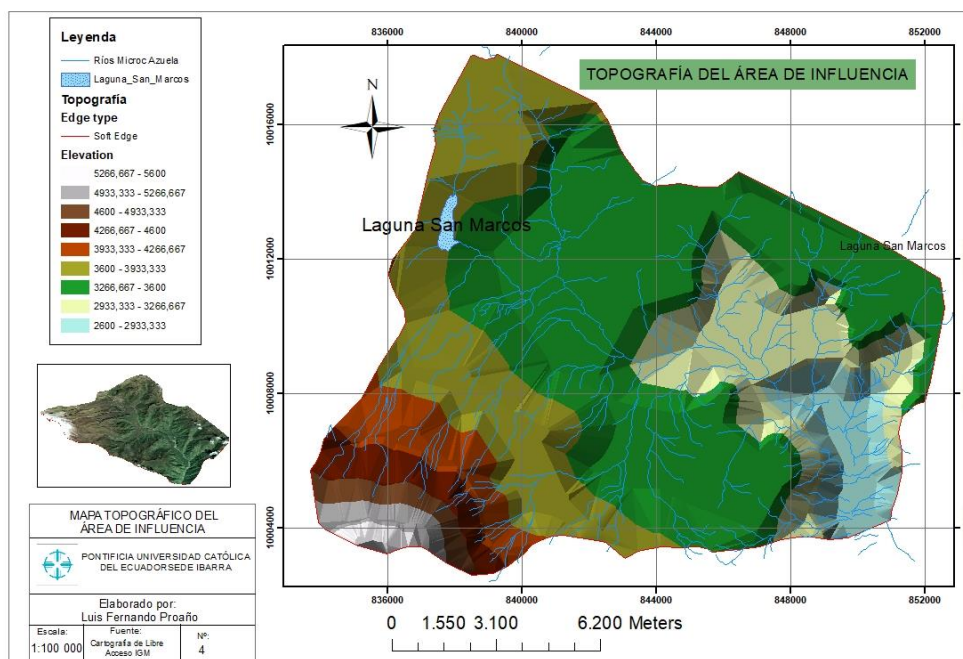


Figura 6. Mapa topográfico del Área de Influencia

Fuente: El Autor

Como se puede apreciar, este sector cuenta hasta con pendientes de 150% con distintas características, desde superficiales hasta profundas, con texturas que van desde franco

arenoso hasta franco arcilloso por lo que su fertilidad varía y su drenaje va desde bueno hasta excesivo, por ende, si su pendiente sobrepasa del 100% debe ser obligatoriamente destinado a conservación.

## 6.1.2 Componente Socio Económico

En este aspecto se analizó como ha incidido el Proyecto de Riego Cayambe Pedro Moncayo a las poblaciones cercanas.

El Proyecto de Riego ayudará a 10 000 familias de los cantones de Cayambe y Pedro Moncayo, con un aproximado de 14 000 ha contribuido con el desarrollo social de la zona rural de 7 parroquias y garantizando el empleo de micro, pequeños y medianos productores.

El Canal de Riego permitirá aumentar la producción de alimento a 45 000 Ton por año y la producción lechera aumentará a 14 000 000 de litros al año (Nuestra Vos, 2011, pág 8)

### 6.1.2.1 Socio demografía en General

Se analizaron las siguientes variables:

- **Densidad Poblacional**

Según el Censo de Población y Vivienda realizado en el año 2010 la densidad poblacional de los cantones Pedro Moncayo y Cayambe se reconoce como:

Tabla 10.

*Densidad Poblacional de los Cantones Cayambe y Pedro Moncayo*

<b>Población del Cantón Pedro Moncayo</b>			
<b>Cantón</b>	Parroquia	Área <i>Km<sup>2</sup></i>	Población Habs.
<b>Pedro Moncayo</b>	La Esperanza	38	4 868
	Tabacundo	72	17 383
	Toachi	87	2 358
	Tupigachi	42	7 608
	Malchinguí	99	5 813
<b>Cayambe</b>	Ascazubi	37	5 050
	Cayambe	382	50 829
	Olmedo (Pesillo)	392	6 772
	Oton	24	2 766

Fuente: (“Censo de Población, Densidad Poblacional y Superficie de Ecuador | Dateas.com,” 2010)

- **Distribución de población por sexo**

En las siguientes tablas se puede apreciar la distribución de cada parroquia por su sexo y se puede observar que en el Cantón Pedro Moncayo existe mayor población de hombres en cada una de sus parroquias con un número de 13 004 y de mujeres con 12 590.

Tabla 11

*Población del Cantón Pedro Moncayo por Parroquias*

Distribución de la Población del Cantón Pedro Moncayo por Parroquias				
Parroquias	Hombres Habs.	Mujeres Habs.	%	Total
Tabacundo	5 901	5 798	46	11 699
Tupigachi	2 666	2 454	20	5 120
La Esperanza	1 661	1 615	13	3 276
Toachi	794	793	6	1 587
Malchingui	1 982	1 930	15	3 912
TOTAL	13 004	12 590	100	25 594

Fuente: (AME, 2005)

En el cantón Cayambe, la situación es contraria en vista de que existe mayor población de mujeres con un número de 43 828 y de hombres con 41 967.

Tabla 12.

*Población del Cantón Cayambe por Parroquias*

Distribución de la Población del Cantón Cayambe por Parroquias			
Parroquias	Hombres Habs.	Mujeres Habs.	Total
Ascazubi	2 499	2 551	5 050
Canchahua	7 920	8 311	16 231
Cayambe	24 989	25 840	50 829
Olmedo (Pesillo)	3 162	3 610	6 772
Oton	1 357	1 409	2 766
Santa Rosa de Cusubamba	2 040	2 107	4 147
Total	41 967	43 828	85 795

Fuente: (AME, 2005)

- **Proyección poblacional**

Se estima que para el cantón Cayambe su población ha aumentado de 88 840 habitantes que fue el dato del Censo Poblacional del año 2010, hasta el año 2018 con una cifra de 103 899, con una proyección a futuro hasta el año 2020 de 107 660 habitantes.

Para el Cantón Pedro Moncayo su población ha aumentado de 34 292 hasta 41 331 actualmente y se prevé que para el año 2020 contará con una población de 43 281 habitantes.

- **Viviendas**

En el Cantón Cayambe existe un total de 21 618 viviendas que comprenden varios tipos de estructura y de dominio como son:

- Casa/ Villa
- Departamento en casa o edificio
- Cuartos en Casa de Inquilinato
- Mediagua
- Rancho
- Covacha
- Choza
- Otros

La vivienda predominante en este cantón son las casas o villas con un 76.47%, seguido de los cuartos de inquilinato con un 8.40% y no con mucha diferencia las mediaguas con un 8.20%

El tipo de viviendas del Cantón Pedro Moncayo son similares a las de Cayambe, pero su total de viviendas es de 7 823, menos de la mitad que en Cayambe, siendo las más habitadas Casas o Villas con 59% seguido de departamentos en arriendo con un número de 8.85%.

- **Nivel de Educación**

La parroquia de Malchinguí es la que cuenta con un porcentaje más alto de analfabetismo con un 12.17% en hombres y un 21.11% en mujeres, pero Tabacundo que es la cabecera cantonal cuenta con instrucción primaria del 62.69% además de la secundaria e instrucción superior, y La Esperanza tiene el 53.46% de habitantes con instrucción primaria completa.

Por otra parte, en Cayambe a la primaria entran con una edad media de 5 años, en cuanto al nivel de instrucción de la población de la Parroquia La Esperanza, la mayoría de sus

habitantes saben leer y escribir (78,9%), el porcentaje de analfabetos en el ámbito parroquial es de 21,3%. El grupo de mujeres tiene el 14,94% de analfabetismo superior al de los hombres que es del 6,37%

- **Servicios Básicos**

El servicio de agua para los dos cantones es el más importante para en vista de que esto incide directamente en la salud, más del 70% de las viviendas cuentan con agua potable de la red pública. Aunque en la actualidad, con un menor porcentaje sigue habiendo personas que utilizan agua de ríos, vertientes, acequias o canales, lo que podría ocasionar problemas serios a la salud de las personas.

La energía eléctrica es el servicio más utilizado para la iluminación, comunicación, radios o teléfonos, la cobertura de estos servicios en estos lugares es de más del 90% de las viviendas tanto en el área rural como en la urbana.

El servicio de alcantarillado es uno de los más importantes y que además incide en la salud pública, en la actualidad existe una cobertura del 61.45%, pero el 16.28% aun poseen otras formas más rudimentarias de eliminar sus desechos como son letrinas, pozos sépticos o descargas al mar, ríos, etc.

La recolección de residuos sólidos ha ido en aumento de manera significativa ya que en el año 2001 solo el 21.96% de viviendas contaban con este servicio, pero para el año 2010 del último censo se pudo apreciar que ahora es del 73.57% a pesar de que sigue habiendo sectores que utilizan quebradas, terrenos baldíos, o botaderos para deshacerse de estos residuos.

- **Salud**

Gracias a una encuesta de salud realizada a familias del sector, la principal causa de muerte con un porcentaje de 21.4% es por enfermedades cardiovasculares, seguido de un 8.2% por accidentes de tránsito, infecciones con un 7.1% y de desnutrición un 4%, según datos que han sido recopilados por el Plan de Desarrollo Estratégico Cantonal de 2005.

Se obtuvo información de parte de Estadísticas de Recursos de Actividades de Salud de 2012 que nos dice que estos cantones cuentan con poca infraestructura para la salud además de no

amparar todas las necesidades de salud para el sector a pesar de la gran cantidad de personas que acuden hacia este servicio.

- **Economía**

Gran mayoría de la economía de Pedro Moncayo se sustenta gracias a agricultores que salen adelante con el cultivo de trigo, cebada, papas, lenteja y maíz. Esta producción es destinada a uso nacional de lo cual el 40% se queda para la comercialización dentro del cantón.

Desde hace casi 40 años, 433 ha han sido destinadas para florícolas, de la cual el 90% de es para la producción de rosas, los países a donde se exporta este producto no tradicional son: Estados Unidos, Rusia y Europa occidental con un promedio de 25 000 cajas semanales.

La Población Económicamente Activa del cantón Cayambe es de un total de 38 524, el PEA de este cantón se encuentra en el tercer lugar de la provincia de Pichincha, sin embargo, este incremento ha sido gracias al crecimiento poblacional y a la apertura de diferentes plazas de empleo en especial en florícolas que atraen personas de otros cantones que buscan mejorar su nivel de vida con un mejor empleo.

- **Vías de Acceso**

Las vías que se encuentran en el área de influencia se las puede categorizar por:

- Vías pavimentadas de dos o más carriles
- Carreteras pavimentadas angostas
- Carreteras sin pavimentar
- Caminos de verano
- Caminos de Herradura
- Senderos

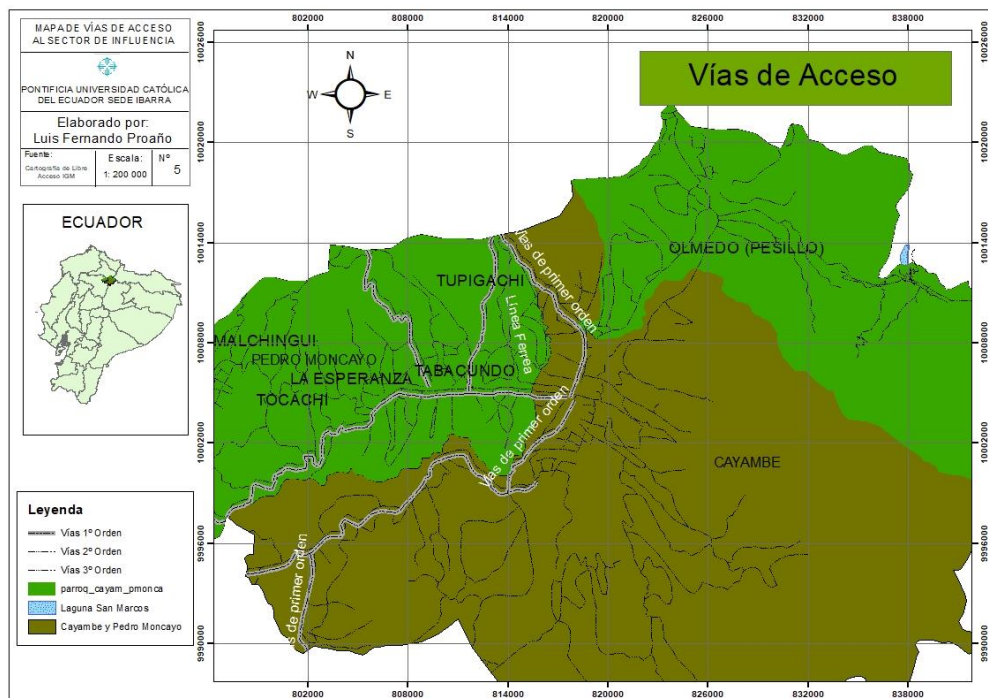


Figura 7. Mapa de Vías de acceso al Área de Influencia

Fuente: El Autor

### 6.1.3 Componentes Bióticos

El medio biótico se refiere a la flora y la fauna presente en el sector a investigar, donde se buscaron puntos en las partes altas alrededor de la laguna que no hayan sido afectados por las actividades antrópicas. Esta investigación ayudó a recoger información actual, la misma que permitió evaluar la situación biológica y el papel que desempeña en el medio.

#### 6.1.3.1 Flora

Para evaluar las especies más dominantes que se encuentran en el sector se aplicó la técnica del Área Mínima con la cual se pudo encontrar 18 especies acumuladas un en área de  $32\text{ m}^2$  que se dividió en 5 cuadrantes, cada uno del doble de dimensiones del anterior, además de 3 especies acuáticas que se encuentran nombradas en tabla N.º 13.

Para realizar la técnica del área mínima se procedió a delimitar un área de  $1\text{ m}^2$  y en esa área se enlistaron todas las especies que se logró encontrar, luego esa área se la duplicó a  $2\text{ m}^2$  cuadrados y así sucesivamente hasta completar 5 cuadrantes con un total de  $32\text{ m}^2$

enlistando en cada cuadrante especies nuevas encontradas conociendo así la estructura de la comunidad de especies de flora en un área mínima que se asignó. (Ver Anexo 6)

Tabla 13.

*Listado de Especies en Área Mínima*

Especies Terrestres	Nº Acumulativo	Nº de Cuadrante	Cuadrante $m^2$
1. <i>Azorella pedunculata</i>	9	1	1
2. <i>Blechnum cordatum</i>			
3. <i>Cortaderia nítida</i>			
4. <i>Hypochaeris sonchoides</i>			
5. <i>Solanum sp.</i>			
6. <i>Lachemilla andina</i>			
7. <i>Wemeria sp.</i>			
8. <i>Rubus roseus</i>			
9. <i>Verbesina sp.</i>			
1. <i>Desfontainia sp.</i>	13	2	2
2. <i>Halenia weddeliana</i>			
3. <i>Plantago rigida</i>			
4. <i>Gentiana sedifolia</i>			
1. <i>Lycopodium jussiaei</i>	15	3	4
2. <i>Passiflora cumbalensis</i>			
1. <i>Neurolepis aristata 1</i>	17	4	8
1. <i>Calamagrostis intermedia</i>	18	5	16
<b>TOTAL</b>			32

Fuente: El Autor

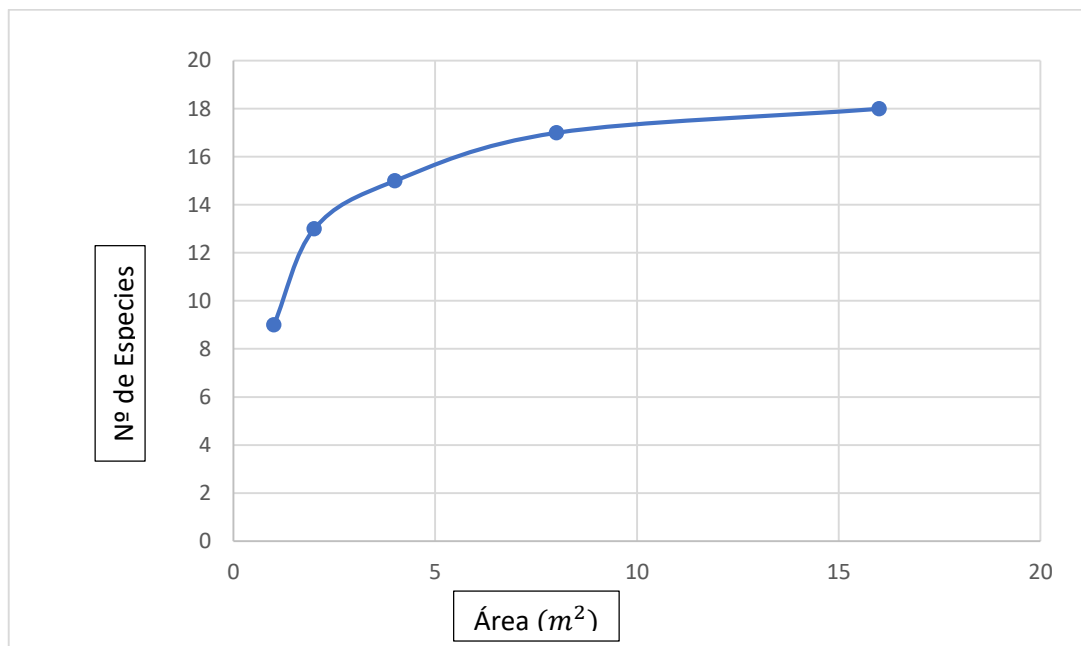


Figura 8. Curva de Especies/ Área

Fuente: El Autor

En la Figura 8 Se puede apreciar la curva de incremento de especies por metro cuadrado, empieza en  $1m^2$  con 9 especies, hasta que la curva se suaviza en los  $16 m^2$  con 17 especies.

Luego de realizar los inventarios correspondientes se pudo llegar a la conclusión de que alrededor de la Laguna de San Marcos, existen cuatro tipos de vegetación, Páramo herbáceo, Bosque siempre verde montano alto, Páramo arbustivo, Arbustos, y las especies más características del sector que son:

- *Geranium sibbaldioides* (almohadillas)
- *Puya humata* (Achupalla)
- *Blechnum cordatum* (Helecho arborescente)
- *Buddleja pichinchensis* (Quishuar)
- *Calamagrostis intermedia* (paja)
- *Odontoglossum angustatum* (orquídea común en la zona)
- *Vaccinium floribundum* (Mortiño)

Y como más representativas están:

- *Puya hamata* (Achupalla)

- *Tripterix longibracteatus* (Sigse)
- *Cortaderia sp* (La Cortadera) y la más abundante.
- *Hypericum laricifolium* (Romerillo o más conocido como Hierva de San Juan)

### 6.1.3.2 Fauna

La fauna que se encuentra en el sector es de valor incalculable gracias a su orografía, porque su relieve hace que exista diversos ecotonos y por ende sus zonas de transición sean de mayor variabilidad por su diversidad en: humedad, precipitación y temperatura, y gracias a todo esto es donde se ha originado una gran biodiversidad. (Ver Anexo 6)

- **Anfibios**

Algunas especies del género *Osornophryne* son encontradas en este sector, en la actualidad se han vuelto un gran atractivo tanto para turistas como para biólogos aficionados por los anfibios ya que en los últimos 20 años estas especies anfibias de clima frío han estado en peligro de extinción.

El Jambato Negro de Páramo o "*Atelopus ignescens*" fue hace años un habitante de las zonas frías desde un piso templado de 2900 msnm hasta donde inicia la nieve del nevado, pero varias hipótesis apuntan a que este anfibio está en peligro de extinción de su medio debido al incremento de la radiación solar.

Para su avistamiento se realizaron recorridos alrededor de la Laguna tanto en la mañana como en la tarde en el horario de 08h00 a 10h00 y de 15h00 a 19h00 realizando cuadrantes de 5m<sup>2</sup> como zona de búsqueda en el páramo.

- **Reptiles**

En este tipo de clima es muy difícil encontrar reptiles, pero varias especies del género *Pholidobolus* se pudieron identificar mediante entrevistas diciendo que esta especie se la puede encontrar en áreas abiertas y al borde de bosques, y acostumbran a alimentarse por el día de pequeños invertebrados.

- **Aves**

En este apartado existe mayor variedad de especies, ya que presentan hábitos más diversos para adaptarse al medio en su mayoría son diurnos, pero también existen especies de aves nocturnas, terrestres o acuáticas.

En el área de influencia estudiada se realizaron varios avistamientos en diferentes sectores donde se localizaron 51 especies que pertenecen a 22 familias. Entre las más representativas del sector se puede nombrar a la familia *Thraupidae* y a la *Furnariidae* y entre las más extrañas se encuentra la familia *Tinamidae* con solo una especie reconocida.

- **Mamíferos**

En este sector se encuentra una distribución amplia de masto fauna iniciando por los Artiodáctilos incluyendo a los venados y carnívoros. En el Alto Andino se pudo encontrar al venado de cola blanca "*Odocoileus virginianus*" siendo una especie muy común por este sector, y también se ha podido identificar en el parque al "*Mazama Rufina*".

Al final se pudieron registrar 17 especies de 10 familias contando como las más representativas las carnívoras con 4 familias y 6 especies avistadas, además en este lugar se puede encontrar animales que están en la lista roja de la UICN de peligro de extinción como es el *Leopardus pardilis*.

## **6.2 Evaluación de Impactos**

Para evaluar los impactos potenciales a los que está expuesto el sector, se elaboró una matriz de causa-efecto con las actividades y obras que se implementaron en el Proyecto de Riego Cayambe- Pedro Moncayo contra los factores ambientales a los que éstas afectan.

### **6.2.1. Identificación de los Principales Problemas**

Se realizaron visitas de campo en las que fueron observados y analizados los principales problemas, identificando los impactos tanto positivos como negativos, para la población y ese ecosistema, para posteriormente dar un valor en la Matriz de Leopold.

Los problemas en el sector más relevantes fueron:

- Grandes obras civiles dentro de un Parque Nacional
- Introducción de maquinaria de construcción
- Pérdida de cobertura vegetal
- Erosión y compactación del suelo
- Cambio de curso de los ríos Arturo, Boquerón y San Pedro
- Falta de estudios actualizados de la obra
- Falta de conocimiento de la obra por los moradores cercanos
- A los moradores no les importa el desgaste de la Laguna de San Marcos
- Tenencia de la tierra

### **6.2.2. Matriz de Leopold**

Después de valorar las interacciones de las 11 distintas matrices de evaluación de impactos (Ver Anexo 7) se analizaron las ponderaciones con las que se calificaron los impactos, a los que se los catalogó como irrelevante, moderado, severo y crítico dando como resultado la siguiente matriz:

Tabla 14.

Matriz de Identificación de Impactos Ambientales

MATRIZ CAUSA - EFECTO																	
CUANTIFICACION Y EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES																	
TESIS: PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO PARA LA LAGUNA DE SAN MARCOS																	
ACCIONES DEL PROYECTO			ACCIONES												SUMATORIA		
			FASE DE CONSTRUCCION												FACTOR AMBIENTAL	SUBCOMPONENTE	COMPONENTE
COMPO-NENTE	SUBCOMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL	INCLUSION AL MEDIO DE MAQUINARIA DE CONTRUCCION	CAPTACION DE AGUA DE LOS RIOS "ARTURO, BOQUERON Y SAN PEDRO"	CONSTRUCCIO N DEL TUNEL DE TRAVASE Y UN CANAL ABERTO	CONSTRUCCIO N DE SIETE TUNELES Y RED DE CANALES SECUNDARIOS Y TERCARIOS	TRES CAPTACIONES SUPERIORES Y UN DESVIO	PRESA DE 10 000 000 m3	DESAGUE DE FONDO TIPO AORNING GLORY	UN ACUEDUCTO Y CUATRO ALCANTARILLA	CUATRO EMPATES CON VIAS	PRICIPALES: CAVAMBE, CAJAS, TABACUNDO, CAJAS Y LINEA	CANAL PRINCIPAL CON CAPACIDAD DE CONDUCCION INICIAL	TRES TUNELES DE REGULACION 45 000 M3 CON CAPTACION DEL RIO LA CHIMBA CON DESARENADOR ESY	FACTOR AMBIENTAL	SUBCOMPONENTE	COMPONENTE
ABIOTICO	AIRE	Calidad del aire	28	15	23	23	15	31	23	25	28	23	22	23	285	874	
		Presencia de Olores	25	13	19	19	13	26	22	24	24	18	17	24	244		
		Nivel de Ruido	34	26	28	30	24	35	30	20	34	23	28	33	345		
	SUELO	Calidad del suelo	20	22	18	23	20	26	23	18	23	21	20	25	253		
		Compactación	42	24	32	31	23	25	25	31	52	30	35	32	382		
	Erosión	39	41	38	40	43	43	41	41	42	38	38	43	487	1128		
AGUA	Calidad de Agua Superficial	23	19	15	16	18	19	21	26	21	19	17	21	235	516	2518	
	Calidad de Agua Subteranea	27	25	18	22	25	26	25	21	25	22	19	26	281			
BIOTICO	FLORA	Cobertura Vegetal	34	26	28	27	26	32	41	34	36	36	30	32	382	1614	
	FAUNA	Animales Terrestres	36	34	32	34	36	34	34	46	50	34	34	36	440		
		Aves	27	27	25	23	29	27	27	26	23	26	26	28	320		
Insectos	50	38	32	34	38	46	34	46	38	34	34	48	472	1614			
ANTROPI CO	MEDIO PERCEPTUAL	Vista panoramica y paisaje	27	29	25	27	29	37	40	32	36	31	28	31	372	372	1288
	HUMANOS	Calidad de vida	3	4	3	4	4	6	3	21	43	6	1	14	118		
		Salud y seguridad	23	20	29	23	20	23	23	24	26	25	29	25	296		
	ECONOMÍA Y POBLACIÓN	Empleo	52	38	48	36	38	40	38	36	54	36	48	38	502		
Pobreza		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	502		
ARQUEO LÓGICO	INTERES ESTETICO Y HUMANO	Sitios y objetos histoticos y arqueologicos	0	0	2	2	0	0	0	2	0	2	2	0	10	10	10
			430	401	415	420	401	476	450	473	567	424	428	485	5430		

Fuente: El Autor

Tabla 15.

*Clasificación de Impactos Según la Matriz de Leopold*

<b>Irrelevante</b>	<b>0 ≤ / &lt; 25</b>
<b>Moderado</b>	<b>25 ≤ / &lt; 50</b>
<b>Severo</b>	<b>50 ≤ / &lt; 75</b>
<b>Crítico</b>	<b>75 ≤</b>

Fuente: El Autor

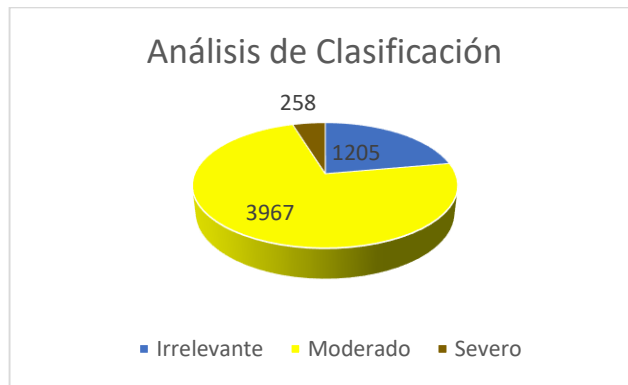


Figura 9. Análisis de Clasificación de Impactos Según el Puntaje de la Matriz

Fuente: El Autor

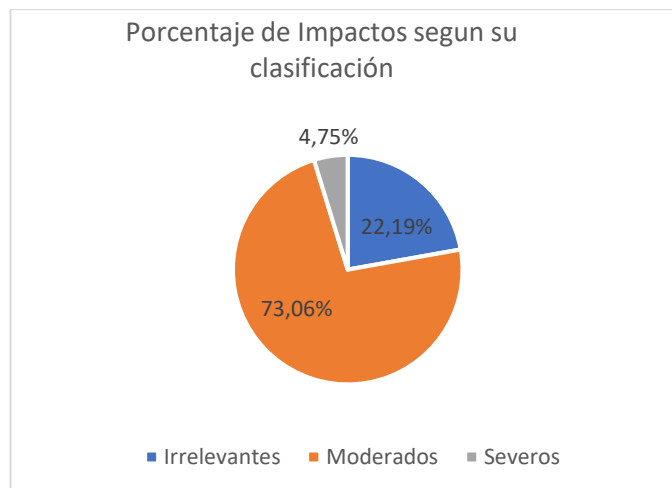


Figura 10. Porcentaje de Impactos Según su Clasificación

Fuente: El Autor

En la Figura 10 luego de realizar la Matriz de Leopold se puede observar más claramente el estado del sector y los impactos, dando como resultado un 22.19% de impactos irrelevantes, 73.06% de impactos moderados y 4.75% de impactos severos.

### 6.3 Valores de IDW

La obtención de resultados del **objetivo específico 2** se inició ordenando los datos obtenidos del INAMHI de forma mensual multianual por cada estación meteorológica y posteriormente, esta información se ingresó en el programa ArcGis 10.3 a manera de ShapeFiles para proceder a realizar la interpolación, teniendo en cada campo una estación meteorológica con sus respectivos meses. (Ver Anexo 8)

Tabla 16.

#### *Datos Interpolados de Precipitación*

<b>Mes</b>	<b>(mm)</b>
<b>Enero</b>	83,93
<b>Febrero</b>	97,46
<b>Marzo</b>	126,01
<b>Abril</b>	123,13
<b>Mayo</b>	105,96
<b>Junio</b>	50,85
<b>Julio</b>	36,20
<b>Agosto</b>	25,96
<b>Septiembre</b>	49,55
<b>Octubre</b>	108,28
<b>Noviembre</b>	111,58
<b>Diciembre</b>	105,36

Fuente: El Autor

En los siguientes gráficos podemos observar los valores más representativos de la interpolación que son los meses de marzo y agosto que cuentan con los valores máximos y mínimos respectivamente obtenidos en el cálculo.

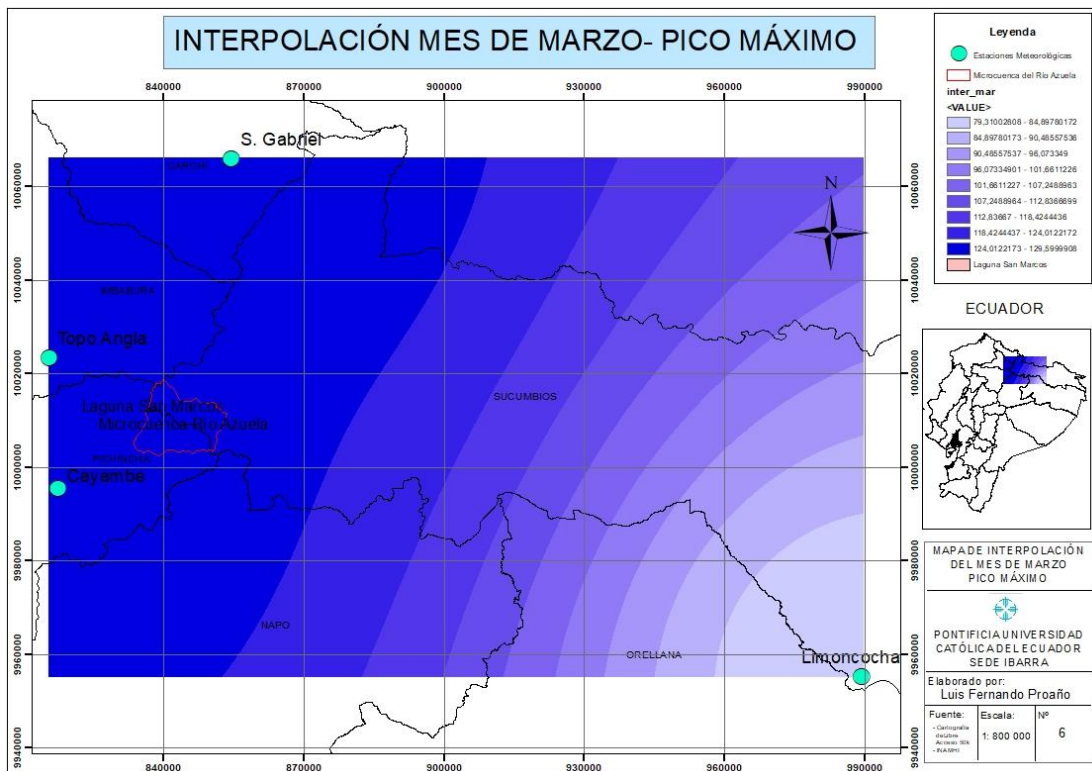


Figura 11. Mapa de Interpolación del Mes de Marzo- Pico Máximo

Fuente: El Autor

En la Figura 11 se puede apreciar la interpolación de datos para el mes de marzo cuyo valor medio multianual es de 126.01 mm que es valor máximo del año.

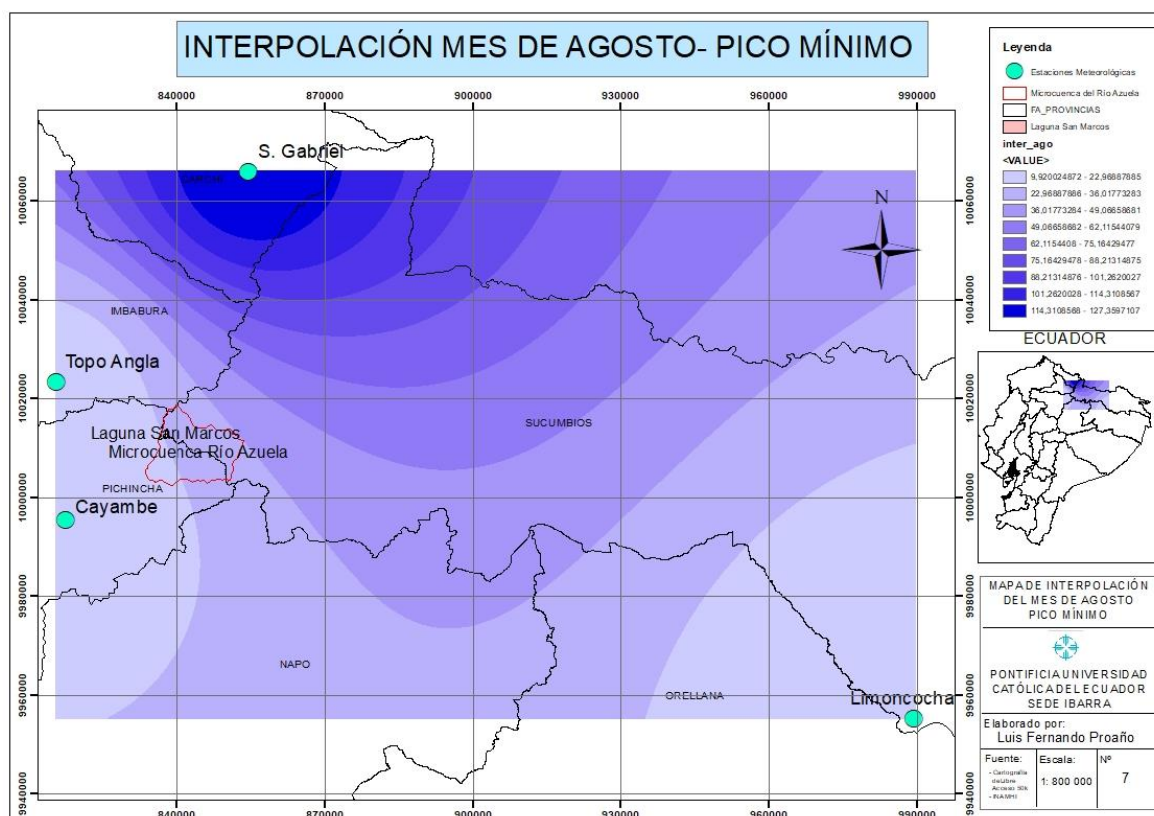


Figura 12. Mapa de Interpolación del Mes de Agosto- Pico Mínimo

Fuente: El Autor

En la Figura 12 se puede apreciar la interpolación de datos para el mes de agosto cuyo valor medio multianual es de 25.96 mm que es valor mínimo del año.

Al momento de tratar de realizar la interpolación, se pudo notar que no existen estaciones meteorológicas cercanas al área de estudio de las cuales se pueda obtener datos de precipitación, siendo necesario conseguir valores de estaciones meteorológicas lejanas para poder formar el cuadrante; es así, que se utilizaron los datos de la estación meteorológica de Limoncocha que se encuentra a 163 km desde la Laguna de San Marcos, y la estación meteorológica de San Gabriel que se encuentra a 57 km. Los datos de las otras dos estaciones utilizadas se encuentran cercanas al lugar de estudio.

## 6.4 Modelo de Balance Hídrico

Luego de obtener los datos de interpolación, se procedió a ingresarlos al software HEC-HMS 4.2.1 con un intervalo mensual y una fecha de control hasta un mes luego del último valor obtenido debido a que el proceso de escurrimiento tarda un tiempo en finalizar, dando los siguientes resultados.

En el primer resultado del proceso de cálculo que realiza el programa, se observa el área de drenaje (superficie de la laguna), el pico máximo de descarga, el volumen que ocupa la descarga y el mes de pico más alto.

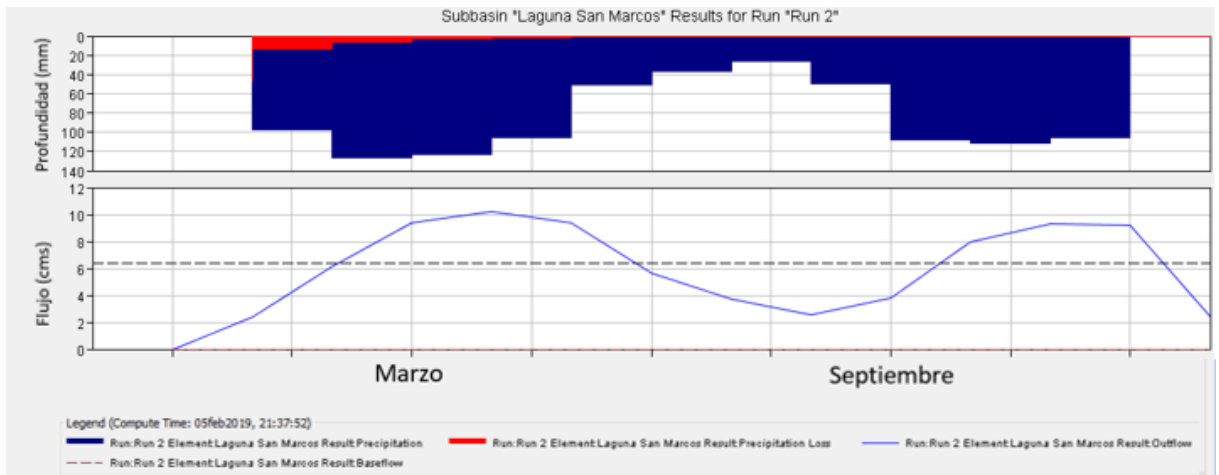
Tabla 17.

*Resumen Global de Análisis Hídrico*

<b>Elemento Hidrológico</b>	<b>Área de Drenaje</b>	<b>Pico de Descarga</b>	<b>Mes de Pico más Alto</b>	<b>Volumen</b>
	<b><math>km^2</math></b>	<b><math>(m^3 \cdot s^{-1})</math></b>		<b><math>(1000m^3)</math></b>
<b>Laguna San Marcos</b>	0.625	10.5	Marzo	609.7

Fuente: El Autor

Los siguientes gráficos muestran al hidrograma de crecida, la profundidad de infiltración, flujo de salida, precipitación, precipitación acumulada, percolación, exceso de presentación, exceso de precipitación acumulada, pérdida de precipitación, pérdida de precipitación acumulada, escorrentía directa.



*Figura 13.* Hidrograma de Crecida y Diagrama de Infiltración.

Fuente: El Autor

El hidrograma está expresado en función de meses y la precipitación de cada uno, dando como resultado una curva con valores de salida, además de tomar en cuenta en el gráfico el valor del caudal de entrada a la Laguna San Marcos de los ríos: Arturo, Boquerón y San Pedro que se direccionaron a la misma. En la figura del Hidrograma de Crecida se puede deducir que el valor más alto de flujo inicia en el mes de marzo hasta alcanzar un máximo de 10 cms al final de este, luego desciende gradualmente hasta el mes de agosto dando como valor mínimo un flujo de 2 cms y finalmente en el mes de diciembre vuelve a incrementar su flujo hasta casi 10 cms.

El Diagrama de Infiltración se encuentra expresado por meses en función de milímetros cuando el agua atraviesa la superficie porosa del suelo, y su resultado se lo puede observar en barras que miden su alcance. En este diagrama se puede observar que en el mes de marzo es donde mayor profundidad alcanza la precipitación con un valor superior a los 120 mm, por otro lado, el valor mínimo de infiltración se lo puede apreciar en el mes de agosto con un valor inferior a los 40mm y finalmente en el mes de noviembre se vuelve a incrementar hasta los 100 mm de profundidad.

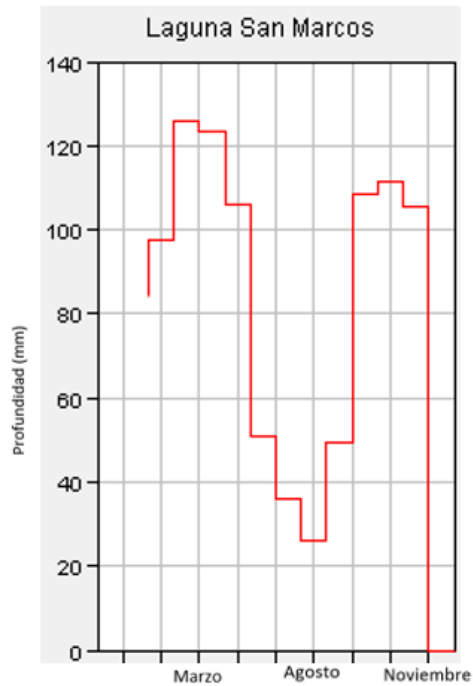


Figura 14. Diagrama de Precipitación

Fuente: El Autor

En la Figura 14 se encuentra expresada la profundidad en función de meses, de lo que se puede apreciar en cuales el agua alcanza su máxima profundidad que son los meses de marzo y noviembre donde se produce la mayor precipitación con valores que sobrepasan los 100 mm de profundidad, en el mes de agosto es donde alcanza valores mínimos de profundidad menores a 40 mm.

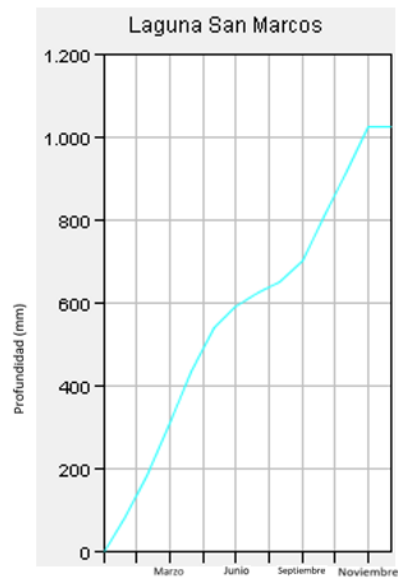


Figura 15. Diagrama de Precipitación Acumulada

Fuente: El Autor

En la Figura 15 se observa el recorrido de una partícula (precipitación) en un periodo de un año dando como resultado la distancia acumulada expresada en mm alcanzando hasta los 600 mm en el mes de junio, y luego disminuye en los meses de poca lluvia que son desde junio hasta septiembre, y por último aumenta de manera constante hasta alcanzar poco más de 1000 mm en el mes de noviembre.

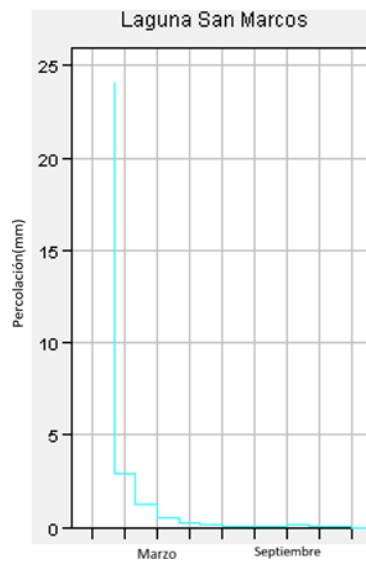


Figura 16. Infiltración de Suelo

Fuente: El Autor

La Figura 16 expresa uno de los tres procesos significantes del agua superficial que es la infiltración del agua que posteriormente se transforma en humedad del suelo, se puede apreciar que el agua lluvia penetra en la superficie del terreno hacia el suelo hasta los 25mm en los primeros meses y luego disminuye de manera rápida desde el mes de junio.

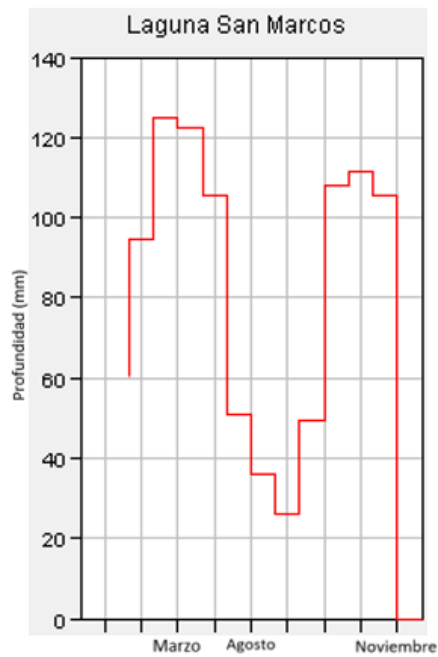


Figura 17. Diagrama de Exceso de Precipitación

Fuente: El Autor

La Figura 17 expresa el exceso de precipitación o también conocido como precipitación efectiva, la misma que no se retiene en el suelo y tampoco se infiltra, sino que fluye en la superficie de la cuenca convirtiéndose en flujo terrestre hortoniano hasta la salida de la cuenca donde se observa que no es muy notable en el año, a excepción de los primeros meses del año.

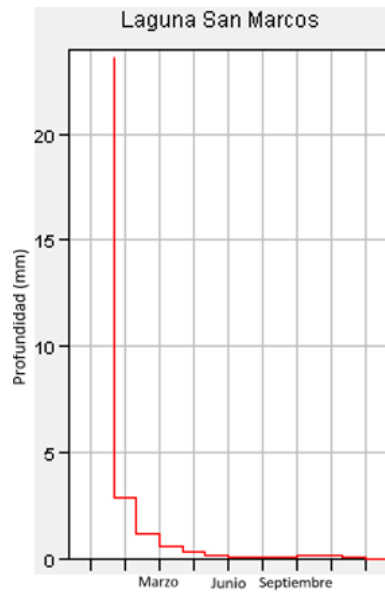


Figura 18. Pérdida de Precipitación

Fuente: El Autor

En la Figura 18 se indica la pérdida de precipitación o también llamada como abstracciones que nos indica la cantidad de agua que la infiltración puede absorber teniendo en cuenta la interceptación y el almacenamiento superficial dando como resultado valores similares al diagrama de infiltración de suelo en vista de que casi toda la precipitación es absorbida con una profundidad de hasta casi 25mm.

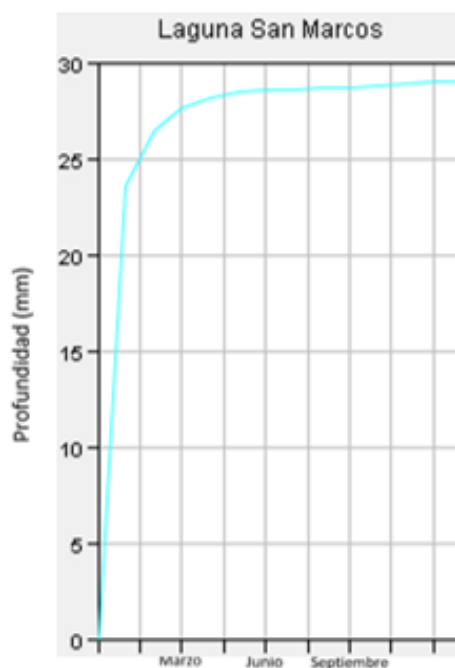


Figura 19. Diagrama de Pérdida de Precipitación Acumulada

Fuente: El Autor

En la Figura 19 se puede observar que en los primeros meses la pérdida de precipitación acumulada es significativa, hasta el mes de marzo que se comienza a saturar, y después la curva empieza a suavizarse desde los 28 mm.

Tabla 18.

*Serie de Datos Resultantes del Análisis Hidrológico*

<b>Mes</b>	<b>Precipitación (mm)</b>	<b>Pérdida de precipitación (mm)</b>	<b>Exceso de precipitación (mm)</b>	<b>Flujo Directo (<math>m^3 \cdot s^{-1}</math>)</b>	<b>Flujo Base (<math>m^3 \cdot s^{-1}</math>)</b>	<b>Flujo Total (<math>m^3 \cdot s^{-1}</math>)</b>
<b>Enero</b>	83,93	23,60	60,33	3,9	0,0	3,9
<b>Febrero</b>	97,46	2,88	94,58	7,2	0,0	7,2
<b>Marzo</b>	126,01	1,18	124,83	10,0	0,0	10,0
<b>Abril</b>	123,13	0,52	122,61	10,5	0,0	10,5
<b>Mayo</b>	105,96	0,26	105,70	9,5	0,0	9,5
<b>Junio</b>	50,85	0,09	50,76	5,7	0,0	5,7
<b>Julio</b>	36,20	0,06	36,14	3,7	0,0	3,7
<b>Agosto</b>	25,96	0,04	25,92	2,6	0,0	2,6
<b>Septiembre</b>	49,55	0,06	49,49	3,8	0,0	3,8
<b>Octubre</b>	108,28	0,11	108,17	8,0	0,0	8,0
<b>Noviembre</b>	111,58	0,09	111,49	9,3	0,0	9,3
<b>Diciembre</b>	105,36	0,07	105,29	9,2	0,0	9,2
<b>Enero</b>	0,00	0,00	0,00	2,4	0,0	2,4

Fuente: El Autor

En la Tabla 18 se puede observar un resumen de datos mensuales aportados de precipitación más una semana de control y de resultados como pérdidas excesos y flujos. En el mes de enero que es el mes de control se puede observar que aún existe un flujo de 2,4 mm de escurrimiento. Además, se puede ver que los parámetros de Pérdida y Exceso son consecuentes con el parámetro de Precipitación.

Tabla 19

*Resumen de Resultados Totales del Análisis Hidrológico*

<b>Pico de Descarga</b>	<b>10.5 (<math>m^3 \cdot s^{-1}</math>)</b>
<b>Volumen de Precipitación</b>	1024.27 $m^3$
<b>Volumen de Pérdida</b>	28.95 $m^3$
<b>Volumen Exceso</b>	995.32 $m^3$
<b>Mes de Pico de Descarga</b>	Marzo
<b>Volumen Escorrentía Directa</b>	975.57 $m^3$
<b>Flujo Base</b>	6.3 ( $m^3 \cdot s^{-1}$ )
<b>Volumen de Descarga Total Anual</b>	200.57 $\times 10^4 m^3$

Fuente: El Autor

Por último, la Tabla 19 de resultados nos muestra un resumen de las sumatorias totales de cada parámetro que se ha podido calcular con el programa. Se puede observar el volumen total de precipitación que es 1024.27  $m^3$  y su volumen total de pérdida con un valor de 28.95  $m^3$ , además se puede observar la escorrentía directa con un valor de 975.57  $m^3$  más la suma del flujo base dando como resultado un volumen de descarga total anual de 200.57  $\times 10^4 m^3$ , siendo este un límite máximo de uso racional del recurso que se podría utilizar anualmente en el Proyecto de Riego Cayambe- Pedro Moncayo.

## **6.5 Propuesta del Plan de Manejo y Conservación para la Laguna de San Marcos**

Para la obtención de resultados del **objetivo específico 3** fue necesario la colaboración del GAD de Pedro Moncayo que aportó con la Agenda de Desarrollo Territorial para el Área de Influencia del Canal de Riego Cayambe Pedro Moncayo, donde se pudo recolectar información de obras civiles que no se pudo apreciar con totalidad en las salidas de campo.

Además, se investigó acerca de actividades que ayudarían a que las afectaciones ambientales en el sector se puedan mitigar, controlar, compensar, evitar riesgos, dar seguimiento y capacitar a los involucrados del proyecto.

### **6.5.1 Resumen Ejecutivo**

La Laguna de San Marcos es un recurso hídrico que se encuentra en el Parque Nacional Cayambe Coca. Desde el año 2010, esta laguna ha sido el centro de atención para el Proyecto de Riego Cayambe- Pedro Moncayo, en el que se dotará de agua de riego a parroquias de dichos cantones, tomando en cuenta que la Laguna de San Marcos es un cuerpo hídrico pequeño y según la Agenda de Desarrollo Territorial para el Área de Influencia del Canal de Riego Cayambe- Pedro Moncayo (2016-2020) abastecerá a 14 000 ha de sembríos y plantaciones, se ha elaborado la propuesta del Plan de Manejo Ambiental para dicha laguna, que busca un buen uso y distribución del agua, utilizándola de manera sustentable para que las generaciones futuras puedan lograr de los mismos beneficios con los que contamos actualmente.

### **6.5.2 Objetivos del Plan de Manejo Ambiental**

- Sensibilizar a los agricultores para una producción sustentable.
- Reducir los impactos negativos al medio que provocan las actividades antrópicas con el Proyecto de Riego. Cayambe- Pedro Moncayo.
- Fortalecer al sector agrícola, para una mejor producción.
- Mejorar la calidad de vida de las personas que se encuentran en el área de influencia.

### **6.5.3. Política Ambiental**

La Política Ambiental en la que se enfoca este Plan de Manejo es en la estricta protección del medio y en el uso sostenible de los recursos naturales, contando con el fiel compromiso

de promover la práctica eficiente y racional del agua, ubicándose dentro de la normativa legal vigente y asegurando que se encuentre dentro de los alcances del proyecto de riego Cayambe- Pedro Moncayo, enfatizando así no solo en el uso sostenible, sino también en la eficiencia del proyecto para que la productividad del área agrícola del sector pueda beneficiarse.

#### **6.5.4. Misión y Visión**

##### **6.5.4.1 Misión**

Infundir en las comunidades que se encuentran en el área de influencia y en los miembros encargados del Proyecto de Riego Cayambe- Pedro Moncayo un mejor uso sustentable del recurso agua, desde el punto de vista sensible para las personas, para así vincularlas a través de las buenas prácticas ambientales con sus recursos y disminuir los impactos producidos.

##### **6.5.4.2 Visión**

Una zona de influencia que pueda aprovechar al máximo y de manera sostenible sus recursos naturales, sin dejar a un lado la importancia de su productividad y trabajando de manera armoniosa entre su ambiente, su economía y sus recursos.

## **6.5.5 Programas del Plan de Manejo y Conservación:**

### **6.5.5.1 Programa de Mitigación de Impactos**

En la elaboración del programa de mitigación se implementaron estrategias que sirven para eliminar o mitigar impactos que surgieron por la construcción y ejecución del Proyecto de Riego Cayambe- Pedro Moncayo, teniendo como fin mejorar la calidad de vida de las personas de la zona de influencia y mejorar la calidad ambiental del sector, en especial de la Laguna de San Marcos.

A continuación, se observan acciones legales de mitigación de acuerdo con el Reglamento Ley Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, y con el Código Orgánico Ambiental.

- Evitar que se haga un mal uso del agua, se lo utilice sólo para las actividades básicas del ser humano como el consumo y riego.
- Sólo un representante capacitado y electo de las juntas de riego puede elaborar la demarcación de una cuenca hidrográfica.
- Las Juntas de Agua deben colaborar con la Secretaría del Agua para el buen uso del recurso, además del mantenimiento correspondiente del sistema de riego para evitar su deterioro progresivo y su contaminación.
- Se podrá prevenir áreas para la protección hídrica cuando las medidas de regulación no sean suficientes.

Tabla 20.

*Programa de Mitigación de Impactos*

PROGRAMA DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS							
<b>Objetivo: Mitigar impactos producidos por el Proyecto de Riego Cayambe- Pedro Moncayo alrededor de la Laguna San Marcos evitando así el progresivo deterioro de este cuerpo de agua.</b>							
							<i>PMI-01</i>
<b>Lugar de aplicación: Área de Influencia</b>							
<b>Responsable: Gobierno Provincial de Pichincha, GAD Cayambe, GAD Pedro Moncayo</b>							
Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazos		
					Inicio	Periodicidad	Finalización
<b>Emisiones gaseosas de combustión</b>	Contaminación del aire	Mantenimiento preventivo y renovación de la maquinaria que se moviliza por las vías. Olmedo y Laguna San Marcos (17.82 km). By Pass Olmedo- Pesillo (1.75 km). Vía a la captación del Río Boquerón (0.53 km). Vía a la captación del Río San Pedro (0.378 km). Vía a la captación del Río Arturo (2.74 km). Vía de acceso al portal de la rápida (0.18 km). Vía de acceso al túnel de desvío (1.30 km)	Mantenimientos realizados / Renovaciones realizadas	Registros de mantenimiento y/o facturas de trabajos contratados y de compra de maquinaria		Trimestral	
<b>Emisiones gaseosas de combustión</b>	Contaminación del aire	Mantenimiento de los sistemas mecánicos para prevenir y corregir molestias imprevistas y su pronta decadencia.	Registros de mantenimientos/ Registros	Bitácora de mantenimientos		Semestral	

Continuación de tabla 20

			mantenimientos			
			programados			
<b>Emisiones gaseosas de combustión</b>	Contaminación del aire	Si se superan los límites permisibles de emisiones a la atmósfera, presentar operaciones correctivas dentro de los 30 días posteriores al monitoreo.	Operaciones correctivas/ operaciones correctivas programadas	Registro de operaciones correctivas/ Facturas de piezas sustituidas		Cada vez que las operaciones correctivas indiquen una modificación pertinente.
<b>Generación de olores</b>	Contaminación del aire	Realizar mantenimientos preventivos de los túneles y redes de canales, captaciones, desagües y presas, para evitar aguas estancadas.	Registros de mantenimiento /registros de mantenimientos programados	Bitácora de mantenimientos		Trimestral
<b>Generación de sedimentos a la Laguna San Marcos</b>	Contaminación del cuerpo de agua	Limpieza continua de los canales afluentes y efluentes, además de la limpieza de los alrededores de la Laguna de San Marcos.	Registros de mantenimiento /registros de mantenimientos programados	Bitácora de mantenimientos y limpieza		Mensual
<b>Eutrofización de la Laguna de San Marcos</b>	Contaminación de agua	Evitar el vertido de desechos agrícolas o ganaderos, limpieza continua de los canales que se direccionan a la Laguna de San Marcos.	Registros de mantenimientos realizados/ registros de mantenimientos	Registros de mantenimiento y/o facturas de trabajos contratados		Mensual

Continuación de tabla 20

programados					
<b>Pérdida del volumen de agua en la Laguna San Marcos</b>	Desgaste del cuerpo hídrico	Disminuir el servicio de riego en época de lluvia y destinarlo a zonas donde haya necesidad de agua.	Registro fotográfico del sector	Registros de caudal de salida de la Laguna	Anual

### **6.5.5.2 Programa de Medidas Compensatorias.**

Para la elaboración del Programa de Medidas Compensatorias se han impuesto actividades que directamente interfieran con la rehabilitación del sector afectado de la Laguna de San Marcos y en lo posible de su área de influencia, intentando así mitigar impactos irreversibles y compensar de cierta forma las zonas afectadas.

A continuación, se presentan varias acciones legales con las que se puede sustentar las medidas compensatorias de acuerdo con el Código Orgánico Ambiental.

- Si se han presentado daños ambientales imprevistos, el responsable, operador u organización deberá compensar e indemnizar además de adoptar medidas de advertencia hacia las personas que se encuentren en el área de influencia.
- Luego de la implementación del proyecto se procurará llegar al estado anterior a las actividades realizadas en el sector, caso contrario se procederá a tomar medidas indemnizatorias.
- Si se han ocasionado daños no previstos, la indemnización se deberá efectuar a través de la Autoridad Ambiental Competente.

Tabla 21.

*Programa de Medidas Compensatorias*

PROGRAMA DE MEDIDAS COMPENSATORIAS							
<b>Objetivo: Definir medidas para compensar impactos provocados por el Proyecto de Riego Cayambe Pedro Moncayo mediante actividades en el sector de La Laguna de San Marcos.</b>						<i>PMC-02</i>	
<b>Lugar de aplicación: Área de Influencia</b>							
<b>Responsable: Gobierno Provincial de Pichincha, GAD Cayambe, GAD Pedro Moncayo</b>							
Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazos		
					Inicio	Periodicidad	Finalización
<b>Alteración Paisajística</b>	Remoción de cobertura vegetal	Implementar reforestaciones alrededor de los espacios afectados, a una distancia prudente en donde no afecte la construcción, ya sea en un futuro con sus raíces, o con escombros de hojas o ramas.	Aumento de la belleza paisajística	Registro de participantes. Fotografías	Marzo		Abril
<b>Alteración Paisajística</b>	Infraestructura construida	Realizar mingas para pintar la fachada de las construcciones y evitar el contraste con la naturaleza	Registro del número de participantes	Registro de participantes. Fotografías		Anual	
<b>Uso del recurso</b>	Acarreo de sedimentos	Dragar la Laguna de San Marcos para extraer sedimentos y limpiar en la profundidad	Recurso hídrico sin impurezas	Registro fotográfico. Facturas del trabajo de la maquinaria  Registro de personal		Anual	

Continuación de tabla 21

<b>Fauna</b>	Migración de la fauna del sector	Reincorporar la fauna del sector ahuyentada por los ruidos y presencia tanto de maquinaria como de personal de construcción.	Número de especies reincorporadas	Registro Fotográfico	Enero	Febrero
		Organizar mingas para la instauración de madrigueras, nidos, senderos bebederos de agua, etc.	Número de nidos y madrigueras instauradas	Registro de las ubicaciones de madrigueras, nidos, senderos bebederos de agua, etc.		

### **6.5.5.3 Programa de Contingencias y Riesgos**

Para la elaboración del Programa de Contingencias y Riesgos se pusieron en consideración las posibles emergencias que se pueden suscitar a lo largo de la etapa de funcionamiento del proyecto de riego y que pueda poner en peligro al ámbito ambiental o a la seguridad de las personas que trabajan en el sector y que viven en el área de influencia.

A continuación, se presentan varias acciones legales a ser tomadas en cuenta en caso de ocurrir alguna situación de emergencia o de riesgo, estas acciones legales se las ha tomado del Reglamento Ley Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, y con el Código Orgánico Ambiental.

- Cuando haya ocurrido alguna situación que ponga en riesgo al sector ambiental el responsable deberá advertir e inmediatamente adoptar las medidas de contingencia mitigación y corrección.
- Las medidas de contingencias deberán ser aplicadas de forma oportuna, antes de que se aplique el procedimiento sancionatorio.
- Se debe implementar protocolos de emergencia para la fauna del sector en caso de alguna catástrofe o emergencia.
- Se debe establecer un protocolo para desastres o emergencias ocasionados por el cambio climático.
- Se debe informar de una situación de emergencia dentro de las 24h de haber ocurrido el incidente, caso contrario se aplicará la sanción contenida en el numeral 4 del artículo 320.

Tabla 22

*Programa de Contingencias y Riesgos*

PROGRAMA DE CONTINGENCIAS Y RIESGOS						
<b>Objetivo: Elaborar un Programa de Contingencias que tome en cuenta posibles situaciones de emergencia en la etapa de funcionamiento del Proyecto de Riego, que sumado a la intervención humana pueda causar un daño significativo, tanto al ambiente como a la seguridad ocupacional.</b>						<b>PCR-03</b>
<b>Lugar de aplicación: Área de Influencia</b>						
<b>Responsable: Gobierno Provincial de Pichincha, GAD Cayambe, GAD Pedro Moncayo</b>						
Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazos	
					Inicio	Periodicidad
<b>Riesgo Laboral</b>	Salud Humana	Programar y realizar simulacros con el personal que se encuentre laborando en el sector, encaminados a incendios, terremotos, derrumbes, deslaves, etc.	Registro de simulacros elaborados anualmente.	Registro fotográfico	Trimestral	
<b>Riesgo Laboral</b>	Salud Humana	Colocar señalización de proximidad a las presas y canales	Registro de números de señalizaciones puestas	Registro fotográfico. Facturación de la señalética.	Prime ra seman a de funcio namie nto	Segunda semana de funcionami ento

Continuación de tabla 22

<b>Riesgo Laboral</b>	Bienestar Laboral	Designar un responsable de seguridad e higiene de la infraestructura	Registro de capacitaciones al personal	Talentos capacitados.	Al siguiente mes luego de haber sido aprobado el plan.
<b>Emisiones gaseosas</b>	Contaminación atmosférica	Utilizar productos biodegradables que minimicen la emisión de gases y olores al ambiente y a sectores adyacentes.	Disminución de olores	Registro fotográfico Facturas de compras de productos degradables	Primer mes de funcionamiento Sexto mes de funcionamiento
<b>Disponibilidad de agua.</b>	Disminución del recurso natural	Prevenir colapsos y rupturas de tubería y canales	Registro de mantenimiento de tuberías y canales	Registro fotográfico de mantenimientos	Semestral
<b>Agua</b>	Desborde de los ríos y canales	Implementar bombas para control de inundaciones	Numero de bombas implementadas Lugares para la implementación	Registro fotográfico Factura de compra de bombas Evaluación de lugares para la implementación	Seis meses antes del funcionamiento Primera semana del funcionamiento

#### **6.5.5.4 Programa de Seguimiento Evaluación y Control**

Para la elaboración del Programa de Seguimiento Evaluación y Control se consideraron actividades que asegurarán que las acciones consideradas anteriormente se cumplan a cabalidad, tomando en cuenta que no se aleje de los objetivos iniciales de conservación.

A continuación, se presentan varias acciones legales a tomar en cuenta para la evaluación y control, las mismas que se las ha tomado de Reglamento Ley Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua, Registro Oficial N.º 305, Código Orgánico del Ambiente.

- Las Funciones de Consejos de Cuenca deben participar en la formulación de directrices y orientaciones, así como en el seguimiento y evaluación del Plan de Gestión Integral por Cuenca Hidrográfica.
- La autoridad única del agua tiene como deber ejercer la rectoría integral e integrada de los recursos hídricos y dar seguimiento a su cumplimiento.
- A la autoridad ambiental se le atribuye el establecimiento de lineamientos, directrices, normas y mecanismos de control y seguimiento para la conservación y manejo sostenible de los recursos hídricos.

Tabla 23.

*Programa de Seguimiento Evaluación y Control*

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO EVALUACIÓN Y CONTROL							
<b>Objetivo: Elaborar un programa destinado al seguimiento de cada una de las actividades para así disminuir los impactos al ambiente causados por la implementación del proyecto de riego Cayambe- Pedro Moncayo mediante actividades de control.</b>						<i>PSEC-04</i>	
<b>Lugar de aplicación: Área de Influencia</b>							
<b>Responsable: Gobierno Provincial de Pichincha, GAD Cayambe, Gad Pedro Moncayo</b>							
Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazos		
					Inicio	Periodicidad	Finalización
<b>Monitoreo y Seguimiento</b>	Cumplimiento de las normas y ejecución del Plan de Manejo	<p>En el monitoreo a realizar se deben tomar en cuenta todas las acciones y actividades del Plan de Manejo y debe ser llevado a cabo por personal capacitado, así mismo para los monitoreos se debe incluir a líderes de comunidades cercanas y juntas de agua cercanas.</p> <p>La metodología más acertada está basada en recopilar información e interrelacionarla en un esquema de sistema de matrices de causa-efecto.</p> <p>El encargado escogido será el delegado para emitir informes en periodos tal y como se lo ha planteado en actividades anteriores y</p>	Al siguiente mes luego de haber iniciado con la operación del proyecto se llevarán a cabo los primeros recorridos e inspecciones.	<p>Informes de monitoreo y seguimiento</p> <p>Registro fotográfico</p>	Mensual		

Continuación de tabla 23

		<p>enviándolos a la Autoridad Única Ambiental mediante las siguientes actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recorridos de seguridad a cada una de las construcciones para comprobar su uso adecuado y sus debidas precauciones.</li> <li>• Monitorear periódicamente los diferentes sitios propensos a que puedan tener dificultades como: deslizamientos, taponamiento de tuberías y canales, etc.</li> <li>• Monitoreos de caudales de entrada y de salida</li> <li>• Monitoreo de cantidad de la precipitación del sector.</li> </ul>			
<b>Descarga de aguas al canal</b>	Contaminación del agua	<p>Periódicamente se deberá hacer un monitoreo de la calidad del agua en caso de haber sido contaminado en el transcurso de algún canal.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se deberá hacer un análisis de calidad de agua en puntos de inicio y final del proyecto.</li> <li>• Los monitoreos se deberán hacer con métodos establecidos en el Libro XI Anexo 1 del TULSMA.</li> <li>• Los parámetros que se van a analizar son: pH, Temperatura, Coliformes Fecales, Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos Totales, Metales, DBO, DQO, Hidrocarburos Totales, Tenso activos, Pesticidas Organoclorados y Organofosforado.</li> </ul>	Los encargados del proyecto deberán hacer monitoreo de calidad de agua antes de iniciar con el funcionamiento.	Resultados de los análisis.  Registro fotográfico	Semestral

Continuación de tabla 23

---

<ul style="list-style-type: none"> <li>Los parámetros deberán ser comparados con los expuestos en la tabla No. 12, anexo 1, Libro VI, TULSMA.</li> </ul>					
<b>Alteración paisajística</b>	Plantaciones forestales.	Monitoreo a las plantaciones forestales propuestas para compensar la alteración paisajística.	Registro de conteo de especies	Registro fotográfico	Mensual.
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Regar las plantaciones en caso de contar con la suficiente lluvia.</li> <li>Instalar una cerca temporal alrededor de las especies para que no sufran daños por el viento o por la fauna del sector.</li> <li>Hacer un recuento de especies plantadas y registrar si alguna no ha podido desarrollarse de forma correcta</li> </ul>		Facturas de compra de cercas y de especies	

---

#### **6.5.5.5 Programa de Capacitación**

En el Programa de Capacitación fue necesario evaluar las necesidades de las poblaciones involucradas y del personal a cargo del proyecto de Riego Cayambe - Pedro Moncayo, enfocándose en el personal en el que cuyas actividades puedan generar un impacto ambiental negativo significativo.

En el siguiente apartado se puede observar varias acciones legales a tomar en cuenta para poder realizar la respectiva capacitación a cada uno de los involucrados que se pueden encontrar en: Código Orgánico Ambiental y Marco Legal y Ley de Aguas

- Se debe invertir recursos en capacitaciones para que así el personal pueda empoderarse del proyecto.
- El programa de capacitación debe ser diseñado para implementarlo de forma permanente y participativa para así tener un manejo óptimo de los recursos y del financiamiento.
- La obligación del Estado debe ser invertir recursos para investigación y la capacitación y así garantizar la soberanía alimentara del país, acciones que involucran un objetivo estratégico de la constitución.

Tabla 24.

*Programa de Capacitación*

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN							
<b>Objetivo: Elaborar un programa para la capacitación de talentos involucrados en el Proyecto de Riego Cayambe Pedro Moncayo para contribuir al buen funcionamiento de todas las instalaciones, mediante charlas que capacite e incentive a las buenas prácticas en el sector.</b>						<i>PC-05</i>	
<b>Lugar de aplicación: Área de Influencia</b>							
<b>Responsable: Gobierno Provincial de Pichincha, GAD Cayambe, GAD Pedro Moncayo</b>							
Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazos		
					Inicio	Periodicidad	Finalización
<b>Riesgo laboral</b>	Salud humana	Estímulos cortos de 5- 10 minutos encaminado a recordar normas de bioseguridad y de prácticas amigables con el ambiente.	Calendario con número de capacitaciones realizadas	Registro fotográfico		Primer día de la semana	
<b>Riesgo de consumo</b>	Salud humana	Capacitaciones semestrales a las parroquias beneficiadas acerca de bioseguridad y riesgos que se pueden presentar al dotar de agua contaminada a las siembras y plantaciones	Calendario con número de capacitaciones realizadas	Registro fotográfico. Registro de asistencias		Semestral	
<b>Consumo de agua</b>	Disminución del recurso	Capacitaciones para incentivar a los agricultores hacia maneras efectivas de optimizar el recurso: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprovechar el agua lluvia</li> <li>• Instalaciones de riego por goteo.</li> </ul>	Calendario con número de capacitaciones realizadas	Registro fotográfico Registro de asistencias		Al inicio de periodos de siembra	

Continuación de tabla 24

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riego con multi compuertas</li> <li>• Riego de aspersión. Y microaspersión</li> <li>• Riego con drenaje subterráneo en terrenos agrícolas</li> <li>• Agrupar plantaciones por su demanda de agua.             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Riego automático o programado.</li> <li>• Riego con horario programado</li> <li>• Evitar regar durante días de viento</li> </ul> </li> </ul>			
<b>Uso de suelo</b>	Inclusión de sustancias peligrosas.	Revisión y capacitación de las Normas Sanitarias para el Uso de Plaguicidas y Vigilancia de Trabajadores Expuestos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de hormonas</li> <li>• Control biológico</li> <li>• Modificación de prácticas de cultivos</li> <li>• Introducción de depredadores naturales               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de feromonas</li> </ul> </li> </ul>	Calendario con número de capacitaciones realizadas	Registro fotográfico Registro de asistencias	Al inicio de periodos de siembra

#### **6.5.5.6 Programa de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional**

En este programa se instauraron actividades y medidas que reduzcan posibles riesgos existentes en el proyecto de riego, tanto para los trabajadores como para los involucrados en el área de influencia, manteniendo así un buen nivel en salud del personal e incentivando a la capacitación en caso de ocurrir una emergencia.

En el siguiente apartado se pueden apreciar varias acciones legales importantes a tomar en cuenta en caso de un accidente o incidente profesional u ocupacional, estas acciones se encuentran en: Normativa Aplicable en la Salud y Seguridad del Trabajo IESS y en el Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas.

- Para los residentes de obra y supervisores obligatoriamente deben participar activamente en programas de Seguridad y Salud Ocupacional en vista de ser responsables en situaciones de riesgos accidentes e incidentes.
- Todo trabajador al ingresar a un trabajo que demande cierto tipo de riesgos deberá recibir: casco, reglamento interno de seguridad, y un plan de prevención de riesgos.
- Los servicios de prevención, las prestaciones asistenciales, y prestaciones económicas serán otorgados al afiliado en caso de accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales y profesionales.

Tabla 25.

*Programa de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional*

<b>PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL</b>							
<b>Objetivo:</b> Elaborar un Programa para la Seguridad Industrial y Salud Ocupacional mediante actividades que incentiven a las personas a adoptar todas las medidas posibles a favor de su integridad y así obtener un buen desempeño tanto profesional como ocupacional.						<i>PSISO-06</i>	
<b>Lugar de aplicación:</b> Área de Influencia							
<b>Responsable:</b> Gobierno Provincial de Pichincha, GAD Cayambe, GAD Pedro Moncayo							
<b>Aspecto Ambiental</b>	<b>Impacto Identificado</b>	<b>Medidas Propuestas</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Medios de Verificación</b>	<b>Plazos</b>		
					<b>Inicio</b>	<b>Periodicidad</b>	<b>Finalización</b>
<b>Seguridad Industrial</b>	Incidentes del trabajador	Implementar pararrayos en sectores estratégicos del sector, para minimizar la exposición a accidentes de los trabajadores.	Número de pararrayos implementados	Registro fotográfico Facturas de las implementaciones	Primera semana de iniciado el proyecto		Cuarta semana de iniciado el proyecto
<b>Seguridad Industrial</b>	Incidentes del trabajador	Todo el personal que trabaja en el proyecto de riego deberá tener obligatoriamente EPP (Equipo de Protección Personal) de acuerdo al sector donde se encuentre y estipulado por el Reglamento Interno de Seguridad.	Número de EPP entregados	Factura de costos de EPP	Inicio de labores		

Continuación de tabla 25

<b>Seguridad Industrial</b>	Capacitaciones al trabajador	Todo aquel personal que ingrese al proyecto de riesgo deberá recibir una charla de inducción, un manual de seguridad del trabajador un plan de prevención de riesgos.	Número de charlas de inducción	Registro fotográfico  Registro de trabajadores ingresados	Primer día de asistencia	Trimestral
<b>Seguridad Industrial</b>	Capacitaciones al trabajador	Capacitar al personal en labores de primero auxilios y el uso de extintores y botiquines de emergencia	Número de capacitaciones	Registro fotográfico  Registro de trabajadores capacitados		Trimestral
<b>Seguridad Industrial</b>	Prevención de enfermedades	Realizar chequeos médicos periódicos del personal según como lo establece el Reglamento C. D. 390	Número de chequeos realizados	Registros de chequeos		Trimestral
<b>Seguridad industrial</b>	Afectación a la salud	Las instalaciones como canales captaciones, presas, etc. deberán estar correctamente señalizadas y con topes que alerten y que eviten accidentes como caídas dentro de las instalaciones.	Número de instalaciones realizadas	Registro fotográfico	Primera semana de ejecución	Cuarta semana de ejecución
<b>Riesgo de trabajo</b>	Accidentes de trabajo	Colocar en lugares visibles números de emergencias como bomberos, ambulancias y UPC, además de puestos de comunicación SOS y mapas de evacuación y salidas de emergencia.	Número de contactos de emergencia  Número de puestos de comunicación SOS	Registro fotográfico	Primera semana de ejecución	Cuarta semana de ejecución

Continuación de tabla 25

<b>Paisaje</b>	Presencia de plagas	Realizar mantenimientos preventivos de la vegetación arbustiva del sector, alrededor de los canales, presas, captaciones, etc. Para evitar las plagas o factores que puedan dañar la integridad del recurso y del personal.	Número de mantenimientos realizados	Registro fotográfico  Registro de mantenimientos	Trimestral
----------------	---------------------	---	-------------------------------------	--	------------

### **6.5.5.7 Programa de Relaciones Comunitarias**

El programa de Relaciones Comunitarias se enfoca en identificar actividades y estrategias que conduzcan a buenas relaciones entre las comunidades que se encuentran en el área de influencia del Proyecto de Riego Cayambe- Pedro Moncayo, además de prevenir y mitigar impactos sociales presentes en el mismo.

También se propone involucrar a todo el personal de las comunidades a participar en la propuesta de un mejor uso del recurso enfocado a la conservación, mediante buenas y eficientes prácticas de riego a sus cultivos y de esta manera contribuir al desarrollo sostenible de la zona de influencia.

A continuación, se presentan varias acciones legales a tomar en cuenta recopiladas de: Reglamento Ley Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento Del Agua, Registro Oficial N.º 305 y el Código Orgánico Ambiental.

- Según el Art. 52 del Reglamento Ley Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua las prácticas habituales para el uso y distribución del agua debe ser obligatoria para comunidades y comunas.
- Se reconocerán las formas tradicionales de manejo de agua con las que cuentan los pueblos, comunidades y comunas.
- La autoridad única del agua llevará un registro de las prácticas habituales de pueblos, comunas y comunidades.
- Las personas, comunas, comunidades, nacionalidades y colectivos podrán exigir su derecho al agua y a la calidad del recurso a las autoridades.

Tabla 26.

*Programa de Relaciones Comunitarias*

<b>PROGRAMA DE RELACIONES COMUNITARIAS</b>							
<b>Objetivo: Elaborar un Programa para las Relaciones Comunitarias del área de influencia mediante actividades a realizar y la adecuada información acerca del proyecto de riego para minimizar y mitigar impactos sociales que puede existir entre comunidades.</b>						<i>PRC-07</i>	
<b>Lugar de aplicación: Área de Influencia</b>							
<b>Responsable: Gobierno Provincial de Pichincha, GAD Cayambe, GAD Pedro Moncayo</b>							
<b>Aspecto Ambiental</b>	<b>Impacto Identificado</b>	<b>Medidas Propuestas</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Medios de Verificación</b>	<b>Plazos</b>		
					<b>Inicio</b>	<b>Periodicidad</b>	<b>Finalización</b>
<b>Falta de comunicación</b>	Desconocimiento de los beneficios del proyecto por parte de la comunidad	Diálogos para información acerca de los alcances y beneficios del proyecto a las comunidades del sector.	Número de charlas con las comunidades del sector	Registro fotográfico Registro de asistencias		Semestral	
<b>Falta de comunicación</b>	Desconocimiento de los beneficios del proyecto por parte de la comunidad	Admisión de quejas o reclamo de incumplimientos por parte de autoridades o de comunidades vecinas.	Quejas y sugerencias recibidas	Registro de quejas y sugerencias	Primer mes de iniciar el proyecto		
<b>Falta de comunicación</b>		Actuar con acciones inmediatas en respuesta a reclamos.	Acciones tomadas	Registro fotográfico		Mensual	

Continuación de tabla 26

			Informes de acciones tomadas		
<b>Socialización del proyecto</b>	Capacitación de los alcances del proyecto	Reuniones con representantes de las comunidades <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inclusión al desarrollo sostenible y conceptos necesarios.</li> <li>• Introducción a la legislación vigente del país.</li> <li>• Resolución de inquietudes de los participantes.</li> <li>• Información acerca de manejo de conflictos socioambientales</li> <li>• Dialogo de soluciones a conflictos socioambientales.</li> </ul>	Número de reuniones elaboradas.	Registro fotográfico	Semestral

## 6.6 Socialización de la Investigación

Para la obtención de resultados del **objetivo específico 4**, la socialización del trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de la Junta de Agua de Riego La Remonta, el jueves 7 de marzo de 2019 a las 18h00 donde estuvieron presentes varios dirigentes de Ayora, Olmedo Cayambe, Tabacundo y La Esperanza, con un total de 22 asistentes. (Ver Anexo 7)

La presentación del tema generó gran acogida por parte de los asistentes, en vista de que había mucha preocupación acerca de las condiciones en las que va a quedar este sector en el aspecto de flora, fauna y del recurso hídrico en general, en especial acerca de que este recurso sea utilizado de la mejor manera y en especial para que la seguridad alimentaria no se vea comprometida. Las personas que asistieron comentaron que el proyecto ya había generado daños a los caudales iniciales con los que se empezó el proyecto en los años 70, por lo que habían recurrido a distintas fuentes de abastecimiento de agua como los ríos Arturo, Boquerón y San Pedro ya que estos fueron redireccionados de su cauce original hacia la Laguna de San Marcos. También se vieron comprometidos con la causa de reforestar los lugares en donde se había removido la cobertura vegetal para abrir caminos hacia el proyecto.

Tabla 27.

### *Resultados de Encuestas de la Socialización*

Preguntas	Muy Alto %	Alto %	Medio %	Bajo %	Nulo %
¿Considera usted que la sala donde se desarrolló este evento brindó las comodidades necesarias?	100				
¿Considera usted que el material audiovisual utilizado en la presentación fue adecuado?	90.9	9.1			
¿Considera usted que el expositor mostro dominio del tema?	77.27	9.09	13.63		
¿Estima usted que el manejo del auditorio por parte del expositor fue adecuado?	81.81	18.18			

Continuación de tabla 27

<b>¿Considera usted que el expositor demostró facilidad de expresión?</b>	90.90	4.54	4.54
<b>¿Considera usted que el tema investigado posee relevancia para algún actor y/o sector de la sociedad?</b>	86.36	13.63	
<b>¿Considera usted que esta investigación posee perspectivas para estudios complementarios posteriores?</b>	90.09	9.1	
<b>¿Considera usted que el tema investigado genera actualmente o a futuro un beneficio concreto para alguna organización, empresa pública o privada, comunidad o institución?</b>	77.27	9.09	13.63
<b>¿En función de los objetivos planteados expuestos en la investigación, considera usted que estos se cumplieron?</b>	86.36	4.54	9.09

Fuente: El Autor

En la Tabla 27 se puede apreciar los resultados de cada pregunta que se realizó a las personas que asistieron a la socialización, los resultados fueron alentadores en vista de que la mayoría de las personas calificaron a las preguntas con la puntuación entre Muy Alto y Alto, por lo que se puede considerar que la socialización se la realizó con éxito.

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1 Conclusiones

- El factor biótico del sector cuenta con especies representativas del alto andino tanto en flora y fauna como: “*Puya hamata*”- Achupalla, “*Blechnum cordatum*”- Helecho arborescente, “*Odocoileus virginianus*”- Venado de Cola Blanca y como más representativo el “*Atelopus ignescens*”- Jambato negro de páramo
- Se pudo determinar las características morfológicas y socioeconómicas de la Laguna de San Marcos y se concluye que, en el sector, en los últimos 10 años, el rango de variación de los valores de la precipitación fluctúa entre 700 mm a 1400 mm anuales.
- La población económicamente activa se ha incrementado por el aumento poblacional y la apertura de plazas de empleo.
- Según la Matriz de Leopold se puede concluir que un alto porcentaje de impactos se ha ocasionado por la inclusión de obras civiles en el sector y que para la apertura de vías se ha removido un gran porcentaje de cobertura vegetal.
- En el Modelo de Balandó Hídrico se concluye que el mes de flujo más alto es el de marzo, y el mes de menor flujo es agosto.
- En el mes de control después del año de estudio nos muestra que durante ese periodo aún sigue un flujo directo de escurrimiento de  $2.4 (m^3 \cdot s^{-1})$ .
- La suma del caudal de entrada a la laguna y la precipitación anual da un volumen máximo de aprovechamiento de  $200.57 \times 10^4 m^3$ , que incidiría en el buen estado a lo largo del tiempo de este cuerpo de agua.
- Los impactos negativos de la construcción del proyecto de riego pueden ser prevenidos, evitados, controlados y mitigados mediante la implementación de las actividades expuestas en el Plan de Manejo y Conservación.
- Las personas que acudieron a la socialización se mostraron muy atentas e interesadas en vista de que es un tema de interés para sus comunidades.

## 7.2 Recomendaciones

- Evitar que las especies que se encuentran en el sector tanto de flora como de fauna se vean más amenazadas, evitando la caza indiscriminada, el no cumplimiento de leyes que protegen a estas especies de peligros en su hábitat.
- Repoblar especies con bajo número de individuos en el sector con el apoyo de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales interesadas en la conservación in situ.
- Los GAD de Cayambe y Pedro Moncayo deben enfocarse aún más en la capacidad de producción que tiene ese sector, en las florícolas ya que estas son una de las principales fuentes de ingreso no sólo para los cantones sino también para la provincia de Pichincha.
- Para intentar mitigar aún más los impactos que atrae la operación de este proyecto se debería contar con una certificación ISO para su funcionamiento.
- Aprovechar la topografía del sector para implementar sistemas de riego más eficientes ayudados por la gravedad en vista de que en el sector existe topografía con pendientes de hasta 150%.
- Crear más estaciones meteorológicas para proyectos de investigación ya que es complicada la recopilación de datos reales y actuales del sector.
- En los meses de mayor afluencia de lluvia, se debería aprovechar no solo en siembras de producción sino también en plantaciones de forestación y reforestación.
- Se debería ahorrar y regular el agua del Proyecto de Riego Cayambe Pedro Moncayo en los meses pico de descarga para poder utilizarla en los meses de escasez.
- El programa de Seguimiento Evaluación y Control no solo debe ser aplicado a la eficiencia de las medidas a implementarse, sino a toda la gestión del proyecto con el fin de facilitar las decisiones a tomar.
- Para poder llevar a cabo las actividades expuestas se recomienda hacer una evaluación de costos y un cronograma específico.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Army Corps of Engineers. (2015) HEC HMS Descripción. *Centro de Ingeniería Hidrológica*. Recuperado de: <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/features.aspx>
- Agencia Europea de Medio Ambiente. (2016). El agua en la agricultura. *European Environment Agency*. European Union, Recuperado de: <https://www.eea.europa.eu/es/articles/el-agua-en-la-agricultura>
- Altesco, S. (2017). Clasificación Hidrológica de Suelos. *SCRIBD*. Altesco. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/355916777/Clasificacion-Hidrologica-de-Los-Suelos>
- Ayuso, J. (2015) Métodos de cálculos usuales en el diseño de canales y embalses en cuencas pequeñas. Servicio de Publicaciones Universidad de Córdoba. N.º 179.
- Censo de Población, Densidad Poblacional y Superficie de Ecuador | Dateas.com. (n.d.). Retrieved October 24, 2018, from <https://www.dateas.com/fr/explore/censo-poblacion-densidad-superficie-ecuador/oton-819>
- Chang, K.-T. (2008). *Introduction to geographic information systems*. Tata McGraw-Hill. Retrieved from [https://docs.qgis.org/2.8/es/docs/gentle\\_gis\\_introduction/spatial\\_analysis\\_interpolation.html](https://docs.qgis.org/2.8/es/docs/gentle_gis_introduction/spatial_analysis_interpolation.html)
- Conesa, V. (2011). *Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental*. México. Vol 4. Recuperado de: [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=wa4SAQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP2&dq=entificacion+de+impactos+ambientales+&ots=r\\_2faMub4n&sig=eh7wOrWEeFAMC3IHkA78SVruhY#v=onepage&q=entificacion%20de%20impactos%20ambientales&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=wa4SAQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP2&dq=entificacion+de+impactos+ambientales+&ots=r_2faMub4n&sig=eh7wOrWEeFAMC3IHkA78SVruhY#v=onepage&q=entificacion%20de%20impactos%20ambientales&f=false)
- Cordero, D. (2016). *Esquemas de Pagos por Servicios Ambientales para la Conservación de Cuencas Hidrográficas en el Ecuador*. Quito. INIA. Recuperado de: [http://www.rareplanet.org/sites/rareplanet.org/files/Articulo\\_4.pdf](http://www.rareplanet.org/sites/rareplanet.org/files/Articulo_4.pdf)

- Cortés, J. (2016). *El Agua en el Mundo: Cooperación y Conflicto*. Solidaritat. Recuperado de: <http://www.solidaritat.ub.edu/observatori/esp/itinerarios/agua/agua.htm>
- Consejo Provincial de Pichincha, Periódico Comunitario Nuestra Voz, 2011
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2013) *Tecnologías para el uso sostenible del agua*. Tegucigalpa. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-i3442s.pdf>
- Facultad de Ingeniería en Geología, Minas, Petróleo y Ambiente. (2010). *Recursos hídricos en el Ecuador*. Recuperado de: <http://estrategiasecuador.blogspot.com/2010/05/recursos-hidricos-en-el-ecuador.html>
- Flores, H. Sifuentes, E. Héctor, F. Ojeda, W. Ramos, C. (2014). Técnicas de conservación del agua en riego por gravedad a nivel parcelario. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* (5). 14-17
- Fuertes, H. (2014). *Declaración de Imapcto Ambiental* . Obtenido de Hospital Estándar de 200 camas ubicado en el cantón Durán, Provincia del Guayas: <http://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/10/DIA-DURAN-DEFINITIVO-SIN-PPS-PARA-PAGINA-WEB1.pdf>
- Galárraga, R. (2014). *Estado y gestión de los recursos hídricos en el Ecuador*. Lugar de publicación: CYTED. Recuperado de: <http://tierra.rediris.es/hidrored/basededatos/docu1.html>
- Gestión de Comunicación. (2017). *Sistema de Riego Cayambe- Pedro Moncayo*. Quito. Prefectura de Pichincha. Recuperado de: <http://www.pichincha.gob.ec/transparencia/ano-2014/category/159-literal-a.html>
- Giró, S. (1985). Análisis Granulométrico por Métodos Automáticos: Tubo de Sedimentación y Sedigraph. *Digital CSCI*. Volumen 1. 95. Recuperado de: <http://digital.csic.es/handle/10261/6960>
- González, M. (2016). Tecnologías para ahorrar agua en el cultivo de arroz. *SENAGROTIC*, 5, 70-72

- Huiracocha, M. (2018). *El Proyecto del Sistema de Riego Cayambe- Pedro Moncayo avanza*. Quito. Pichincha Universal. Recuperado de: <http://www.pichinchauniversal.com.ec/el-proyecto-del-sistema-de-riego-cayambe-pedro-moncayo-avanza/>
- Instituto Especial Ecuatoriano. (2013). Capacidad de Suelo. *Instituto Espacial Ecuatoriano*. Quito. Recuperado de: <http://www.institutoespacial.gob.ec/>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2015). Innovación y gestión del agua para el desarrollo sostenible del agua. *Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura*. San José, Recuperado de: [http://www.redinnovagro.in/pdfs/gestion\\_del\\_agua.pdf](http://www.redinnovagro.in/pdfs/gestion_del_agua.pdf)
- Jouravlev, A. (2003). *Los Municipios y la Gestión de los Recursos Hídricos*. Recuperado de: [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=E3cIvfkUCyAC&oi=fnd&pg=PA5&dq=mejorar+recursos+h%C3%ADdricos&ots=HcG3xlPVsI&sig=GF12K28E4jk9JrLcJ\\_jLaMbHu0#v=onepage&q=mejorar%20recursos%20h%C3%ADdricos&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=E3cIvfkUCyAC&oi=fnd&pg=PA5&dq=mejorar+recursos+h%C3%ADdricos&ots=HcG3xlPVsI&sig=GF12K28E4jk9JrLcJ_jLaMbHu0#v=onepage&q=mejorar%20recursos%20h%C3%ADdricos&f=false)
- La Hora. (2012, mayo 11). *Cayambe- Coca*. La Hora. P01
- Larrea, D., Sosa, B. (2014) *El riego, planificación y tecnificación*. Recuperado de: <http://www.camaren.org/documents/archivo2.pdf>
- Lasso, G. (2009). *Guion Turístico: Reserva Cayambe- Coca*. Quito. MAE. Recuperado de: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/Parque-Nacional-Cayambe-Coca.pdf>
- Lechuga, J. Rodríguez, M. Lloveras, J. (2016). Análisis de los Procesos para Desalinización de Agua de Mar Aplicando la Inteligencia Competitiva y Tecnológica. *Redalyc.org*. Barcelona. UAEM. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/html/467/46711301/>
- Kuffner, U. (2005). Proceso de la formulación de la política y estrategia de manejo de los recursos hídricos en el Ecuador. *Revista de gestión del agua de América Latina*;2(1):23-34, ene.-jun. 2005. tab. Recuperado de: <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=REPIDISCA&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=171533&indexSearch=ID>

- Martínez, L. (2012). *Disponibilidad de Agua para Riego*. Quito. INIA.
- Monroy, O. (2014 08 16). Manejo sustentable del agua en México. *Revista digital universitaria autónoma de México*. 14 No 10. Recuperado de: <http://www.revista.unam.mx/vol.14/num10/art37/>
- Montero, L. Cun, R. Pérez, J. Clazadilla, M. Herrera, J. (2016). Riego con aguas residuales a los cultivos del sorgo y maíz como alternativa de producción de alimento animal. *Revista de Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 18, 45-46
- Montufar, M (2015). *Reserva Ecológica Cayambe Coca*. INGEOMATICA. Recuperado de: <http://www.ingematica.com.ec/cayambe.pdf>
- Nixon, S. Lack, T. Hunt, D. (2016) *European Environment Agency*. Casa publicadora: AEMA. Recuperado de: [https://www.eea.europa.eu/es/publications/water\\_assmnt07/file](https://www.eea.europa.eu/es/publications/water_assmnt07/file)
- Orizont, (2017). *El problema del agua en la agricultura*. Lugar de publicación: Pixabay. Recuperado de: <http://www.orizont.es/el-problema-del-agua-en-la-agricultura/>
- Orozco, M. Quesada, A. (2009). Hacia una nueva cultura del agua en México: Organización Indígena y Campesina. El caso de la Presa Villa Victoria. *Redalyc.org*. México. Facultad de Planeación Urbana y Regional. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/html/104/10412443004/>
- Pérez, R. Jiménez, E. Montero, L. Sarmiento, O. Guzmán, J. (2016) Resultados de diferentes alternativas de manejo del riego superficial tecnificado en el cultivo de la papaya maradol, plantada con marco extra denso. *Revista Ciencias técnicas agropecuarias*, 19, 30-35
- Robalino, L., Quiroz, H. (2015) *Plan de ordenamiento y desarrollo cantonal* Recuperado de: <http://www.pedromoncayo.gob.ec/documentos/ord2015/PDOT.pdf>
- Sistema Nacional de Áreas Protegidas. (2015). *Parque Nacional Cayambe Coca*. Quito. Recuperado de: <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/es/areas-protegidas/parque-nacional-cayambe-coca>

United Nations Educational Scientific and Cultural Organization, 2015. Agua para un mundo sostenible. *Informe de las naciones unidas*. Lugar de publicación: Región Umbría, Recuperado de: [http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015\\_Facts\\_Figures\\_SPA\\_web.pdf](http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015_Facts_Figures_SPA_web.pdf)

Universidad del Sur de Carolina Beaufort. (2014). *Ecología de Poblaciones*. California. ISSN. Recuperado de: <https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2010/08/Morlans-2004.pdf>

Vara, A. 2016. *Mala distribución del agua en Ecuador*. Ecuador: Noticias. Recuperado de: <http://www.noticias.nl/audio/mala-distribuci%C3%B3n-del-agua-en-ecuador>

Yahuachi, T. (2014) *Diagnóstico ambiental y desarrollo de plan de manejo y conservación de la subcuenta del río Chillayacu de la cuenca media del río Jubones en la provincia del Oro*. Quito: UCE.

World Water Assessment Programme. (2015). *Agua para un Mundo Sostenible*. Umbria. Recuperado de: [http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015\\_Facts\\_Figures\\_SPA\\_web.pdf](http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015_Facts_Figures_SPA_web.pdf)

## 9. Anexos

Anexo 1. Tabla de Dato de Precipitación desde el año 1990 hasta el año 2015 (Cabambe-M0359)

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1990	82.4	107	36	64.1	28.8	21.3	31.2	1.2	11.2	179	15.3	83.1
1991		47.2	125.1	48.6	94.5	16.9	37.8	0	40.2	29	107.4	59.4
1992	40.5	63.1	71.7	97.4	69.5	0	6.8	20.3	37.2	46.5	172.2	88.4
1993	67.3	137	111.6	153.9	78.1	0	0	0	24	49.3	80.6	121.8
1994	134.4	98.3	230.4	71.4	64.1	0	6.1	14.3	42.5	126	116.7	107
1995	0	43.1	75.5	82.9	62.6	14.6	49.1		8.3	105	181.8	50.5
1996	135.8	57.6	135.8	86.1	145.9	57.9	18.5	22.9	19.3	152	9.7	73.8
1997	186.5	30.9	174.6	65.7	21.8	33.8	0	0	24		141.3	
1998	0	46.3	104.6	140.9	110.6	0	28.4	3.6	2.7	94.9	63.2	25.9
1999	148.5	167		86.5	33.2		30.3	99.2	471.6	117	70.4	446.6
2000	185.4	247	326	391.3	539.9	107.8						
2002								10	23	127	73.7	124.4
2003	23.2	62.8	107.2	87.2	33.1	50.2	38.6	0				
2004	49.3	100	47.9	110.7	43.7	8.5	18.6	1.7	44.6	35.8	161.5	128
2005	18	46.6	29.1	68.3	55.7	43.1	0	2.8	34.6	21.2	66.4	184.2
2006	54.6	82.5	187.5	119.5	7.5	17.4	2.3	3.5	3.1	118	137	131
2007	37					38.7	10.3	24.5	9.3	149	193.7	104.4
2008	118.7	124	179.3	152.7	112	60.9	7.5	46.7	29.1	218	216.6	167.2
2009	43.6	46.4	286	37	44.7	40.9	15.3	0	6.6	35.8	62.5	76
2010	1.5	51	27.2	138.8	121.7	90	125.1	19.6	67.6	112	255.8	186.4
2011	75.7	102	198.4	182.2	89.3	60	94.9	40	73.5	100	123.9	119.5
2012	243.5	206	52.1	124.7	34.8	43.7	0	19.5	12.7	107	119.8	66.2
2013	68	143	104.3	186.2	230.8	85.1	17	0	65.6	219	78.9	64.4
2014	131.4	140	116.4	40.3	148.6	54.5	4.5	2.1	40.7	126	268.7	86.2
2015	128.9	74.7	104.8	99.4	36.5	16.4	36.8	0	0	46.2	60.2	0

Estación Meteorológica: Cayambe M0359

Fuente: INAMHI

Anexo 2. Tabla de Dato de Precipitación desde el año 1990 hasta el año 2015 (San Gabriel -M0103)

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1990	53.1	36.8	158.6	106.1	149.2	179.6	163	110.5	87.9	106	35.1	57.8
1991	51.6	139	73.2	103.9	133.3	190	192.9	144.4	68.4	70.3	71.3	20.8
1992	41.2	68.1	131.3	114.2		109.9		112.4	94.8	40	54.1	63.9
1993	65.3	63.3	168.8	85.2	144.5	204.1	199.4	99.8	138.9	63.9	64.8	52.3
1994	56	43.3	89.1	117.8	139	190.7	187.7	257	102.2	82.2	93.5	100.6
1995	40.9	27.5	51.6	65.8	102.9	131.3	112.6	72.2	71.1	43.1	105.6	53.2
1996	48.5	123	74.3	80.2	104.9	126.5	257.4	116.8	120.1	44.4	57.4	41.1
1997	78.6	101	55.9	97.7	183.9	130.7	226.7	103.6	55.9	52	75.3	63.1
1998	66.4	43.8	54	84.6	70.6	276.1	257.3	113				
2003			706	436.9	557.9		195.6	51.5	79	62.9	66.5	76.3
2004	9.6	73.5	145.2	115.9	165.7	203.7	210.2	126.1	60.1	72.9	37.1	50.8
2005	30.1	87.4	123.3	236	133	190.1	96.8	66.6	60.1	34.4	61.7	102.3
2006	81	41.5	65.9	116.8	99.7	212	110.9	86.9	84	57.6	87.4	46.2
2007	65.6	51.6	133.6	181.5	76.8		28.3	188.7	92.6	95.7	99.2	83.3
2008	63.1	93.7	51.2	118.2	151.5	175.1	162.4	140.9	122.8	132	51.6	103.5
2009	149.3	57.3	113.5		136.2	187.2	155.2	147.8	87.4	188	1.7	27.3
2010	151.1	108	103.6	195.7	157.4	279.5	74.5	180.8	118.9	67	145.3	79.6
2011	73.3	131	38.1	176.9	251.2	196.9	271.1	144.4	131.7	60.9	63.1	
2012	105.6	93.7	140.6	112.8	150.3	166.4	206.9	147.1	14.3	38.5	13	
2013	68.4	173	80.5	79.2	141.6	136.9	214.8	117	123.1	75.9		
2014		36.2	163.3	161.4	191.1	223.5	181.8	147	104.1	58.1	13.3	31.1
2015	42.6	200									90.3	61.9

Estación Meteorológica: San Gabriel M0103

Fuente: INAMHI

Anexo 3. Tabla de Dato de Precipitación desde el año 1990 hasta el año 2016 (Topo Imbabura Angla-M0321)

<b>AÑOS</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
<b>1990</b>	71.3	125	107.3	65.3	59.4	26.1	19.4	7.6	19.1	178	34	
<b>1991</b>	74.2	51.5	170.6	85.2	155	64.1	32.2	0	118.7	49.6	194.4	32.2
<b>1992</b>	25	40.6	57	44.4	60.2	23.3	35.2	0	55.2	15.6	84.7	100.5
<b>1993</b>	54.8	178	215.5	337.6	130.8	0	0	0	48.7	82.8	180.7	212.2
<b>1994</b>	222.6	74.6	303.5	82.2	70	4.2	5.2	13.4	48.8	64.9	194.3	31.7
<b>1995</b>	5.4	11	34.4	86.8	47.4	18.2	13.6	24.6	3.6	117	108	48.4
<b>1996</b>	58.7	164	171.1	259.9	291.8	21.9	6.6	17.6	23.5	144	39.7	8.7
<b>1997</b>		15.3	24.7	12.2	57.1	35.8	0	0	43.6	161	168.3	0
<b>1998</b>	49.9	69.1	159.6	129.4	242.5	53.8	0	18.3	34.1	231	118.9	124.6
<b>1999</b>	112.3	386	236.6	428.4	159.3	21.6	0	40.8	54.6	261	205.3	213.6
<b>2000</b>	222.8	151	366	81.5	182.9		15.9	15.9	24.8	61.9	25.5	16
<b>2001</b>	39.5	45.4	79	0								
<b>2002</b>							0	1.3	14.6	86.7	36.1	127.9
<b>2003</b>	12.6	37.6	55.6	140.5	84	28.4	0	0.3	33.3	139	163.5	69.1
<b>2004</b>	50.2	98.7	65	61.8	77.2	23.4	6.4	0	60.4	98.2	102.4	84.6
<b>2005</b>	18	35.8	74.3	115.5	149.3		39.4	7.8	30.9	104	52.1	150.2
<b>2006</b>	140.5	165	321.3	308.3	157.5	115.6	30	9.6	24.2	94.8	222.2	468.8
<b>2007</b>	58.2	53.8	68	185.4	152.1	50.1	8.9	36.6	4.1	80.5	81.9	76.7
<b>2008</b>	139.1	110			191	34	10	15.9	150.5	208	94.4	66.7
<b>2009</b>	71.1	40.9	45.1	43.4	26	15.9	5.5	9.5	11.7	42.1	0	43.4
<b>2010</b>	13.1	31.4	23.6	94.4		27.3	98.5	18.1	151.9	115	313.5	319.2
<b>2011</b>	265.2	323	127.6	150.4	79.4	54.2	43.9	20.5		144	110.8	383.1
<b>2012</b>	201.9	107	30.1	161.4	14.3	8.9	1.4	1.9	5.2	136	59	59.3
<b>2013</b>	51	130	90.8	79.9	141	0.2	2.1	12.3	11.1	84.6	78.3	20.1
<b>2014</b>	109.9	44.5	170.9	36.2	98.7	8.9	0	12.3	73.9	132	133.1	69.3
<b>2015</b>	65.3	95.2	16.2	72.1	24	26.4	32	0	7.7	60.7	100.8	7.5
<b>2016</b>	121.9	2.5	130.2									

Estación Meteorológica: Topo Imbabura Angla M0321

Fuente: INAMHI

Anexo 4. Tabla de Dato de Precipitación desde el año 1990 hasta el año 2016  
(Limoncocha- M0775)

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1990			36.4	58.2	32.1	19.4	9.4	4.4	10.9	135	25.9	27.4
1991	99.4	15.5	111.3	56.6	88.3	14.3	18	10.4	46	38.3	82.7	69.4
1992	27.7	69.7	46.5	86.5	51.7	14.6	5.7	6.7	39.4	44.3	41.5	24.9
1993	35.3	96.2	108.6	81.5	59.8	6.9	8.7	0.2	29.8	14.2	93.5	
1994	98.6	53.4	112.4	198.2	43.8	2.4	9.5	9.8	17.7	55.6	129	55.1
1995	18.8	27.3	85.4	62.2	49.4	24.5	30	41.8	11.7	76.7	153.1	57.3
1996	90.2	74	101	85.5	123.5	71.7	4.3	19.4	19.3	89.7	22	58.3
1997	116.5	31.6	106.4	70.4	35.1	27.8	0	0.3	52.3	36.7	88.3	46.6
1998	20.9	68.1	79.6	73	85.1	14.7	26.8	4.9	22.1	55.7	61.8	35.4
1999	76.4	117	68.1	84	56.5	34.3	8.9	9.6	79.6	55.3	32.8	102.1
2000	78.5	99	72	93.7	167.1	61.5	6.2	4.2	99.4	35.5	32.4	34.8
2001	50.1	37.8	59	43.4	33.6	13	25.1	0	36	28.8	45.3	37.4
2002	23.9	33.1	26.7	109.2	32.9	41.3	1.4	6.3	9.9	114	80.7	98.4
2003	38.8	54.3	32.5	75.7	14.4	35.3	24.6	0	20.5	83.7	63.4	38.7
2004	38.6	20.5	16.3	84.3	63.6	1.5	4.5	0.6	50.3	48	54.4	106.5
2005	38.3	63.2	68.2	54.8	30.2	21.8	7.6	6.6	40.3	45.1	33.6	169.1
2006	41.2	83.4	108.6	88.2	38.5	62.3	3.5	4.9	4.6	72.7	134.2	101.5
2007	18.8	18.5	84.8	140.1	41.6	31.8	5	12.3	8.6	103	81.5	72
2008	73.8	82	145.9	108.4	91.7	37.8	9.5	22.8	39.4	123	57.8	53.9
2009	75.2	43.5	105	37.7	26.5	48.5	1.7	1.3	14.6	42.6	31.4	67.4
2010	22.6	39.1	23.3	108.5	60.2	48.6	63.1	10.2	47.6	57.7	115.5	105.1
2011	56	109	88.4	170.8	39.7	26.2	58.8	31.4	14.9	77.1	59	86
2012	86	69.3	52.7	112.7	6.7	7.7	3.2	5.6	9.5	59.8	113.9	19.4
2013	31.7	99.6	69.2	75	124.5	2.5	3.8	22.9	4.7	82.3	23.8	42.6
2014	72.9	39.6	75.1	40.8	98.6	25	2.2	3.3	56.6	123	78.8	34
2015	66.9	43.5	73.8	63.7	23.7	3.1	21.8	0.7	14.1	56.5	61.5	1
2016	60.8	6.1	98.2	116.5	55.9	25.9	5.1	2.5	37.1	91.3	32.9	56.8

Estación Meteorológica: Limoncocha M0775

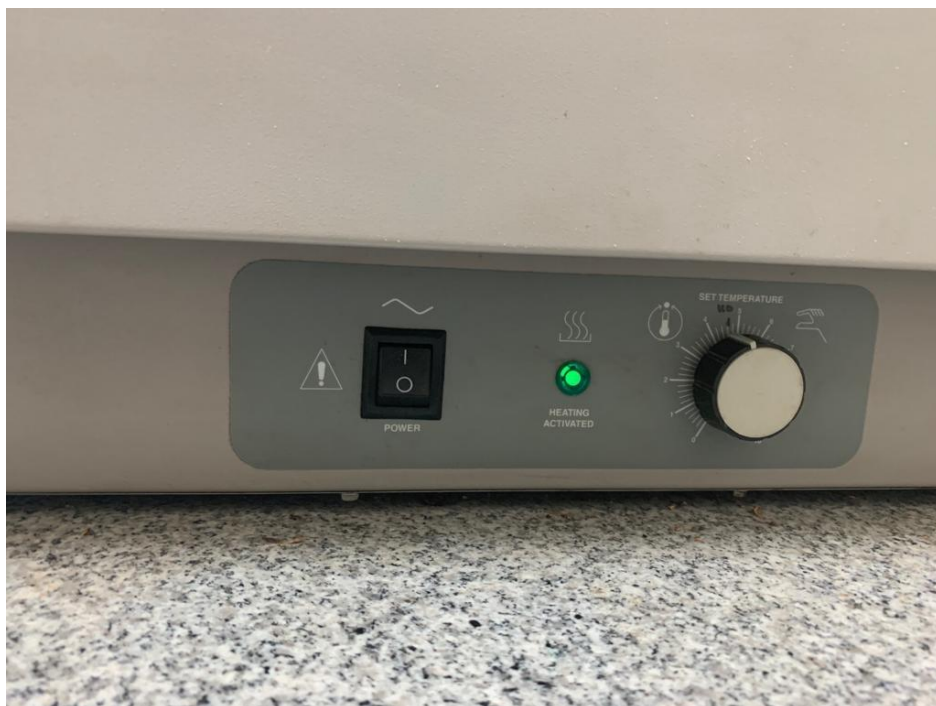
Fuente: INAMHI

Anexo 5. Análisis de Granulometría y Perfil de Suelo



Secado de la Muestra

Fuente: El Autor



Temperatura de Secado 110°C

Fuente: El Autor



Pesaje Granulométrico

Fuente: El Autor



Perfil de Suelo

Fuente: El Autor

## Anexo 6. Identificación de Especies



Área mínima en los alrededores de la Laguna de San Marcos

Fuente: El Autor



Área mínima en los alrededores de la Laguna de San Marcos

Fuente: El Autor



Reconocimiento de heces fecales

Fuente: El Autor



Reconocimiento de especies de hongos "*Amanita phalloides*"

Fuente: El Autor



Reconocimiento de especies de árboles “*Oreopanax ecuadorensis*”

Fuente: El Autor



Reconocimiento de especies de árboles “*Polylepis incana*”

Fuente: El Autor



Reconocimiento de especies de musgo "*Rigodium implexum*"

Fuente: El Autor



Encuesta a los moradores del sector

Fuente: El Autor



Reconocimiento de especies de Aves "*Hirundo rustica*"

Fuente: El Autor

## Ejemplo de Encuesta de Avistamiento de Especies Silvestres

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR  
SEDE IBARRA  
Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales

ENCUESTA DE AVISTAMIENTO DE ESPECIES  
SECTOR SAN MARCOS

1. Ud. ¿Ha visualizado especies en estado silvestre en este sector?

SI  NO

2. ¿Con qué nombre conoce Ud. a las especies silvestres que ha podido visualizar?

<u>Oso de anteojos</u>	<u>Puma</u>	<u>Quindí</u>
<u>Lobo</u>	<u>Condor ?</u>	<u>Guloninos</u>
<u>Conejo</u>	<u>Pájaro Carpintero</u>	<u>Sacha cui</u>
<u>León</u>	<u>Liavaguo</u>	<u>Loros</u>
	<u>Chiguacua - taha</u>	<u>Venado color blanco</u>

3. ¿Qué particularidad física en especial ha visto en estas especies?

9 Amarillo y negro 10 Verde negro 11 Cor espinosa

4. ¿Con qué frecuencia ha podido avistarlas?

3 - una al año

5. ¿En qué estado ha visto a estas especies?

Condor → Disperado

Anexo 7. Matrices de evaluación de Impactos.

MATRIZ CAUSA - EFECTO																		
CUANTIFICACIÓN Y EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES																		
TESIS: PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO PARA LA LAGUNA DE SAN MARCOS																		
ACCIONES DEL PROYECTO			ACCIONES											SUMATORIA				
			FASE DE CONSTRUCCION															
			INCLUSION AL MEDIO DE MAQUINARIA DE RIOS "ARTURO BOLLERON Y SAN PEDRO"	CAPTACION DE AGUA DE LOS RIOS "ARTURO BOLLERON Y SAN PEDRO"	CONSTRUCCION DEL TUNEL DE TRAYASE Y UN CANAL	CONSTRUCCION DE SIETE TUNELES Y RED DE CANALES SECUNDARIOS Y	TRES CAPTACIONES SUPERIORES Y UN DESVIO	PRESA DE 10 000 000 m3	DESAGUE DE FONDO TIPO MORNING GLORY	UN ACUEDUCTO Y CUATRO ALCANTARILLAS	CUATRO EMPATES CON VÍAS PRINCIPALES: CAYAMBE, CAJAS, TABACUNDO, CAJAS Y LINEA FERREA-	CANAL PRINCIPAL CON CAPACIDAD DE CONDUCCION INICIAL	TRES TUNELES DE ADUCCION	LAGUNA DE REGULACION 40 000 M3 CON CAPTACION DEL RIO LA CHIMBA CON DESARENAADORES Y	FACTOR AMBIENTAL	FACTOR COMPONENTE	COMENTARIO	
FACTORES AMBIENTALES	COMPONENTE	UBCOMPONENT	FACTOR AMBIENTAL															
ABIOTICO	AIRE		Calidad del aire	-1		-1	-1	0	0	0	-1	-1	0	-1	0	-4		
			Presencia de Olores	-1	-1	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	-1	-1		
			Nivel de Ruido	-1	0	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-18	-21
	SUELO		Calidad del suelo	-1	0	-1	-1	0	0	0	-1	-1	0	0	-1	-4		
			Compactación	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	0	-1	0	-4		
			Erosión	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-12	-12	
AGUA		Cantidad de Agua Superficial	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	0	-1	0	1	-2			
		Calidad de Agua Subterránea	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-18	
BIOTICO	FLORA		Cobertura Vegetal	-1		-1	-1	0	-1	0	-1	-1	-1	-1	-4			
	FAUNA		Animales Terrestres	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-12			
			Aves	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-12			
ANTROPICO	MEDIO PERCEPTUAL		Vistas panorámicas y paisajes	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-12	-12		-18
	HUMANOS		Calidad de vida	-1	0	-1	0	0	0	1	1	0	0	1	1			
			Salud y seguridad	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-12	-11	
	ECONOMÍA Y POBLACIÓN		Empleo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12			
		Pobreza	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	12	-18	
ARQUEOLOGICO	INTERES ESTETICO Y		Sitios y objetos históricos y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8	8	
				-14	-8	-12	-11	-2	-18	-2	-18	-4	-4	-2			-112	
																	TOTAL	

Matriz: Naturaleza

Fuente: El Autor

MATRIZ CAUSA - EFECTO																		
CUANTIFICACIÓN Y EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES																		
TESIS: PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO PARA LA LAGUNA DE SAN MARCOS																		
ACCIONES DEL PROYECTO			ACCIONES												SUMATORIA			
			FASE DE CONSTRUCCION												FACTOR AMBIENTAL	SUBCOMPONENTE	COMPONENTE	
COMPONENTE	UBCOMPONENT	FACTOR AMBIENTAL	EXCLUSIÓN AL MEDIO DE MAQUINARIA DE	CAPTACIÓN DE AGUA DE LOS RÍOS "ARTURO, BOQUERON Y SAN PEDRO"	CONSTRUCCIÓN DEL TUNEL DE TRAVASE Y UN CANAL	CONSTRUCCIÓN DE SIETE TUNELES Y RED DE CANALES SECUNDARIOS Y	TRES CAPTACIONES SUPERIORES Y UN DESVÍO	PRESA DE 10 000 000 m3	DESAGÜE DE FONDO TIPO MORNING GLORY	UN ACUEDUCTO Y CUATRO ALCANTARILLAS	CUATRO EMPATES CON VÍAS PRINCIPALES: CAYAMBE, CAJAS, TABACUNDO, CAJAS Y LINEA FERREA-	CANAL PRINCIPAL CON CAPACIDAD DE CONDUCCION INICIAL	TRES TUNELES DE ADUCCION	LAGUNA DE REGULACION DE 1000 M3 CON CAPTACION DEL RIO LA CHIMBA CON DESARENADORES Y				
ABIOTICO	AIRE	Calidad del aire	2	1	1	1	1	2	1	1	2	1	2	17	47	66	137	
		Presencia de Olores	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1				13
		Nivel de Ruido	2	1	1	2	1	1	1	1	2	2	2	1				17
	SUELO	Calidad del suelo	1	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1	1				15
		Compactación	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	2	1				17
		Erosión	2	2	2	4	4	2	2	2	4	4	4	2				34
AGUA	Calidad de Agua Superficial	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12				
	Calidad de Agua Subterranas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12				
BIOTICO	FLORA	Cobertura Vegetal	4	2	2	4	2	2	2	2	4	4	4	2	34	125	125	
	FAUNA	Animales Terrestres	2	2	2	4	2	2	2	4	2	4	4	4	34			
		Aves	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	2	2	17			
		Insectos	4	4	2	4	4	2	2	2	4	2	4	4	40			
ANTROPICO	MEDIO PERCEPTUAL	Vistas panorámicas y paisajes	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	2	2	18	18		
	HUMANOS	Calidad de vida	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	1	5			
		Salud y seguridad	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	14	19		
	ECONOMÍA Y POBLACIÓN	Empleo	4	2	2	2	2	4	2	2	2	2	2	2	28			
		Pobreza	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	65		
ARQUEOLOGICO	INTERES ESTETICO Y	Sitios y objetos históricos y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			28	22	20	32	25	24	21	29	33	32	33	28		327		

Matriz: Extensión

Fuente: El Autor

MATRIZ CAUSA - EFECTO																	
CUANTIFICACIÓN Y EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES																	
TESIS: PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO PARA LA LAGUNA DE SAN MARCOS																	
ACCIONES DEL PROYECTO			ACCIONES											SUMATORIA			
			FASE DE CONSTRUCCION														
FACTORES AMBIENTALES			INCLUSIÓN AL MEDIO DE MAQUINARIA DE	CAPTACION DE AGUA DE LOS RIOS "ARTURO, BOQUERON Y SAN PEDRO"	CONSTRUCCION DEL TUNEL DE TRAVASE Y UN CANAL	CONSTRUCCION DE LOS TUNELLES Y RED DE CANALES SECUNDARIOS Y TERCARIOS	TRES CAPTACIONES SUPERIORES Y UN DESVÍO	PRESA DE 10 000 000 m3	DESAGUE DE FONDO TIPO MORNING GLORY	UN ACUEDUCTO Y CUATRO ALcantarillas	CUATRO EMPATES CON VÍAS PRINCIPALES, CAYAMBE, CAJAS, TABACUNDO, CAJAS Y LINEA FERREA.	CANAL PRINCIPAL CON CAPACIDAD DE CONDUCCION INICIAL	TRES TUNELLES DE ADUCCION	LAGUNA DE REGULACION 45 000 M3 CON CAPTACION DEL RIO LA CHUISA CON DESARENADORES Y	FACTOR AMBIENTAL	UBICACION	CONTRIBUCION
COMPONENTE	UBCOMPONENT	FACTOR AMBIENTAL															
ABIOTICO	AIRE	Calidad del aire	4	2	2	4	2	2	2	2	4	2	2	2	30	92	206
		Presencia de Olores	4	2	2	4	2	2	2	2	4	2	2	2	30		
		Nivel de Ruido	4	4	2	4	2	2	2	2	4	2	2	2	32		
	SUELO	Calidad del suelo	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24	74	
		Compactación	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24		
		Erosión	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	26		
	AGUA	Calidad de Agua Superficial	2	2	2	2	2	2	2	4	4	2	2	2	28	40	
Calidad de Agua Subterranas		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12			
BIOTICO	FLORA	Cobertura Vegetal	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48	186	
	FAUNA	Animales Terrestres	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	46		
		Aves	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	44		
		Insectos	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48		
ANTROPICO	MEDIO PERCEPTUAL	Vista panoramica y paisaje	2	2	2	2	4	2	2	2	2	2	2	2	26	53	
	HUMANOS	Calidad de vida	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	1	2	7		
		Salud y requeridad	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	46		
		Empleo	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48		
ECONOMÍA Y POBLACIÓN	Pobreza	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48		
	INTERES ESTETICO Y	Sitios y objetos historicos y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	127	
ARQUEOLOGICO			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			47	39	41	47	43	41	43	45	49	39	42	43	519		

Matriz: Momento

Fuente: El Autor

MATRIZ CAUSA - EFECTO																			
CUANTIFICACION Y EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES																			
TESIS: PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO PARA LA LAGUNA DE SAN MARCOS																			
ACCIONES DEL PROYECTO			ACCIONES											SUMATORIA					
			FASE DE CONSTRUCCION																
FACTORES AMBIENTALES			CONSTRUCCION DEL MEDIO DE MAQUINARIA DE CONSTRUCCION	CAPTACION DE AGUA DE LOS RIOS "ARTURO, BOQUERON Y SAN PEDRO"	CONSTRUCCION DEL TUNEL DE TRASYASE Y UN CANAL	CONSTRUCCION DE SIETE TUNELES Y RED DE CANALES SECUNDARIOS Y TERCARIO	TRES CAPTACIONES SUPERIORES Y UN DESVIO	PRESA DE 10 000 000 m3	DESAGUE DE FONDO TIPO MORNING GLORY	UN ACUEDUCTO Y CUATRO ALCANTARILLAS	CUATRO EMPATES CON VIALS PRINCIPALES, CAYAMBE, CALAS, TABACUNDO, CALAS Y LINEA FERREA-SECTOR	CANAL PRINCIPAL CON CAPACIDAD DE CONDUCCION INICIAL	TRES TUNELES DE ADUCCION	LABORSA DE REGULACION DE 600 M3 CON CAPTACION DEL RIO LA CHISBA CON DESARENADORES Y	FACTOR AMBIEN	SUBCOMPONENTE	COMPONENTE		
COMPONENTE	UBCOMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL																	
ABIOTICO	AIRE	Calidad del aire	2	4	4	2	2	4	4	2	2	2	2	2	32	96	274		
		Presencia de Olores	2	4	4	2	2	4	4	2	2	2	2	2	32				
		Nivel de Ruido	2	4	4	2	2	4	4	2	2	2	2	2	32				
	SUELO	Calidad del suelo	2	4	2	2	2	2	2	2	4	2	2	2	28	102		274	
		Compactación	2	4	2	2	2	2	2	2	4	2	2	4	30				
		Erosión	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	44				
	AGUA	Calidad de Agua Superficial	2	4	2	2	2	2	4	2	2	2	2	2	28	76			274
Calidad de Agua Subteranea		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48					
BIOTICO	FLORA	Cobertura Vegetal	2	2	2	2	2	2	2	2	4	2	2	2	26	102	102		
	FAUNA	Animales Terrestres	2	2	2	2	2	2	2	2	4	2	2	2	26				
		Áves	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24				
		Insectos	2	2	2	2	2	2	2	2	4	2	2	2	26				
ANTROPICO	MEDIO PERCEPTUAL	vistas panorámicas y paisaje	2	4	2	4	2	4	4	4	4	4	4	2	40	40	102		
	HUMANOS	Calidad de vida	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	4	12	38			
		Salud y seguridad	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	2	2	26				
	ECONOMÍA Y POBLACIÓN	Empleo	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24	24			
Pobreza	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
ARQUEOLOGICO	INTERES ESTETICO Y HUMANO	Sitios y objetos históricos y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
			34	48	40	36	34	42	44	40	50	36	34	40	478				

Matriz: Persistencia

Fuente: El Autor

MATRIZ CAUSA - EFECTO																	
CUANTIFICACIÓN Y EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES																	
TESIS: PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO PARA LA LAGUNA DE SAN MARCOS																	
ACCIONES DEL PROYECTO			ACCIONES											SUMATORIA			
			FASE DE CONSTRUCCION											FACTOR AMBIENTAL	SUBCOMPONENTE	COMPONENTE	
COMPONENTE	UBCOMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL	INCORPORACION AL PROYECTO DE MAQUINARIA DE CONSTRUCCION	CAPTACION DE AGUA DE LOS RIOS "ARTURO, BOQUERON Y SAN PEDRO"	CONSTRUCCION DEL TUNEL DE TRASVASE Y UN CANAL	CONSTRUCCION DE SIETE TUNEL Y RED DE CANALES SECUNDARIOS Y	TRES CAPTACIONES SUPERIORES Y UN DESVIO	PRESA DE 10 000 000 m3	DESAGUE DE FONDO TIPO MORNING GLORY	UN ACUEDUCTO Y CUATRO ALCANTARILLAS	CUATRO EMPATES CON VIVIENAS PROPIALES, CAYAMBE, CAJAS, TABACUNDO, CAJAS Y LINEA FERREA.	CANAL PRINCIPAL CON CAPACIDAD DE CONDUCCION INICIAL	TRES TUNELLES DE ADUCCION				LAGUNA DE REGULACIONES 600 M3 CON CAPTACION DEL RIO LA CHIRIBA CON DESARENAADORES Y
ABIOTICO	AIRE	Calidad del aire	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	23	69	251	
		Presencia de Olores	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			23
		Nivel de Ruido	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			23
	SUELO	Calidad del suelo	2	2	2	2	2	2	4	2	2	2	2	2			26
		Compactación	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4			36
		Erosión	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4			48
	AGUA	Cantidad de agua Superficial	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			24
		Calidad de Agua Subterránea	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4			48
		Cobertura Vegetal	2	2	2	2	2	2	4	2	2	2	2	2			26
BIOTICO	FAUNA	Animales Terrestres	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24	98	98	
		Aves	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			24
		Insectos	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			24
ANTROPICO	MEDIO PERCEPTUAL	views panorámicas y paisaje	4	2	2	2	2	4	4	4	4	4	2	2	36	36	81
	HUMANOS	Calidad de vida	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4		
		Salud y seguridad	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	15		
	ECONOMÍA Y POBLACIÓN	Empleo	2	2	2	2	2	2	2	2	4	2	2	2	26		
ARQUEOLOGICO	INTERES ESTETICO Y	Pobreza	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Sitios y objetos históricos y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			35	30	33	33	33	35	41	37	44	38	35	36	430		

Matriz: Recuperabilidad

Fuente: El Autor

MATRIZ CAUSA - EFECTO																		
CUANTIFICACIÓN Y EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES																		
TESIS: PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO PARA LA LAGUNA DE SAN MARCOS																		
ACCIONES DEL PROYECTO			ACCIONES											SUMATORIA				
			FASE DE CONSTRUCCION											FACTOR AMBIENTAL	RECORRIDO	COMPONENTE		
COMPONENTE	UBCOMPONENT	FACTOR AMBIENTAL	INCLUSION AL MEDIO DE MAQUINARIA DE	CAPTACION DE AGUA DE LOS RIOS "ARTURO, BOQUERON Y SAN PEDRO"	CONSTRUCCION DEL TUNEL DE TRASVASE Y UN CANAL ABIERTO	CONSTRUCCION DE SIETE TUNELES Y RED DE CANALES SECUNDARIOS Y	TRES CAPTACIONES SUPERIORES Y UN DESVÍO	PRESA DE 10 000 000 m <sup>3</sup>	DESAGUE DE FONDO TIPO MORNING GLORY	UN ACOLECTO Y CUATRO ALCANTARILLAS	CUATRO EMPATES CON VÍAS PRINCIPALES, CAYAMBE, CAJAS, TABACUNDO, CAJAS Y LINEA FERREA.	CANAL PRINCIPAL CON CAPACIDAD DE CONDUCCION INICIAL	TRES TUNELES DE ADUCCION				LAGUNA DE REGULACIONES 100 MS CON CAPTACION DEL RIO LA CHIRIBA CON DESARENAADORES Y	
ABIOTICO	AIRE	Calidad del aire	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	23	69	251	
		Presencia de Olores	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			23
		Nivel de Ruido	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			23
	SUELO	Calidad del suelo	2	2	2	2	2	2	4	2	2	2	2	2	26			
		Compactación	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	36			
		Erosión	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48			
	AGUA	Cantidad de Agua Superficial	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24			
Calidad de Agua Subterránea		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48				
BIOTICO	FLORA	Cobertura Vegetal	2	2	2	2	2	2	4	2	2	2	2	26	98			
	FAUNA	Animales Terrestres	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24				
		Aves	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24				
		Insectos	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24				
ANTROPICO	MEDIO PERCEPTUAL	vistas panorámicas y paisaje	4	2	2	2	2	4	4	4	4	4	2	36	81			
	HUMANOS	Calidad de vida	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4				
		Salud y seguridad	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2		15		
	ECONOMÍA Y POBLACIÓN	Empleo	2	2	2	2	2	2	2	2	4	2	2	26				
ARQUEOLOGICO	INTERES ESTETICO Y	Pobreza	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
		Síntos y objetos históricos y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
			35	30	33	33	33	35	41	37	44	38	35	36	430			

Matriz: Reversibilidad

Fuente: El Autor

MATRIZ CAUSA - EFECTO																	
CUANTIFICACIÓN Y EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES																	
TESIS: PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO PARA LA LAGUNA DE SAN MARCOS																	
ACCIONES DEL PROYECTO			ACCIONES											SUMATORIA			
			FASE DE CONSTRUCCION														
FACTORES AMBIENTALES			INCLUSION AL MEDIO DE MAQUINARIA DE	CAPTACION DE AGUA DE LOS RIOS "ARTURO BOLIQUERON SAN PEDRO"	CONSTRUCCION DEL TUNEL DE TRASFASE Y UN CANAL	CONSTRUCCION DE SIETE TUNELES Y RED DE CAVALE SECUNDARIOS Y	TRES CAPTACIONES SUPERIORES Y UN DESVÍO	PRESA DE 10 000 000 m3	DESAGÜE DE FONDO TIPO MORNING GLORY	LANCHONCITO Y CUATRO ALCANTARILLAS	CUATRO EMPATES CON VÍAS PRINCIPALES: CAYAMBE, CAJAS, TABACUNDO, CAJAS Y LINEA FERREA-	CANAL PRINCIPAL CON CAPACIDAD DE CONDUCCION INICIAL	TRES TUNELES DE ADUCCION	LAGUNA DE REGULACION 45 000 M3 CON CAPTACION DEL RIO LA CHIMBA CON DESARENADORES Y	FACTOR AMBIENTAL	SELECION DE	COMPONENTE
COMPONENTE	UBCOMPONENT	FACTOR AMBIENTAL															
ABIOTICO	AIRE	Calidad del aire	2	2	4	4	2	4	2	4	2	4	4	4	38	88	203
		Presencia de Olores	2	1	2	2	1	4	1	2	2	2	2	4	25		
		Nivel de Ruido	4	2	0	1	2	4	2	0	4	1	1	4	25		
	SUELO	Calidad del suelo	2	1	0	1	1	2	1	0	2	1	1	2	14		
		Compactación	4	2	0	1	2	2	2	0	4	1	1	2	21		
		Erosión	4	2	2	2	2	4	2	2	4	2	2	4	32		
	AGUA	Calidad de Agua Superficial	2	2	0	1	2	4	2	0	2	1	1	4	21		
Calidad de Agua Subterránea		4	4	0	1	4	2	4	0	4	1	1	2	27			
BIOTICO	FLORA	Cobertura Vegetal	2	4	2	2	4	2	4	2	2	2	2	30			
	FAUNA	Animales Terrestres	4	4	2	2	4	4	4	2	4	2	2	4	38		
		Aves	4	4	2	2	4	4	4	2	4	2	2	4	38		
		Insectos	4	4	2	2	4	4	4	2	4	2	2	4	38		
ANTROPICO	MEDIO PERCEPTUAL	vistas panorámicas y paisaje	2	4	2	2	4	1	4	2	2	2	1	28	28		
	HUMANOS	Calidad de vida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		Salud y seguridad	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24		
	ECONOMÍA Y POBLACIÓN	Empleo	4	4	2	2	4	4	4	2	4	2	2	4	38		
		Pobrezas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	90	
ARQUEOLOGICO	INTERES ESTETICO Y	Sitios y objetos histoticos y	0	0	2	2	0	0	0	2	0	2	2	0	10	10	10
			46	42	24	29	42	47	42	24	46	29	29	47	447		

Matriz: Sinergismo

Fuente: El Autor

MATRIZ CAUSA - EFECTO																				
CUANTIFICACIÓN Y EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES																				
TESIS: PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO PARA LA LAGUNA DE SAN MARCOS																				
ACCIONES DEL PROYECTO			ACCIONES												SUMATORIA					
			FASE DE CONSTRUCCION																	
FACTORES AMBIENTALES			MEJORA DEL MEDIO DE MAQUINARIA DE	CAPTACION DE AGUA DE LOS RIOS "ARTURO, BOQUERON Y SAN PEDRO"	CONSTRUCCION DEL TUNEL DE TRAVASE Y UN CANAL	CONSTRUCCION DE SIETE TUNELES Y RED DE CANALES SECUNDARIOS Y	TRES CAPTACIONES SUPERIORES Y UN DESVÍO	PRESA DE 10 000 000 m3	DESAGUE DE FONDO TIPO MORNING GLORY	UN ACCEDIDO Y CUATRO ALCANTARILLAS	CUATRO EMPATES CON VIAL PRICIPALES "CAYAMBE, CAJAS, TABACUNDO, CAJAS Y LINEA FERREA-	CANAL PRINCIPAL CON CAPACIDAD DE CONDUCCION INICIAL	TRES TUNELES DE ADUCCION	LAGUNA DE REGULACION 45 000 M3 CON CAPTACION DEL RIO LA CHIMBA CON DESARENADORES Y	FACTOR AMBIENTAL	SUBCOMPONENTE	COMPONENTE			
			COMPONENTE	UBCOMPONENT	FACTOR AMBIENTAL	1	1	0	0	1	4	1	1	1				1	1	0
ABIOTICO	AIRE	Calidad del aire	1	1	0	0	1	4	1	1	1	1	1	0	4	15	33	56	27	116
		Presencia de Olores	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9				
		Nivel de Ruido	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9				
	SUELO	Calidad del suelo	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	11	56	27	116	
		Compactación	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15				
		Erosión	1	4	1	1	4	4	4	4	1	1	1	4	30					
AGUA	Canal de agua Superficial	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	27	116	48	48	
	Calidad de Agua Subterranas	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15					
BIOTICO	FLORA	Cobertura Vegetal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	48	48	48	48	
	FAUNA	Animales Terrestres	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12					
		Aves	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12					
		Insectos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12					
ANTROPICO	MEDIO PERCEPTUAL	vista panoramias y paisaje	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	12	40	40	40	40
	HUMANOS	Calidad de vida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4				
		Salud y seguridad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12				
	ECONOMÍA Y POBLACIÓN	Empleo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	12				
		Pobreza	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	40		
ARQUEOLOGICO	INTERES ESTETICO Y	Sitios y objetos histoticos y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			18	18	15	12	18	21	17	18	19	15	12	21	204					

Matriz: Acumulativo

Fuente: El Autor

MATRIZ CAUSA - EFECTO																		
CUANTIFICACIÓN Y EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES																		
TESIS: PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO PARA LA LAGUNA DE SAN MARCOS																		
ACCIONES DEL PROYECTO			ACCIONES												SUMATORIA			
			FASE DE CONSTRUCCION												FACTOR AMBIENTAL	SUBCOMPONENTE	COMPONENTE	
COMPONENTE	UBCOMPONENT	ACTOR AMBIENTAL	EXCAVACION AL MEDIO DE MAQUINARIA DE	CARPAS DE PROTECCION DE AGUA DE LOS RIOS "ARTURO, BOQUERON Y SAN PEDRO"	CONSTRUCCION DEL TUNEL DE TRASVASE Y UN CANAL	CONSTRUCCION DE SIETE TUNELES Y RED DE CANALES SECUNDARIOS Y	TRES CAPTACIONES SUPERIORES Y UN DESVIO	PRESA DE 10 000 000 m3	DESAGUE DE FONDO TIPO MORNING GLORY	UN ACUEDUCTO Y CUATRO ALCANTARILLAS	CUATRO TEMPLES CON VIGAS PRINCIPALES, CAYAMBÉ-CAJAS, TABICUNDO-CAJAS Y LINEA FERREA-	CANAL PRINCIPAL CON CAPACIDAD DE CONDUCCION INICIAL	TRES TUNELES DE ADUCCION	1000 M3 CON CAPTACION DEL RIO LA CHIMBA CON DESARENADORES Y DESBRIADORES				
ABIOTICO	AIRE	Calidad del aire	4	1	4	4	1	4	4	4	4	4	4	4	42	111	267	
		Presencia de Olores	4	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1			21
		Nivel de Ruido	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4			48
	SUELO	Calidad del suelo	1	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4			39
		Compactación	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4			45
		Erosión	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4			45
	AGUA	Calidad de Agua Superficial	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			15
Calidad de Agua Subterránea		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12			
BIOTICO	FLORA	Cobertura Vegetal	4	1	4	4	1	4	4	4	4	4	4	4	42	186	186	
	FAUNA	Animales Terrestres	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48			
		Aves	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48			
		Insectos	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48			
ANTROPICO	MEDIO PERCEPTUAL	vista panoramica y paisaje	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48	48		
	HUMANOS	Calidad de vida	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	10			
		Salud y seguridad	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48	58	
	ECONOMÍA Y POBLACIÓN	Empleo	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48		
		Pobreza	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	154	
ARQUEOLOGICO	INTERES ESTETICO Y	Sitios y objetos historicos y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			50	47	53	53	47	51	51	51	51	51	51	51	607			

Matriz: Causa Efecto

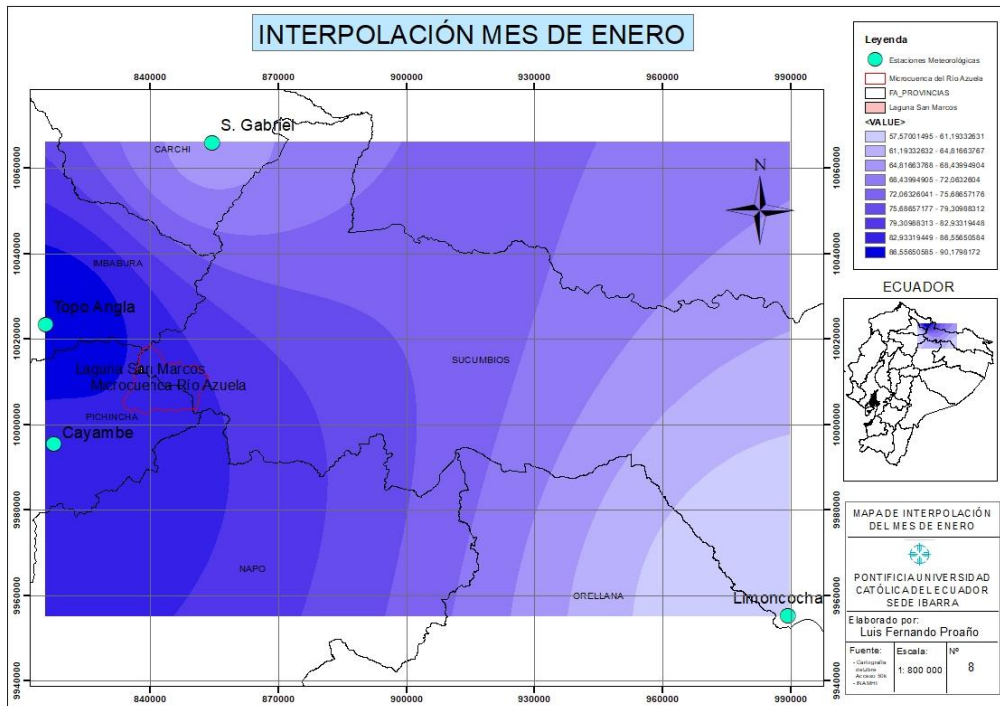
Fuente: El Autor

<b>MATRIZ CAUSA - EFECTO</b>																			
<b>CUANTIFICACIÓN Y EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES</b>																			
<b>TESIS: PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO PARA LA LAGUNA DE SAN MARCOS</b>																			
<b>ACCIONES DEL PROYECTO</b>			<b>ACCIONES</b>												<b>SUMATORIA</b>				
			<b>FASE DE CONSTRUCCION</b>																
<b>FACTORES AMBIENTALES</b>			<small>           1. SELECCION AL MEDIO DE MAQUINARIA DE CAPTACION DE AGUA DE LOS RIOS "ARTURO, BOQUERON Y SAN PEDRO"            2. CONSTRUCCION DEL TUNEL DE TRAYASE Y UN CANAL            3. CONSTRUCCION DE SIETE TUNELES Y RED DE CANALES SECUNDARIOS Y            4. TRES CAPTACIONES SUPERIORES Y UN DESVIO            5. PRESA DE 10 000 000 m3            6. DESAJUJE DE FONDO TIPO MORNING GLORY            7. UN ACEQUIO Y CUATRO ALCANTARILLAS            8. CUATRO EMPATES CON VASOS PRINCIPALES: CAYAMBE, CAJAS, TABACUNDO, CAJAS Y LINEA FERREA-            9. CANAL PRINCIPAL CON CAPACIDAD DE CONDUCCION INICIAL            10. TRES TUNELES DE ADUCCION            11. LAGUNA DE REGULACION 45 000 M3 CON CAPTACION DEL RIO LA CHIMBA CON DESARENADORES Y         </small>												<b>FACTOR AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	<b>COMPONENTE</b>		
			<b>COMPONENTE</b>	<b>UBCOMPONENT</b>	<b>FACTOR AMBIENTAL</b>														
<b>ABIOTICO</b>	<b>AIRE</b>	Calidad del aire	4	2	2	2	2	2	4	2	2	2	4	2	2	4	32	86	254
		Presencia de Olores	2	2	2	2	2	2	4	2	2	2	2	2	2	4	28		
		Nivel de Ruido	2	2	2	2	2	2	4	1	1	2	2	2	2	4	26		
	<b>SUELO</b>	Calidad del suelo	2	2	2	2	2	2	4	2	2	2	2	2	2	4	28		
		Compactación	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	44		
		Erosión	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48		
	<b>AGUA</b>	Calidad de agua Superficial	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24		
Calidad de Agua Subterránea		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24			
<b>BIOTICO</b>	<b>FLORA</b>	Cobertura Vegetal	2	2	4	4	2	2	4	4	2	4	4	2	2	36	132	132	
	<b>FAUNA</b>	Animales Terrestres	4	4	2	2	4	2	2	2	4	2	2	2	2	32			
		Aves	4	4	2	2	4	2	2	2	4	2	2	2	2	32			
		Insectos	4	4	2	2	4	2	2	2	4	2	2	2	2	32			
		vida psoramicos y psicosis	2	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	44			
<b>ANTROPICO</b>	<b>HUMANOS</b>	Calidad de vida	2	2	2	2	2	0	0	0	4	0	0	0	14	38	130		
	Salud y seguridad	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24				
	<b>ECONOMÍA Y POBLACIÓN</b>	Empleo	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4			48	
		Pobreza	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	
<b>ARQUEOLOGICO</b>	<b>INTERES ESTETICO Y</b>	Sitios y objetos histoticos y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			46	46	42	42	46	46	37	37	48	40	40	46	516				

Matriz: Periodicidad

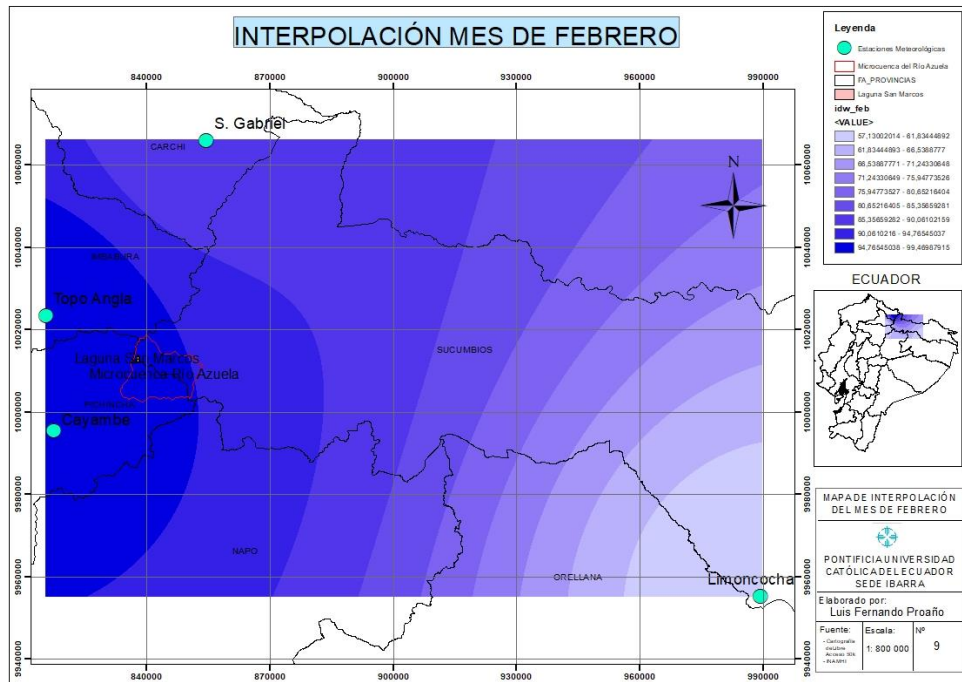
Fuente: El Autor

Anexo 8. Mapas de Interpolación.



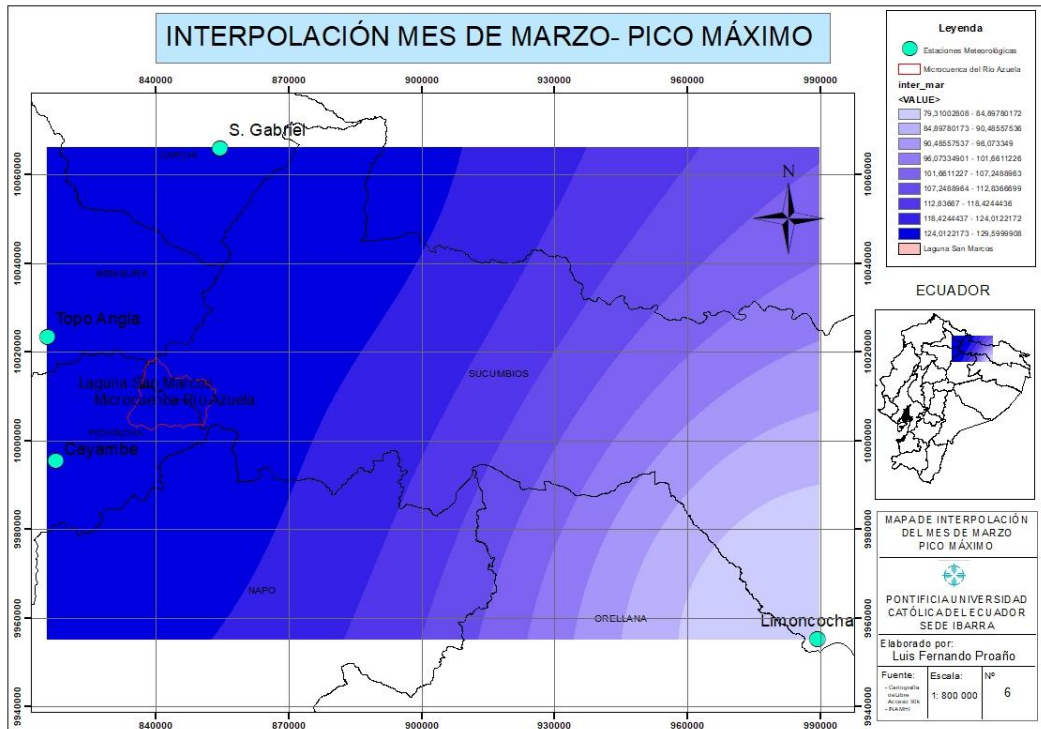
Mes: Enero

Fuente: El Autor



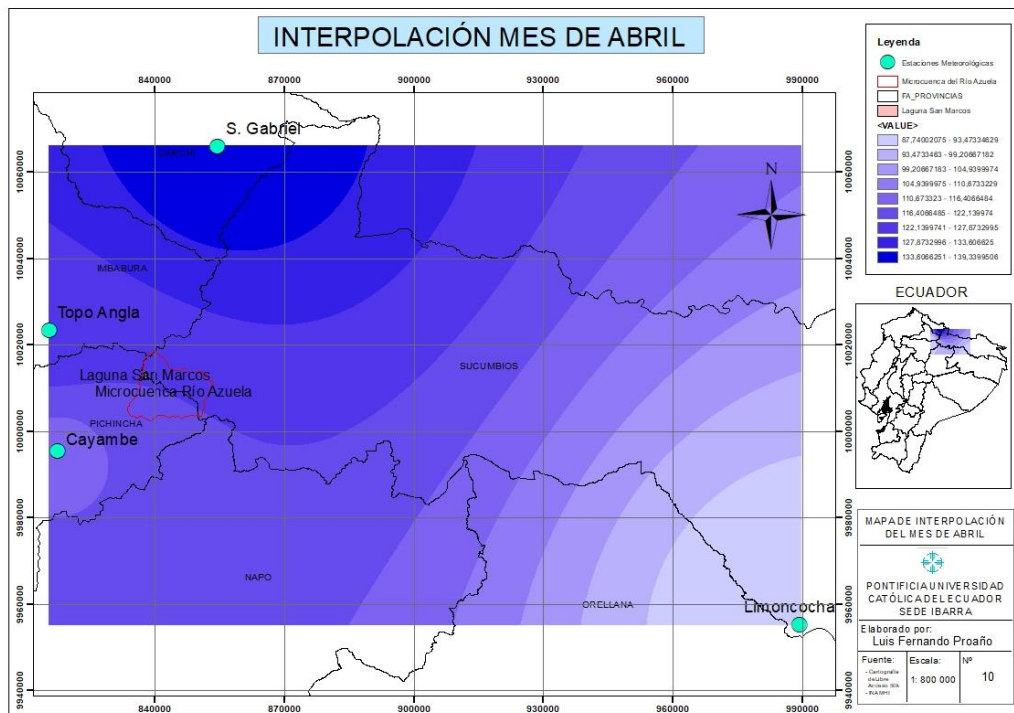
Mes: Febrero

Fuente: El Autor



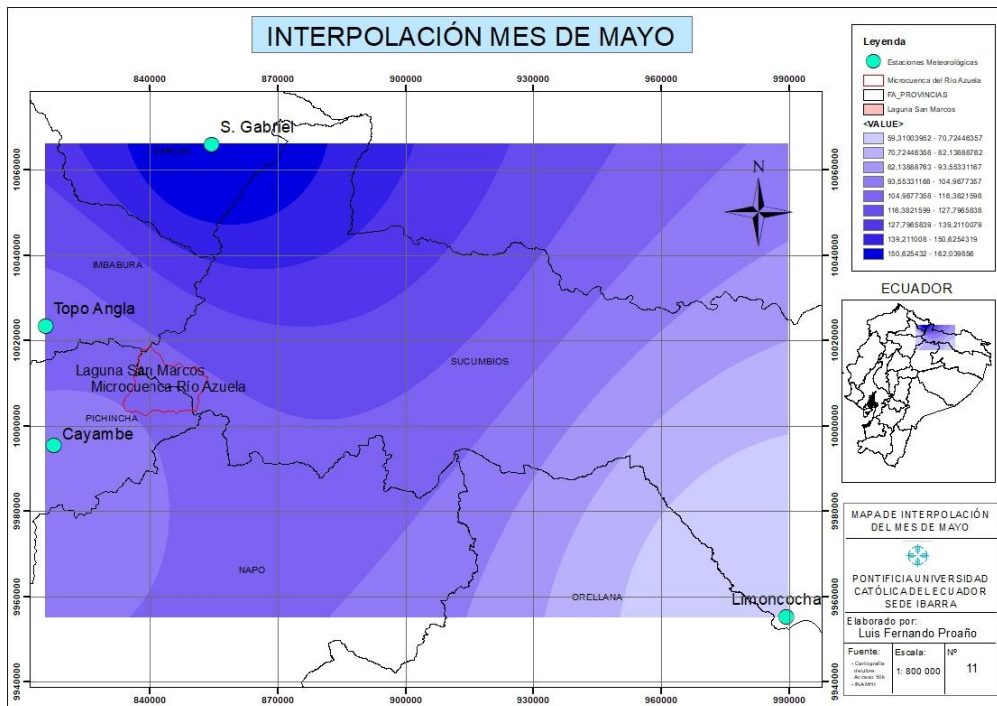
Mes: Marzo

Fuente: El Autor



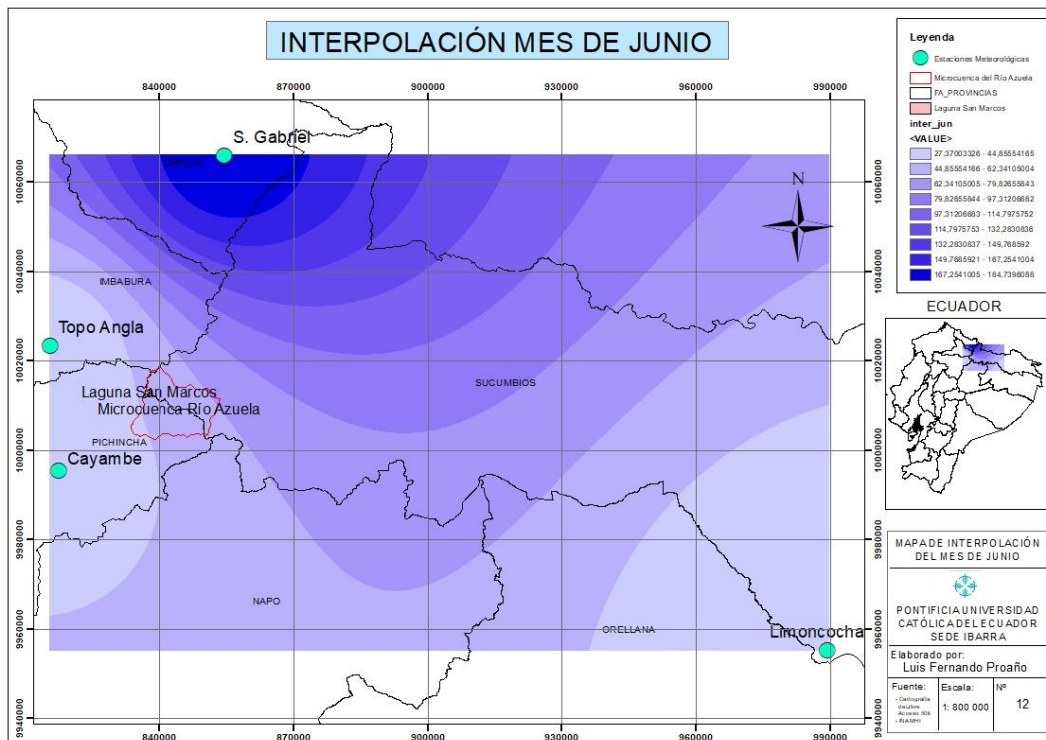
Mes: Abril

Fuente: El Autor



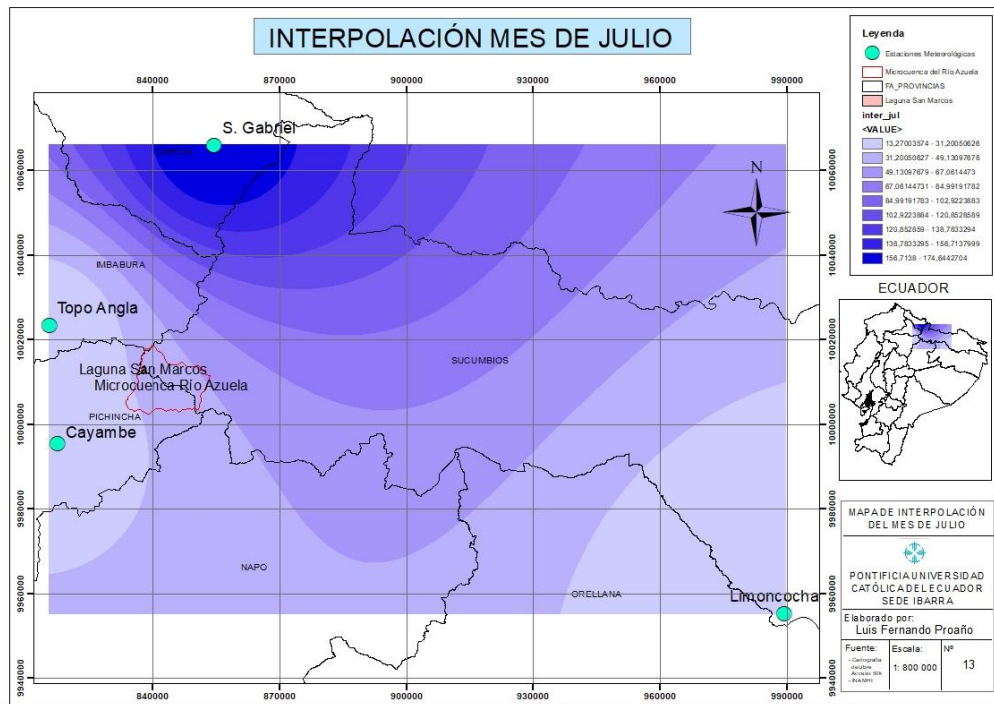
Mes: Mayo

Fuente: El Autor



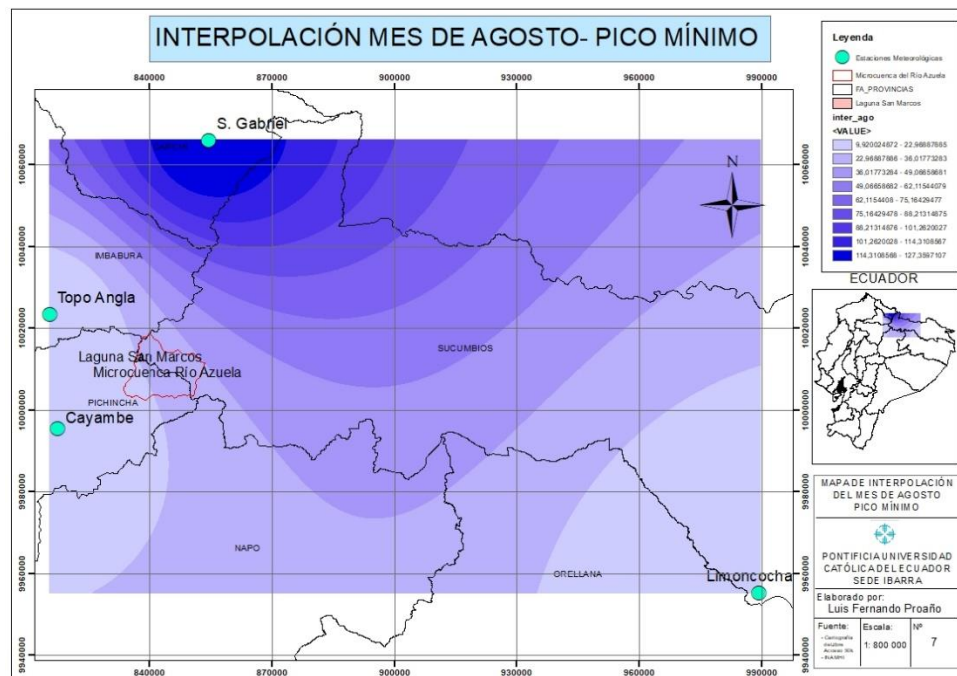
Mes: Junio

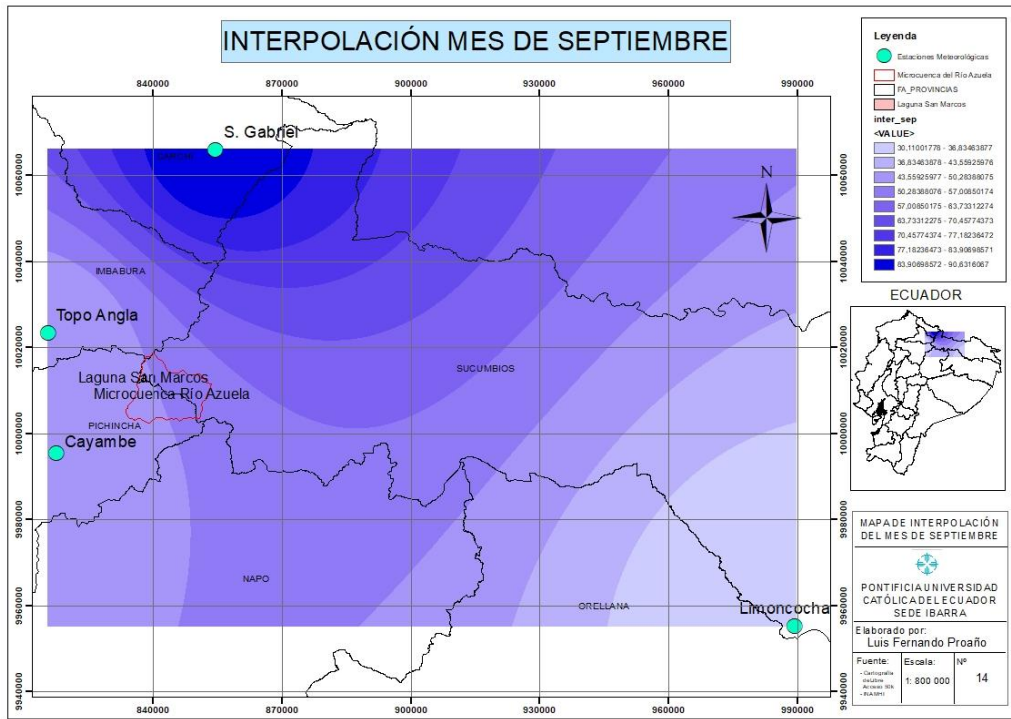
Fuente: El Autor



Mes: Julio

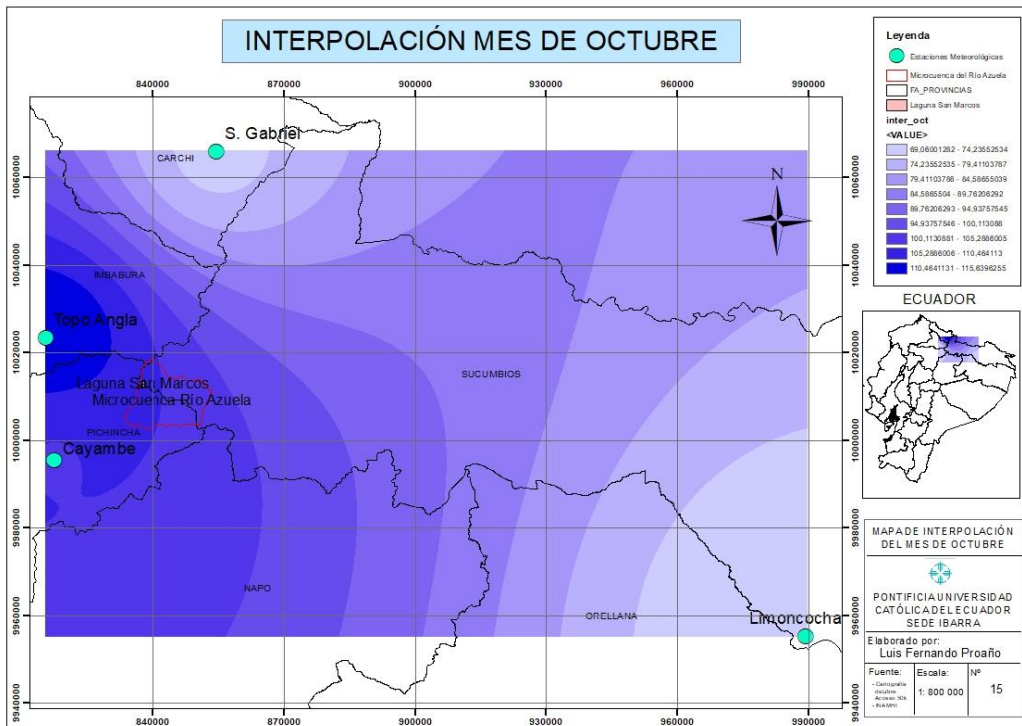
Fuente: El Autor





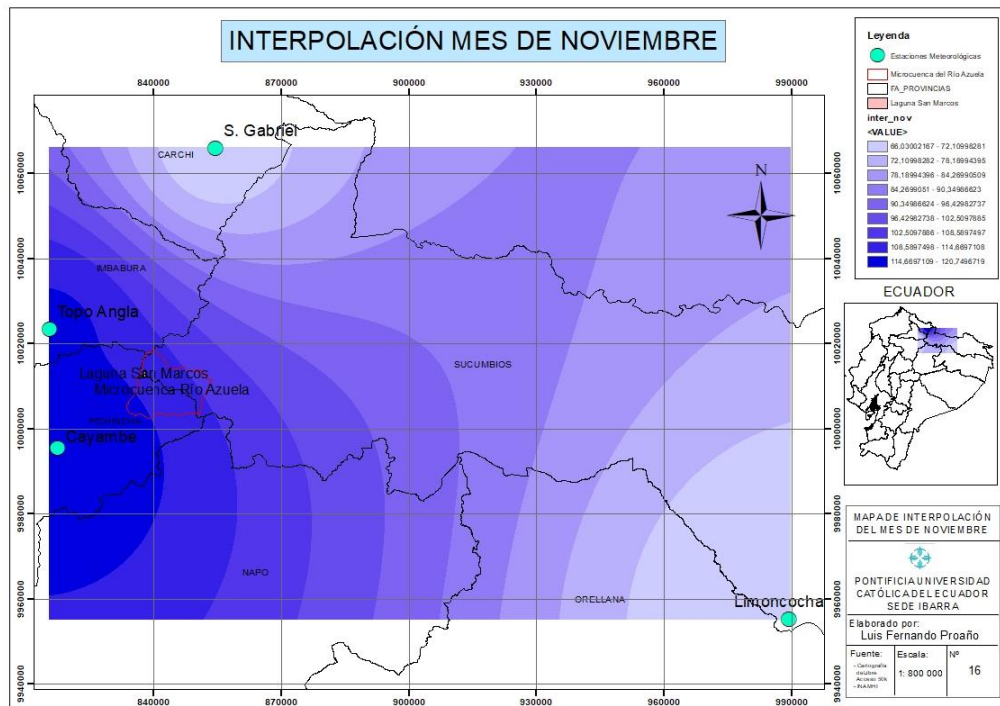
Mes: Septiembre

Fuente: El Autor



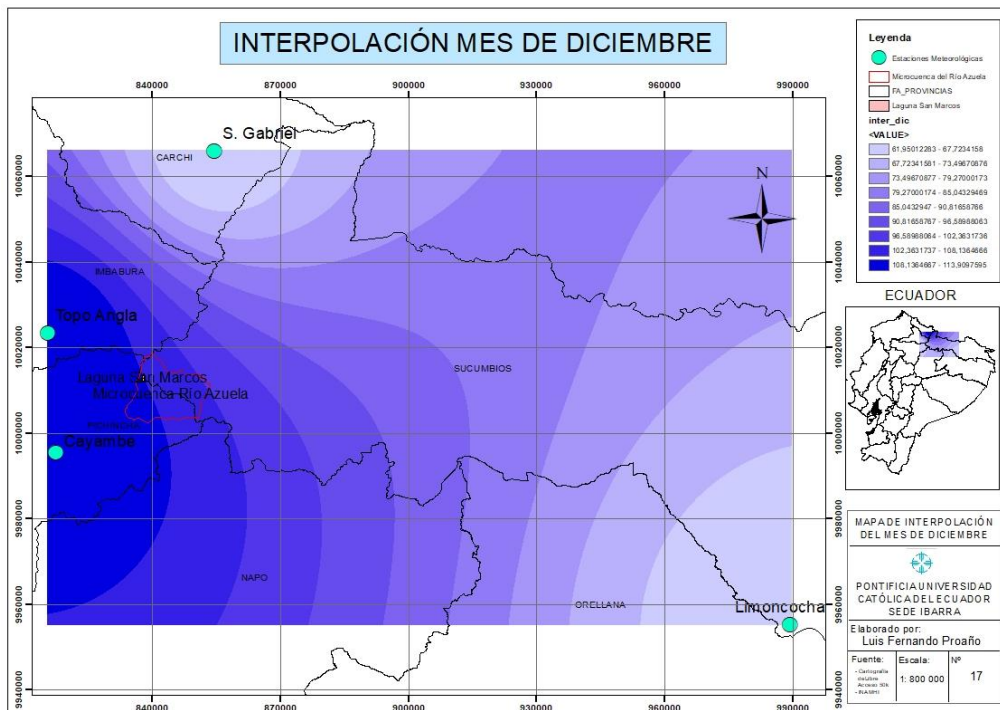
Mes: Octubre

Fuente: El Autor



Mes: Noviembre

Fuente: El Autor



Mes: Diciembre

Fuente: El Autor

Anexo 9. Recorrido de Campo por la Laguna de San Marcos y Alrededores



Sitio: Obras civiles- Laguna de San Marcos  
Fuente: El Autor



Sitio: Obras civiles- Laguna de San Marcos  
Fuente: El Autor



Sitio: Río La Chimba  
Fuente: El Autor



Sitio: Laguna de San Marcos  
Fuente: El Autor

## Anexo 10. Socialización de Trabajo de Titulación

### Fotografías del Proceso de Socialización





## Registro de Asistencia



### PROCESO DE SOCIALIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN

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

FECHA	07-03-2019		
EXPOSITOR	Las Ferias de Proceso Muzo?		
LUGAR	DENTRO PUCESI	FUERA PUCESI	X

**NOTA IMPORTANTE:** Por favor conteste las preguntas según la siguiente escala:

5. MUY ALTO / 4. ALTO / 3. MEDIO / 2. BAJO / 1. NULO

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



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: *José Fernando Pizarro Muñoz*

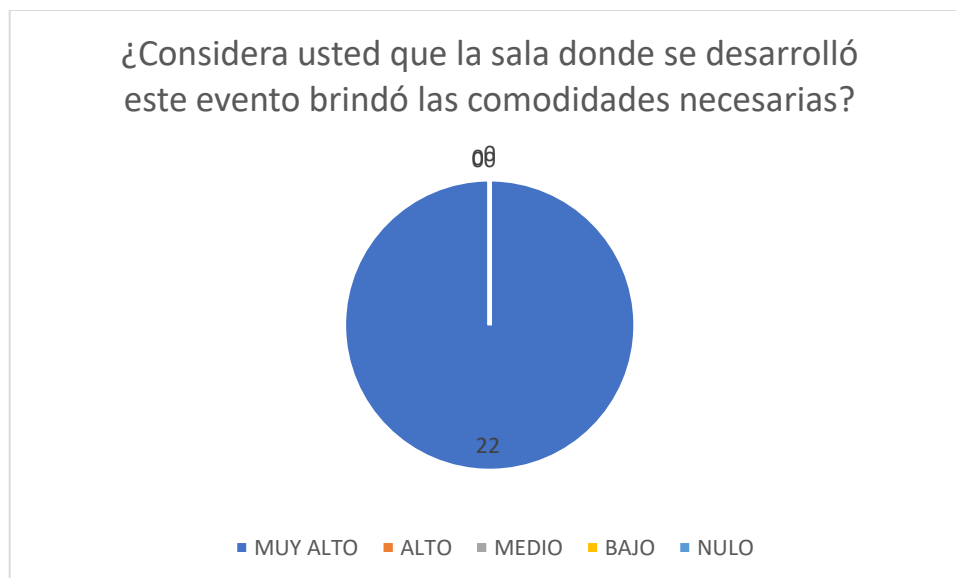
CARRERA: *ECDA*

FECHA: *16/02/2019*

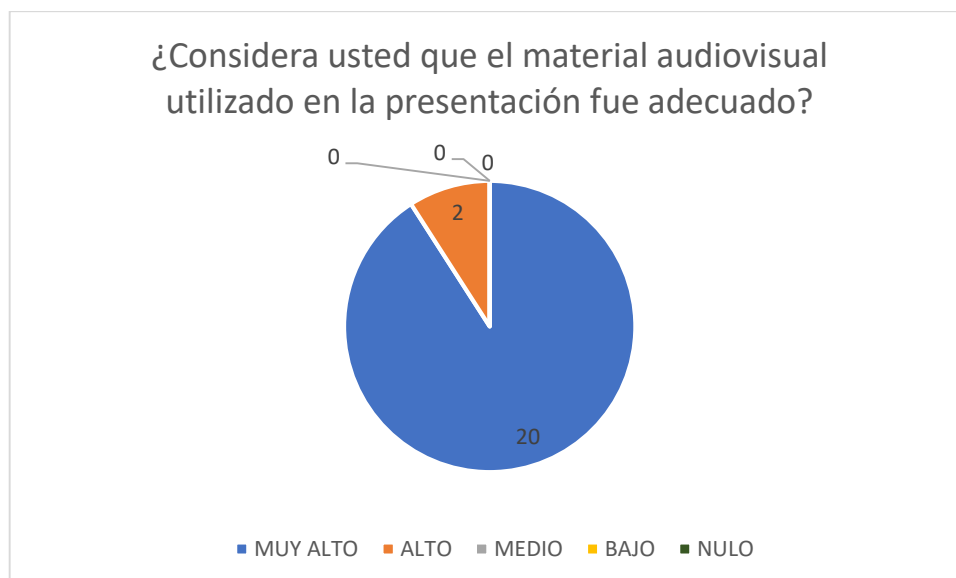
NOMBRE ASISTENTE	NÚMERO DE CÉDULA	INSTITUCION A LA QUE REPRESENTA	FIRMA
<i>Fernando Cive Victor Engue</i>		<i>Ayora</i>	<i>Victor Engue</i>
<i>Manuel Flores</i>	<i>1701161560</i>	<i>Ayora</i>	<i>Manuel Flores</i>
<i>Ruperto Vilal</i>	<i>0400494072</i>	<i>Ayora</i>	<i>Ruperto Vilal</i>
<i>Helena Adame</i>	<i>1702826322</i>	<i>Ayora</i>	<i>Helena Adame</i>
<i>Victor Guano</i>	<i>1705123435</i>	<i>Ayora</i>	<i>Victor Guano</i>
<i>Luis Espinoza</i>	<i>1704700374</i>	<i>Quito</i>	<i>Luis Espinoza</i>
<i>CARLOS GOMEZ</i>	<i>1717032856</i>	<i>AYORA</i>	<i>Carlos Gomez</i>
<i>Jaimé Dinuro</i>	<i>1703936458</i>	<i>Ayora</i>	<i>Jaimé Dinuro</i>
<i>CARLOS SORIANO</i>		<i>Ayora</i>	<i>Carlos Soriano</i>
<i>Rene Carlos</i>	<i>1113426005</i>	<i>Ayora</i>	<i>Rene Carlos</i>
<i>VICENTE TRUJILLO</i>	<i>1700716119</i>	<i>Ayora</i>	<i>Vicente Trujillo</i>
<i>LIGIA BEAÑOS</i>	<i>1700952208</i>	<i>Ayora</i>	<i>Ligia Beaños</i>
<i>Segundo</i>			<i>Segundo</i>
<i>María S.</i>	<i>1703952745</i>	<i>Ayora</i>	<i>María S.</i>
<i>Rosa e Bejarano</i>	<i>1000560977</i>	<i>Barrío Unión Ayora e Bejarano</i>	<i>Rosa e Bejarano</i>
<i>María Beatriz</i>	<i>0400497494</i>	<i>Barrío Central Ayora</i>	<i>María Beatriz</i>
<i>Inés Contador</i>		<i>Ayora</i>	<i>Inés Contador</i>
<i>Luis Contador</i>	<i>17126062</i>	<i>JAA</i>	<i>Luis Contador</i>

## Tabulación de Resultado de Encuestas de Socialización

### Organización del Evento de Socialización

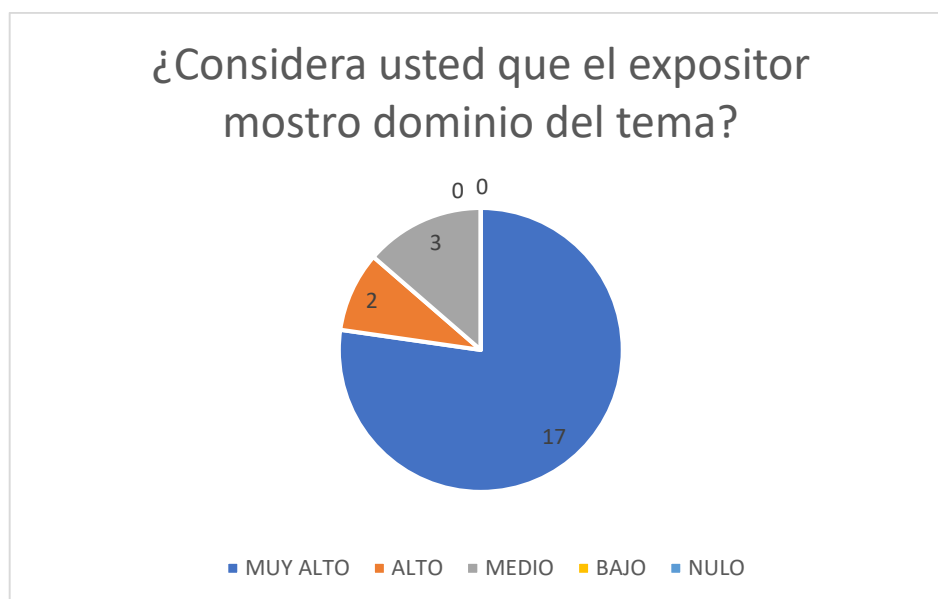


Los resultados de obtenidos de la encuesta de la primera pregunta fue de 22 en la categoría de MUY ALTO es vista de que se encontraban en un lugar muy común para ellos que es donde siempre se reúnen.

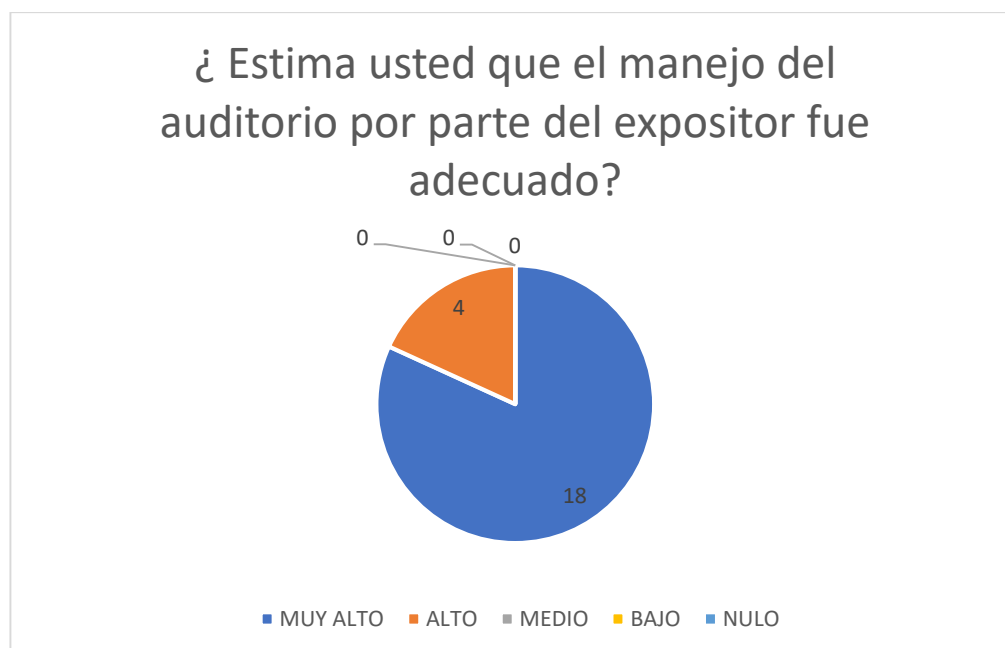


En la segunda pregunta 20 personas consideraron como MUY ALTO el material audiovisual y 2 como ALTO.

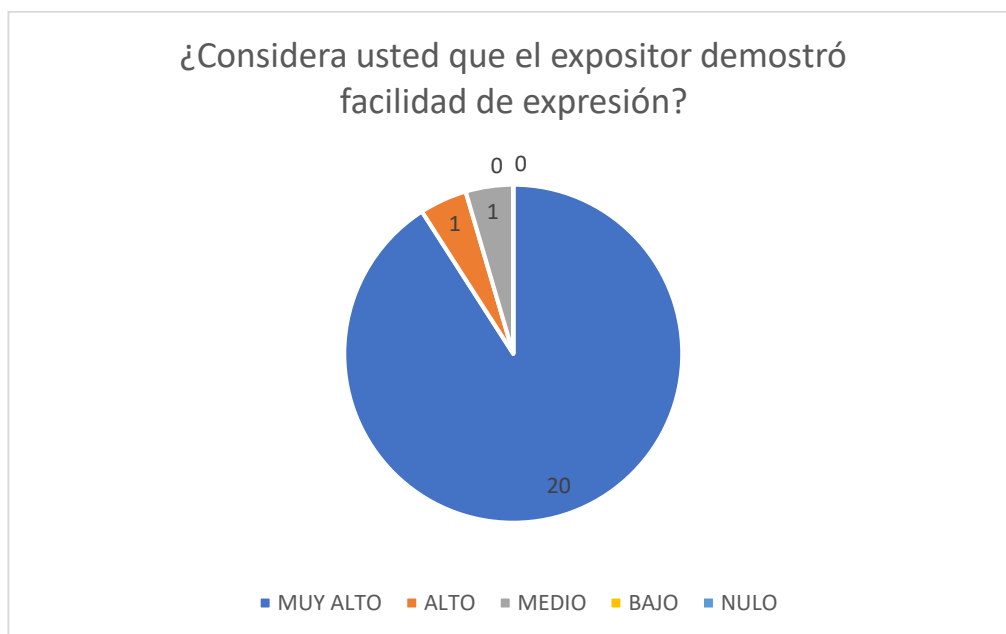
### Ejecutor del Evento por parte del Expositor



En la tercer pregunta 17 personas consideraron MUY ALTO el dominio del expositor 2 como ALTO y 3 como MEDIO.



En la cuarta pregunta 18 personas consideraron el manejo del auditorio como MUY ALTO y 4 como ALTO.

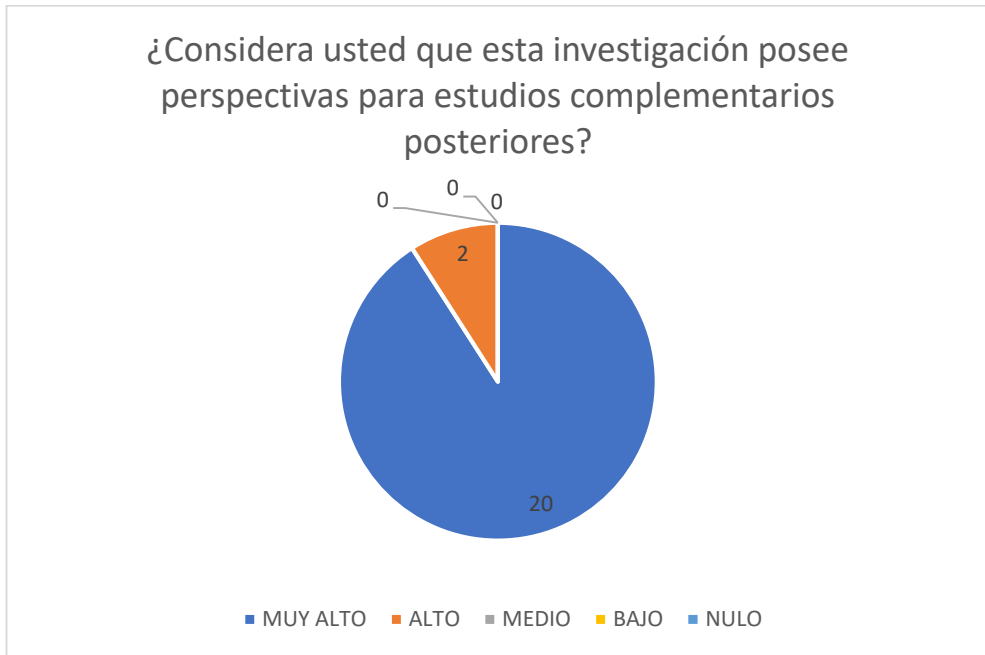


En la quinta pregunta 20 personas consideraron como MUY ALTO la facilidad de expresión del expositor, 1 como alto y 1 como medio.

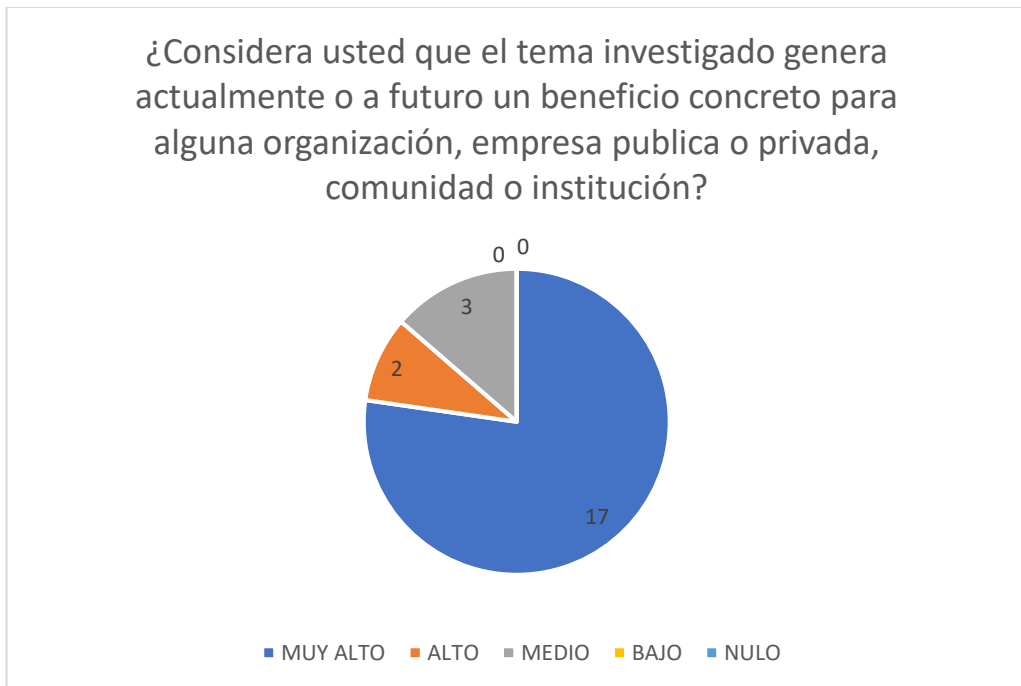
#### Medición de Impacto de la Investigación



En la sexta pregunta 19 personas consideraron MUY ALTO que este estudio sirve como perspectiva para estudios posteriores, y 3 personas como ALTO

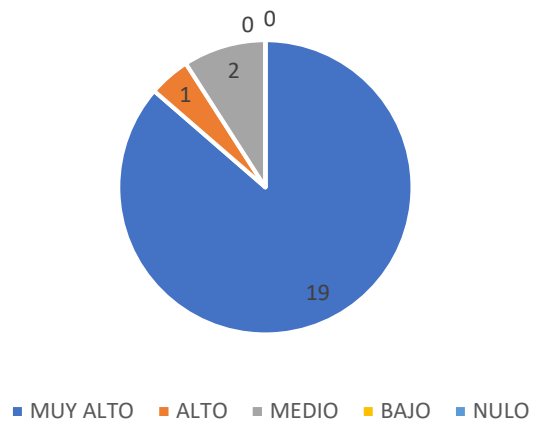


En la séptima pregunta 20 Personas consideraron como MUY ALTO las perspectivas para estudios complementarios posteriores y 2 como ALTO.



En la octava pregunta 17 personas consideran que el tema investigado genera beneficio para las comunidades 2 ALTO y 3 MEDIO.

¿En función de los objetivos planteados expuestos en la investigación, considera usted que estos se cumplieron?



En la novena pregunta 19 personas consideran como MUY ALTO que los objetivos de la investigación se han cumplido, 1 como alto, 2 como nulo.