UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

INGENIERIA EN MEDIO AMBIENTE

PROYECTO DE INVESTIGACION

IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS DE IMPORTANCIA HÍDRICA EN EL PISO BIOCLIMÁTICO (BsMnO3) DE 2000 A 3100 msnm, DENTRO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "RECUPERACIÓN DE GERMOPLASMA DE ESPECIES VEGETALES DE LA ZONA NOR-OCCIDENTAL" EN LA PARROQUIA EL TINGO, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI, 2018.

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniería en Medio Ambiente

Autora: Hernández Paredes Rosa del Pilar

Tutor: Lcdo. Magister Jaime Rene Lema Pillalaza

LATACUNGA-ECUADOR

ABRIL-AGOSTO 2018

DECLARACION DE AUTORIA

Yo, **Hernández Paredes Rosa del Pilar** declaro ser autor (a) del presente proyecto de investigación: **"IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS DE IMPORTANCIA HÍDRICA EN EL PISO BIOCLIMÁTICO (BSMNO3) DE 2000 A 3100 msnm, DENTRO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "RECUPERACION DE GERMOPLASMA DE ESPECIES VEGETALES DE LA ZONA NOR-OCCIDENTAL" EN LA PARROQUIA EL TINGO, CANTÓN PUJÍLI, PROVINCIA DE COTOPAXI, 2018"**, siendo el Lcdo. Magister Jaime Lema tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

.....

Hernández Paredes Rosa del Pilar

C.I. 1600577181

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de parte **HERNANDEZ PAREDES ROSA DEL PILAR**, identificada con C.C. **N°160057718-1**, de estado civil **CASADA** y con domicilio en la provincia de Pichincha, Cantón Quito, Barrio Santa Rita, a quien en lo sucesivo se denominara **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.-LA CEDENTE Es una persona natural estudiante de la carrera estudiante de la carrera de **INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado "**IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS DE IMPORTANCIA HÍDRICA EN EL PISO BIOCLIMÁTICO (BsMnO3) DE 2000 A 3100 msnm, DENTRO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "RECUPERACIÓN DE GERMOPLASMA DE ESPECIES VEGETALES DE LA ZONA NOR-OCCIDENTAL" EN LA PARROQUIA EL TINGO, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI, 2018",** cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

HISTORIAL ACADÉMICO.-

Fecha de inicio de la carrera.- Abril_2010-Febrero_2010

Fecha de finalización.- Abril-Agosto 2018

Aprobación HCA.- 13 de Agosto 2018

Tutor.- Lcdo. Jaime Rene Lema Pillalaza. Mg.

Tema: "IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS DE IMPORTANCIA HÍDRICA EN EL PISO BIOCLIMÁTICO (BSMNO3) DE 2000 A 3100 msnm, DENTRO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "RECUPERACION DE GERMOPLASMA DE ESPECIES VEGETALES DE LA ZONA NOR-OCCIDENTAL" EN LA PARROQUIA EL TINGO, CANTÓN PUJÍLI, PROVINCIA DE COTOPAXI, 2018"

CLÁUSULA SEGUNDA.-LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA.-Por el presente contrato, **LA/EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA.- OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LA/EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.

b) La publicación del trabajo de grado.

c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA.- El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA/EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA.- El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA.- CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.- Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra Persona incluyendo **LA/EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA.- LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.- LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA/EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA.- El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las Cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA.- En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA.- Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad.
El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.
En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga al 15 del mes de Agosto del 2018.

.....	.....
Hernandez Paredes Rosa Del Pilar	Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez
LA CEDENTE	**EL CESIONARIO**

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

"IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS DE IMPORTANCIA HÍDRICA EN EL PISO BIOCLIMÁTICO (BSMNO3) DE 2000 A 3100 msnm, DENTRO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "RECUPERACION DE GERMOPLASMA DE ESPECIES VEGETALES DE LA ZONA NOR-OCCIDENTAL" EN LA PARROQUIA EL TINGO, CANTÓN PUJÍLI, PROVINCIA DE COTOPAXI, 2018" de Hernandez Paredes Rosa Del Pilar, de la carrera de Ingeniería de Medio Ambiente, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Agosto del 2018

El Tutor

.....

Ing. Jaime Rene Lema Pillalaza

C.I. 1713759932

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: **HERNANDEZ PAREDES ROSA DEL PILAR** con el título de Proyecto de Investigación:

"Identificación de las áreas de importancia hídrica en el piso bioclimático BsMnO3 de 2000 a 3100 msnm, dentro del proyecto de investigación "RECUPERACION DE GERMOPLASMA DE ESPECIES VEGETALES DE LA ZONA NOR-OCCIDENTAL" en la parroquia el Tingo, Cantón Pujíli, Provincia de Cotopaxi, 2018", ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Agosto 2018

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)
Ing. José Andrade. Mg
CC: 0502524481

Lector 2
Ing. Mercy Ilbay Mg.
CC: 060414790-0

Lector 3
Ing. Juan Espinoza M.Sc
CC: 171347432-6

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por cuidarme y permitirme culminar un propósito más en mi vida, y que esta meta se convierta en una realidad.

A mis padres Luis y Angelita, por apoyarme y no abandonarme en los momentos difíciles y hacer posible que mis metas se cumplan, a ellos les debo quien soy y seré en un futuro.

A mi Esposo y a mi hijo Erick, que es mi fuerza e inspiración para salir adelante.

Y de igual manera a mis hermanas y mi hermano quienes con sus consejos y apoyo siempre han estado a mi lado.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por darme la oportunidad de estudiar y ser una profesional.

Gracias a todos ustedes que son mi familia, sin ustedes no lo hubiese logrado.

DEDICATORIA

A mis padres, por su valioso apoyo en todo momento.
A mi hijo Erick que siempre me impulsa a luchar y seguir adelante
y que muchas veces no tuvo una mama a tiempo completo.
Y a todas las personas que tuvieron una palabra de apoyo
Durante mis estudios.

Pilar H.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TITULO: Identificación de las áreas de importancia hídrica en el piso bioclimático BsMnO3 de 2000 a 3100 msnm, dentro del proyecto de investigación "RECUPERACION DE GERMOPLASMA DE ESPECIES VEGETALES DE LA ZONA NOR-OCCIDENTAL" en la parroquia el Tingo, Cantón Pujíli, Provincia de Cotopaxi, 2018.

Autor: Hernández Paredes Rosa del Pilar

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de identificar las áreas de importancia hídrica en el piso bioclimático Bosque siempre verde montano de Cordillera Occidental de los Andes (BsMnO3) de 2000 a 3100 msnm, el cual que forma parte del proyecto de investigación "RECUPERACION DE GERMOPLASMA DE ESPECIES VEGETALES DE LA ZONA NOR-OCCIDENTAL" perteneciente a la Carrera de Ingeniería en Medio Ambiente de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales en la parroquia el Tingo del Cantón Pujíli.

El piso bioclimático BsMnO3 de la cuenca del rio San Pablo (CrSP) se ubica en la Provincia de Cotopaxi, en los cantones de la Mana (1,54 km^2), Pujíli (60,79 km^2) y Sigchos (47,58km^2), con una altura que va desde 2000 a 3100 msnm, la misma que se caracteriza por tener una forma irregular. La climatología del lugar hizo posible el cálculo del balance hídrico mediante el método RAS de Junker permitiendo así determinar, evaluar aspectos relacionados a las áreas de recarga hídrica, además con la ayuda del software ArcGis 10.2 en base a la información recopilada en formatos shapefile se pudo realizar mapas georreferenciados de evapotranspiración real de 1080.06, con un porcentaje de 0.5 de infiltración y con una acumulación (RAS) de 449.96 mm/año.

De acuerdo a esto haciendo referencia a la ley forestal y ley de aguas se planteó medidas para conservar los bosques y principales áreas protegidas existentes en la CrSP como la preservación de especies endémicas que solo se encuentra en este tipo de zonas húmedas, haciendo un énfasis primordial en el mejor uso y aprovechamiento de las zonas de recarga hídrica y sus acumulaciones por año.

Palabras clave: Balance Hidrico, RAS, Recarga Hidrica.

UNIVERSITY TECHNICAL OF COTOPAXI

AGRICULTURAL AND NATURAL RESOURCES FACULTY

THEME: Identification of water areas importance in the bioclimatic floor BsMnO3 from 2000 to 3100 meters above sea level, within the research project "GERMPLASM RECOVERY OF VEGETABLE SPECIES OF THE NORTH-WESTERN ZONE" in El Tingo Parish, Pujíli Cantón, Cotopaxi Province, 2018.

Author: Hernández Paredes Rosa del Pilar

ABSTRACT

This research work was carried out with the objective of identifying the areas of water importance in the bioclimatic floor montane evergreen forest of the Western "Cordillera" of the Andes (BsMnO3) from 2000 to 3100 meters above sea level, which is part of the research project "GERMPLASM RECOVERY OF VEGETABLE SPECIES OF THE NORTH-WESTERN ZONE" belonging to the Environmental Engineering Major of the Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources in El Tingo Parish, Pujíli Canton.

The bioclimatic floor BsMnO3 of the San Pablo river basin (CrSP) is located in the province of Cotopaxi, in La Mana Canton (1.54 km2), Pujíli Canton (60.79 km2) and Sigchos Canton (47.58km2) with a height from 2000 to 3100 msnm, the same one that is characterized to have an irregular form. The climatology of the place made possible the calculation of the hydric balance by the method RAS of Junker allowing to determine, to evaluate and to define appearances related to the areas of hydric recharge; in addition with the aid of the software ArcGis 10.2 based on the information compiled in formats shapefile through the National Information System page, it was possible to make georeferenced maps of real evapotranspiration of 1080.06, with a 0.5 infiltration percentage and with an accumulation (RAS) of 449.96 mm / year.

According to this, referring to the forestry law and water law, measures were proposed to conserve the forests and main protected areas existing in the CrSP as the preservation of endemic species that are only found in this type of wetlands, the researcher does a primary emphasis in the best use of recharge water zones and their accumulations per year.

Keywords: Water Balance, RAS, Water Balance, Water recharge

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

1. INTRODUCCIÓN

Las cuencas hidrográficas funcionan como divisorias naturales de territorios para separar asentamientos territoriales tales como países y regiones las cuales albergan gran variedad de flora y fauna, Dentro de ellas se presentan actividades que ofrecen servicios a la sociedad como el suministro de agua dulce sea para el uso doméstico o agrícola, siendo este último una de las principal función de las cuencas hidrográficas en la sociedad.

En los últimos años, la utilización de nuevas tecnologías ha cambiado el modelo de estudio de los recursos naturales. En la actualidad, la forma más conveniente de almacenar y analizar este conjunto de datos, es mediante los sistemas de información geográfica (SIG), que además permiten la elaboración y manipulación de mapas. Es así que, es posible relacionar en forma coherente y sistemática los datos de localización de los recursos hídricos, con sus características descriptivas cuantitativas y cualitativas.

Es por ello que en este trabajo se utilizó técnicas de análisis espacial para su delimitación y caracterización en el cual se logró determinar parámetros fundamentales en base a las características morfométricos de la cuenca, las mismas que facilitaron el empleo de fórmulas hidrológicas que sirvieron para relacionar con los parámetros de drenaje.

El empleo de Arc Gis además facilito el cálculo de las áreas de recarga hídrica del piso bioclimático BsMnO3 - Bosque Siempre Verde Montano de la Parroquia el Tingo, por medio del Método de Recarga Hídrica Subterránea (RAS) de Junker (2005), que requiere de la determinación de un balance climático y del coeficiente de infiltración, todo esto con el fin de proponer estrategias de manejo de recursos hídricos y poder encontrar posibles problemas que afecten a la Cuenca del Rio San Pablo

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Actualmente para la ejecución de cualquier tipo de proyecto requiere de información hidrológica, debido a que el agua es un recurso limitado, vulnerable y básico para sustentar la vida, el desarrollo y el ambiente. La disponibilidad de un apropiado abastecimiento de agua es considerada esencial para área de salud, desarrollo económico y para un ambiente saludable, siendo éste uno de los desafíos más urgentes a ser atendidos

Por tales razones el presente proyecto se realizó con la finalidad de recopilar información sobre la cuenca del área de estudio en este caso la cuenca del Rio San Pablo ubicada en la parroquia El Tingo, en el Cantón Pujíli, en el cual se inició con la delimitación y caracterización, en el cual se generó mapas de sus características tanto físicas como climáticas con fines de protección y conservación del recurso hídrico.

Igualmente se identificó las áreas de importancia hídrica en el piso bioclimático BsMnO3 para determinar así cuáles son las zonas de alta acumulación recarga de agua subterránea, para esto se generó datos que responden a los coeficientes de las variables: textura del suelo (kfc), pendiente (Kp) y tipo de cobertura vegetal (Kv). Siendo los Sistemas de Información Geográfica (SIG) con el software Arc Gis, una herramienta de ayuda para generar mapas digitales que conllevan a representar la textura del suelo, la pendiente, el tipo de cobertura vegetal del suelo y la precipitación.

No obstante, los resultados de esta investigación podrán ser aprovechados posteriormente de manera que con la identificación de las zonas de recarga hídrica se pueda hacer una mejor valoración del recurso y crear planes estratégicos que reduzcan el impacto de otros fenómenos, y a su vez proveer información relevante acerca de la acumulación de agua que actualmente no existe en la parroquia El Tingo.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Tabla 1. Datos Generales de los Beneficiario Directos

Beneficiarios		**Hombre**	**Mujeres**
Directos	Departamento de investigación	**10**	**5**

Elaborado por: Pilar Hernandez

Tabla 2. Datos Generales de los Beneficiario Directos

Beneficiarios		**Hombre**	**Mujeres**
Indirectos	Población de la parroquia Tingo.	**2.081**	**1.970**

Fuente: INEC, 2010

Elaborado por: Pilar Hernandez

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

A nivel mundial, 2.500 millones de personas dependen exclusivamente de los recursos de aguas subterráneas para satisfacer sus necesidades básicas diarias de agua. (UNESCO, 2015)

En el Ecuador, la gestión del recurso hídrico es una tarea prioritaria y permanente que debe realizarse en todo el territorio con miras a racionalizar su conservación y el mejor aprovechamiento. El mayor potencial hídrico del país (88%) se ubica en la vertiente Amazónica, donde, en contraste, vive solamente el 4% de la población nacional. (SENAGUA, 2011)

En cuanto a disponibilidad de recursos hídricos, Ecuador es considerado un país privilegiado en comparación con otras regiones del mundo.(SENAGUA, 2008). El país dispone de una cantidad de agua que puede variar de 4'320.000 hm3 de agua en época lluviosa hasta los 146.000 hm3 en época seca. Gran parte del agua aprovechada, proviene de los recursos superficiales y es usada principalmente para riego (82%), uso doméstico (12%) y uso industrial (6%). El conocimiento acerca de las reservas de agua subterránea es escaso, pero se estima que el país posee 10.400 hm3/año, de los cuales solo el 3% es utilizado (MAGAP, 2013)

Según CODERECO (2001) en los últimos 25 años los caudales de agua en la provincia de Cotopaxi han disminuido en porcentajes que varían entre el 30 y 50%. (Lara.J, 2002)

En la parroquia El Tingo no existe información sobre áreas de recarga de agua, por tal motivo en este trabajo se realizó la identificación de las zonas de importancia hídrica partiendo de la caracterización de la cuenca del Rio San Pablo para poder proponer medidas para un manejo y conservación de los recursos hídricos, por cuanto es importante su conservación y protección.

5. OBJETIVOS

5.1 General

Identificación de las áreas de importancia hídrica en el piso bioclimático BsMnO3 de 2000 a 3100 msnm, dentro del proyecto de investigación "RECUPERACION DE GERMOPLASMA DE ESPECIES VEGETALES DE LA ZONA NOR-OCCIDENTAL" en la parroquia el Tingo cantón Pujíli, provincia de Cotopaxi, 2018

5.2 Específicos

- Delimitar y caracterizar la cuenca hidrográfica del área de estudio
- Clasificar las principales zonas de recarga hídrica
- Proponer Medidas para el manejo y conservación del recurso hídrico

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACION A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 3. Actividades en relación a los objetivos planteados.

OBJETIVOS	ACTIVIDAD	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
Objetivo 1			
Delimitar y caracterizar la cuenca hidrográfica del área de estudio	Delimitación y caracterización del área de estudio con el software ArcGis 10.2	Información de la situación actual de la cuenca.	Se recopilo información del Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca (MAGAP) en formato shapefile de textura, cobertura vegetal, aptitud agrícola,
Objetivo 2			
Clasificar las principales zonas de recarga hídrica	Desarrollo de mapas con el software ArcGis 10.2	Identificación de las zonas de recarga hídrica	Se descargó información de la página web perteneciente al Sistema Nacional de Información, en formato shapefile.
Objetivo 3			
Proponer medidas para el manejo y conservación del recurso hídrico	Elaboración del mapa de priorización de la zona de recarga hídrica	Se zonificó las áreas de mayor acumulación hídrica.	Se basó en las leyes de recursos hídricos y la ley forestal del Ecuador.

Elaborado por: Hernandez P., 2018

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1. Recursos Hídricos

La disponibilidad del recurso agua nos sirve de indicador para conocer la eficiencia con la que se está manejando este recurso vital, pero también respecto a la manera en que se están administrando otros valiosos recursos naturales como la flora, la fauna y el suelo.

La disponibilidad del recurso agua a través de los años se mide en función de la cantidad, la calidad y el acceso que tenemos hoy y el que tendremos a futuro. La cantidad, la calidad y el acceso se miden de acuerdo con periodos o estaciones (temporadas de sequía o estiaje, por ejemplo), pero también respecto a la zona geográfica de la que se trata y en función de las necesidades de generaciones futuras. (Avina, 2012)

7.2. Cuencas hidrográficas

Las cuencas hidrográficas son espacios territoriales delimitados por un parteaguas (partes más altas de montañas) donde se encuentran todos los escurrimientos (arroyos y/o ríos) que confluyen y desembocan en un punto común llamado también punto de salida de la cuenca, que puede ser un lago (formando una cuenca denominada endorreica) o el mar (llamada cuenca exorreica). En estos territorios hay una interrelación e independencia espacial y temporal entre el medio biofísico (suelo, cultivos agua, estructura geomorfológica y geológica), los modos de apropiación (tecnología y/o mercados). Las cuencas hidrográficas son unidades de manejo integrado de los recursos y servicios que brindan los ecosistemas. (Wayne T. Swank, 2008).

7.2.1. Tipos de cuencas

7.2.1.1.Por su tamaño geográfico

Las cuencas hidrográficas pueden ser:

- ✓ Grandes
- ✓ Medianas
- ✓ Pequeñas

Los conceptos de pequeñas cuencas o microcuencas, pueden ser muy relativos cuando se desarrollen acciones, se recomienda entonces utilizar criterios conjuntos de comunidades o unidades territoriales manejables desde el punto de vista hidrográfico. (Dourojeanni, 2002)

7.2.1.2. Por su ecosistema

Según el medio o el ecosistema en la que se encuentran, establecen una condición natural así tenemos:

- ✓ Cuencas áridas
- ✓ Cuencas tropicales
- ✓ Cuencas frías
- ✓ Cuencas húmedas

7.2.1.3. Por su objetivo

Por su vocación, capacidad natural de sus recursos, objetivos y características, las cuencas pueden denominarse:

- ✓ Hidro-energéticas
- ✓ Para agua poblacional,
- ✓ Agua para riego,
- ✓ Agua para navegación
- ✓ Ganaderas y
- ✓ De uso múltiple

7.2.1.3. Por la dirección de la evacuación de las aguas

Según (Ordoñez J. , 2011), menciona que existen tres tipos de cuencas:

7.2.1.3.1. Exorreicas o abiertas: drenan sus aguas al mar o al océano.

7.2.1.3.2. Endorreicas o cerradas: Formada por los ríos que desaguan en mares interiores, lagos o lagunas, son cuencas cerradas que retienen el agua y no permiten salidas a otros cuerpos de aguas, como ríos u océanos, pero convergen en lagos o mares interiores, pueden ser permanentes o temporales, que llegan a su equilibrio mediante evaporación

7.2.1.3.3. Arreicas: No es una cuenca en su sentido hidrológico, sino una región continental interior, sin salida al mar y sin una red de drenaje definida. Es decir que corresponden a cuencas que generalmente carecen de cursos de agua o en las que es muy difícil determinar la divisoria de agua debido a su lento escurrimiento. Son cuencas cuyas aguas no desembocan ni en lagos ni en mares, pues se evaporan o se infiltran al suelo, desapareciendo del paisaje.

7.3. Ciclo hidrológico en Cuencas hidrográficas

Una cuenca hidrográfica es reconocida como la unidad territorial delimitada por la línea divisoria de aguas, compuesta por un sistema hídrico, donde todas las aguas superficiales desembocan en un cauce o río principal hasta llegar al mar. Dentro de dicho sistema, existe una compleja interrelación entre elementos bióticos, abióticos, antrópicos, culturales y sociales, donde uno depende de otro para su continuidad (Ordoñez, J. 2011).

La importancia de las cuencas hidrográficas, radica en que de ellas dependen todas las actividades socioeconómicas y ambientales que se desarrollen en un determinado lugar; por lo cual, es esencial un manejo integral de los recursos hídricos (Dourojeanni, Jouravlev, Chávez, 2002)

El ciclo hidrológico es un conjunto de procesos de movimiento del agua entre la litósfera y la atmósfera y viceversa, en sus diferentes estados: líquido, sólido y gaseoso; donde el agua se evapora desde el suelo, mar y cuerpos de agua continentales, se condensa en las nubes, se precipita, se desplaza sobre la superficie terrestre, se acumula en el suelo o cuerpos de agua y se evapora nuevamente (Ordoñez, J. 2011).

Estos procesos naturales pueden producirse debido a dos factores imprescindibles: el sol y la gravedad. El primero, permite que el agua ascienda a través de la evaporación; y el segundo, posibilita que el agua descienda en forma de precipitaciones (Cotler, Mazari, y de Anda, 2006). Sin embargo, dicho ciclo puede alterarse por el deterioro de los elementos que constituyen una cuenca hidrográfica, como son los cambios de uso del suelo, erosión, deforestación de sus bosques, degradación del agua y otras actividades antrópicas (Rascón,Jimenez 2000).

7.3.1. Precipitación

Se denomina precipitación, a toda agua meteórica que cae en la superficie de la tierra, tanto en forma líquida (llovizna, lluvia, etc.) y sólida (nieve, granizo, etc.) y las precipitaciones ocultas (rocío, la helada blanca, etc.). Ellas son provocadas por un cambio de la temperatura o de la presión. La precipitación constituye la .única entrada principal a los sistemas hidrológicos continental.

7.3.2. Evaporación.

Se define como el proceso mediante el cual se convierte el agua líquida en un estado gaseoso. La evaporación puede ocurrir solamente cuando el agua está disponible. También se requiere que la humedad de la atmósfera sea menor que la superficie de evaporación.

7.3.3. Infiltración.

Ocurre cuando el agua que alcanza el suelo, penetra a través de sus poros y pasa a ser subterránea. La proporción de agua que se infiltra y la que circula en superficie (escorrentía) depende de la permeabilidad del sustrato, de la pendiente y de la cobertura vegetal. Parte del agua infiltrada vuelve a la atmósfera por evaporación o, más aún, por la transpiración de las plantas, que la extraen con raíces más o menos extensas y profundas. Otra parte se incorpora a los acuíferos, niveles que contienen agua estancada o circulante.

7.3.4. Escorrentía

Este término se refiere a los diversos medios por los que el agua líquida se desliza cuesta abajo por la superficie del terreno. En los climas no excepcionalmente secos, incluidos la mayoría de los llamados desérticos, la escorrentía es el principal agente geológico de erosión y de transporte de sedimentos. (Liliana A. Peñuela Arévalo, 2012)

7.4. Recarga hídrica

Es el proceso de acumulación de aguas subterráneas. Dicha agua puede provenir de varias fuentes como: la infiltración de la lluvia (la más importante), de escorrentías superficiales o de otros acuíferos adyacentes (Palacio y Betancur, 2007).

Las características más importantes de las precipitaciones que fijan la cantidad de agua que puede infiltrase en el suelo, estableciendo una mayor ocurrencia de recarga son: la duración, la intensidad y la distribución (Matus, 2007).

El agua subterránea es parte de la precipitación que se filtra a través del suelo hasta llegar al material geológico o rocoso que presenta diversos grados de saturación. El agua subterránea se mueve lentamente hacia los niveles bajos (a veces millones de años), generalmente en ángulos inclinados y eventualmente llegan a los arroyos, los lagos y los océanos. (Bejarano, 2012).

7.5. Zonas de recarga hídrica

Según (Peñuela,L. Carrillo,J 2012) las zonas de recarga hídrica son las áreas por donde el agua se infiltra, permitiendo así la recarga hídrica, (Rojas H. B., 2010) considera que la identificación de estas zonas tiene mayor complejidad que la identificación de las zonas de descarga, debido a que el agua se infiltra en el suelo y las rocas y no se tiene evidencia superficial; a menos que los investigadores cuenten con presupuesto suficiente para perforar un acuífero y tomar muestras de suelo y subsuelo en condiciones específicas.

7.5.1. Clasificación de las zonas de recarga hídrica

Según (Matus, 2007) indica que de acuerdo con el movimiento del agua en el suelo, subsuelo y manto rocoso, las zonas de recarga hídrica se pueden clasificar en:

7.5.1.1.Zonas de recarga hídrica superficial: prácticamente es toda la cuenca hidrográfica, excluyendo las zonas totalmente impermeables, esta es la que se humedece después de cada lluvia, originando escorrentía superficial, según las condiciones de drenaje (relieve del suelo y su saturación). La medición de este caudal se realiza en el cauce principal del río y se conoce como descarga superficial o caudal de escorrentía superficial.

7.5.1.2.Zonas de recarga hídrica sub superficial: es la que corresponde a las zonas de la cuenca con suelos con capacidad de retención de agua o almacenamiento superficial sobre una capa impermeable, que permite que el flujo horizontal en el subsuelo se concentre aguas abajo en el sistema de drenaje. Es la ocurrencia de caudales en la red hídrica, aun cuando las lluvias hayan finalizado, también dependen de la cantidad de precipitación y el efecto "esponja" del suelo (libera lentamente el agua en su movimiento horizontal). Este caudal se mide igual que en el caso anterior y puede ocurrir después de las lluvias y en épocas secas, cuando el agua proveniente es de bosques. En esta clasificación, cuando se determina la infiltración en el movimiento del agua en el suelo o subsuelo, el flujo horizontal corresponde a esta zona de recarga y el flujo vertical corresponde a la escorrentía subterránea.

7.5.1.3.Zonas de recarga hídrica subterránea: es la que corresponde a las zonas de la cuenca (sitios planos o cóncavos, y rocas permeables) en el cual el flujo vertical de la infiltración es significativa; esta es la que forma o alimenta los acuíferos. Un aspecto importante en esta zonificación es la conexión entre acuíferos y la recarga externa (que viene de otra cuenca).

7.6. Método de Recarga de Agua Subterránea (RAS)

Según Junker (2005), en esta metodología los componentes biofísicos que intervienen en el proceso de recarga (pendiente del terreno, textura del suelo, litología, cobertura vegetal, uso actual del suelo) y climáticos (precipitación y evapotranspiración) se agrupan en: tipo de suelo, uso del suelo,

y pendiente, para ser reclasificados con los coeficientes que otorga el método para que sea posible su aplicación.

7.7. Bosque Siempre verde montano de Cordillera Occidental de los Andes (BsMnO3).

Bosques siempre verdes multiestratificados, el dosel alcanza entre 20 a 25 m (Valencia *et al.* 1999). Los árboles están cubiertos de briofitos y se puede observar, una gran representatividad de familias de plantas epifitas vasculares como:

Araceae, Orchidaceae, Bromeliaceae y Cyclanthaceae (Valencia *et al.* 1999; Jaramillo y Grijalva 2010). En el estrato herbáceo, se puede observar una cobertura densa de Gesneriaceae, Ericaceae y gran cantidad de helechos (Cerón 2004). En el dosel son frecuentes las familias como: Lauraceae, Meliaceae, Euphorbiaceae, Clusiaceae, Primulaceae, Cunoniaceae y Moraceae.

Géneros representativos en este ecosistema son: *Clusia, Nectandra, Persea, Meriania, Miconia, Saurauia, Weinmannia, Hieronyma, Geissanthus, Palicourea, Psychotria* y *Faramea.* En áreas con mayor intervención, se puede observar gran cobertura de *Chusquea* spp. (Cerón y Jiménez 1998). Las plantas del estrato herbáceo y epífito son captadoras y filtradoras de esta gran humedad ambiental (Cerón 2004; Mulligan 2010). La riqueza de especies en este ecosistema muestra una clara tendencia de decrecimiento con la altitud en número de especies/ha (Valencia *et al.* 1998).

7.8. Manejo de cuencas hidrográficas

El manejo de la cuenca es el conjunto de esfuerzos tendientes a identificar y aplicar opciones técnicas, socioeconómicas y legales, que establecen una solución al problema causado por el deterioro y mal uso de los recursos naturales renovables, así como de las cuencas hidrográficas, para lograr un mejor desarrollo de la sociedad humana inserta en ellas y de la calidad de vida de la población. (Ramakrishna, 1997)

(Claudia Pérez Castillo, 2002) Manifiesta que La cuenca hidrológica en un área fundamentalmente importante de manejar, debido a que el uso del suelo, los ciclos climáticos, la cobertura vegetal, los tipos de rocas y suelos, la demanda por agua y el impacto que causa el hombre trabajan conjuntamente para modificar la calidad y la cantidad de agua que drena a través de esta.

Por lo general se analiza una cuenca, cuando existe una preocupación por la estabilidad ecológica de esta. Cada cuenca es diferente, por lo tanto, cada análisis de cuenca debe ser enfocado de una manera diferente. Además, la cuenca debe considerarse como una unidad de trabajo con

dimensiones adecuadas, que permitan un eficiente control de la erosión y manejo del suelo. (Claudia Pérez Castillo, 2002)

En general, con el manejo de las cuencas debemos tender a cuatro acciones fundamentales:

- Protección contra la erosión aumentando la cobertura vegetal sobre el suelo
- Control de los flujos de agua aumentando la infiltración del agua en el perfil del suelo.
- Mantención de la diversidad biológica (Claudia Pérez Castillo, 2002)

8. PREGUNTA CIENTÍFICA:

¿Dónde están ubicadas las principales áreas de recarga hídrica de la zona de estudio, que extensión ocupan y cuál es el estado de su conservación?

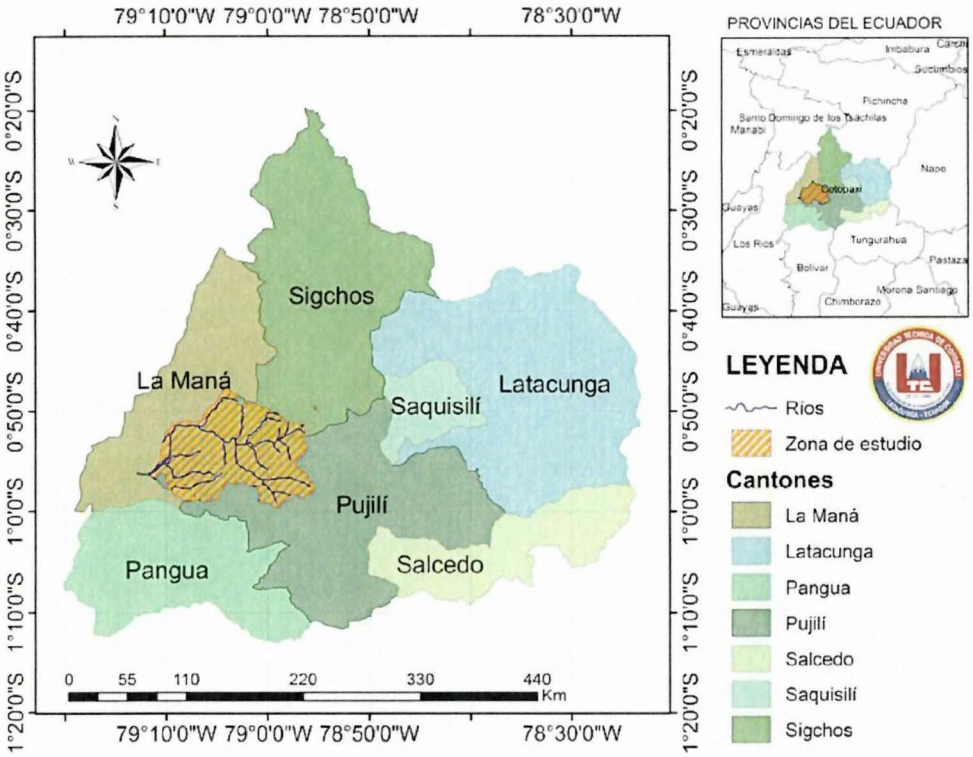
9. METODOLOGÍA

9.1. Delimitación y Caracterización del área de estudio

9.1.1. Ubicación geográfica y división política administrativa

La Cuenca del Rio San Pablo (CrSP) nace de la unión de dos ríos menores (río Pilaló y río Lomapi), ubicado en la zona centro – oeste de la provincia de Cotopaxi, entre las coordenadas 00°20'10''- 01°12'22'' S y 79°21'30''- 78°23'55'' W. Tiene una superficie aproximada de 400,705 km^2 y su altitud varía desde los 420 y los 4084 m.s.n.m. La precipitación media anual es de 2500 mm, en promedio la temperatura mínima desciende hasta 6°C.

Figura 1: Ubicación de la CrSP en la Provincia de Cotopaxi.



Fuente: SNI, 2018 – Modificado por: Hernández P., 2018.

9.1.2. Características Morfométrica

9.1.2.1.Parámetro de coeficiente de Gravelius

Es la relación que existe entre el perímetro de la cuenca y la longitud de la circunferencia de un círculo equivalente al área de la cuenca del rio San Pablo. Se define por la ecuación: (ANEXO 1)

$$Kc = 0.282 * \frac{P}{A^{1/2}}$$

Dónde:

- (Kc): coeficiente de compacidad, adimensional.
- P: perímetro de la unidad hidrográfica, en Km.
- A: área de la unidad hidrográfica, en Km2.

Mientras más irregular es una cuenca, esta presenta un mayor Kc, y una cuenca circular posee un Kc mínimo, igual a 1.

9.1.2.2.Factor de forma de Sheng

Es la relación que existe entre el ancho medio de la CrSP, y la longitud de su cauce principal. La longitud hace referencia a la distancia existente entre la cabecera y desembocadura del curso más largo de agua, siguiendo el valle que para ello se utilizó la fórmula de Factor forma (Sheng). (ANEXO 1)

$$kf = \frac{A}{L^2}$$

Donde:

- A: área de la unidad hidrográfica, en Km2.
- L: la longitud del cauce principal, en Km.

Si Kf es > 0,5 es una cuenca propensa a inundarse.

Esta intenta medir cuan cuadrada (alargada) puede ser la cuenca. Una cuenca con un factor de forma bajo, esta menos sujeta a crecientes que una de la misma área y mayor factor de forma.

Principalmente, los factores geológicos son los encargados de moldear la fisiografía de una región y la forma que tienen las cuencas hidrográficas. Un valor de Kf superior a la unidad proporciona el grado de achatamiento de ella o de un río principal corto y por consecuencia con tendencia a concentrar el escurrimiento de una lluvia intensa formando fácilmente grandes crecidas.

9.1.2.3.Erosión

Conjunto de fenómenos exógenos que contribuyen al desgaste del modelado terrestre. En un sentido más amplio corresponde a los procesos de ablación, alteración y acumulación. En la práctica, se limita, casi exclusivamente, a los procesos de arrastre de material y a la alteración (erosión química). Mediantes determinados "shapes" descargados del Sistema Nacional de Información, conjuntamente el ArcGis 10.2 es posible representar las zonas erosionadas y propensas a erosionarse.

9.1.3. CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS

9.1.3.1.Red y densidad de drenaje

Es la relación entre la longitud total de los cursos de agua de la cuenca con su área total. Una buena indicación del grado de desarrollo de un sistema de drenaje está dado por el índice llamado densidad de drenaje. Este parámetro se calcula a partir de la siguiente ecuación: (ANEXO 1).

$$Dd = \frac{Lt}{A}$$

Donde:

- Lt: longitud total de las corrientes de agua, en Km.
- A: área total de la entidad hidrográfica, en Km^2.

La Dd generalmente oscila entre 0.5 Km/Km2 para entidades hidrográficas con un drenaje pobre, hasta 3.5 Km/Km2 para unidades hidrográficas muy bien drenadas (MONSALVE, 1999).

9.1.3.2.Sinuosidad de las corrientes de agua

Es la relación que existe entre la longitud del río principal medida a lo largo de su cauce (L), y la longitud del valle del río principal medida en línea curva o recta (Lt). Para ello es necesario dar uso a la siguiente formula. (ANEXO1)

$$S = \frac{L}{Lt}$$

Donde:

- L: la longitud del cauce principal, en Km.
- Lt: longitud total de las corrientes de agua, en Km.

Un valor de S menor o igual a 1,25 indica una baja sinuosidad y se define entonces, como un río con alineamiento "recto" (Monsalve, 1995).

9.1.3.3.Cauce principal

La delimitación empieza por las partes altas de la cuenca, desde aquí sigue la digitalización por donde se observe la tendencia de la formación en "U" de las curvas de nivel, hasta acercarse a la base de la elevación donde se encuentra próximo el desagüe de la corriente principal alimentada por sus tributarios al cauce principal de la cuenca. A unos escasos metros, de que la corriente de la microcuenca vierta sus aguas en el cauce principal, la delimitación de la microcuenca corta por única vez la corriente de la misma, luego de lo cual, continúa la digitalización hacia las partes altas por la divisoria de aguas frontal a la ya digitalizada, tomando siempre como referencia la forma en "U" de las curvas de nivel. Previo a cerrar el polígono de la microcuenca, es aconsejable observar los puntos acotados y las nacientes de los tributarios y del cauce principal.

9.1.4. Características biofísicas generales

9.1.4.1.Clima

Se colectó información de informes emitidos por el INAMHI y shape de Isoyetas e Isotermas del ecuador descargados de la página de sistema nacional de información; evaluación de la gestión terriotorial de la CrSP.

Los estudios climáticos son esenciales en la planificación de campo, en la selección de cultivos y especies, así como en la elección de las técnicas a aplicar; y el disponer de predicciones adecuadas facilita la concreción de los períodos para las siembras, la administración de riegos en relación con las características pluviométricas, a la vez que permite poner en práctica una eficaz lucha contra las plagas mediante fumigaciones oportunas. (INAMHI, 2013)

9.1.4.2.Fisiografía: pendiente

La información se obtuvo en el DEM (Modelo De Elevación Digital) del Ecuador descargados de la página de sistema nacional de información, datos con los que se elaboró el mapa de pendientes con la ayuda de la herramienta "slope" perteneciente al software ArcGis 10.2.

9.1.4.3.Geología, geomorfología y fallas

Para este punto, se adquirió información de shapefile de hidrogeología del Ecuador; la CrSP: diagnóstico y propuesta de manejo integral. Políticas de desarrollo agropecuario. Asimismo se empeló información provista de la página del sistema de información naciona (SNI) para elaborar los respectivos mapas.

9.1.4.4. Suelo

Es un recurso natural importante para la productividad, y por medio del uso adecuado del mismo, se logra un equilibrio sustentable entre la producción de alimentos y el incremento poblacional acelerado. El suelo al igual que el aire y el agua, es esencial para la vida ya que es el hábitat en el que se desarrollan las plantas y animales, cuando es manejado de manera prudente se lo considera como recurso renovable (Barbosa et all, 2010).

9.1.4.5. Uso actual del suelo (cobertura vegetal y capacidad de uso de la tierra)

Con respecto al uso y cobertura vegetal, en base a "shapefile" descargados de Sistema Nacional de Información y a la utilización del programa ArcGis 10.2 se determinó la respectiva cobertura vegetal y uso del suelo.

9.1.4.6. Principales amenazas naturales

Las amenazas naturales, como los sismos, las erupciones volcánicas, etc. pueden provocar serios daños a la salud, pero estos efectos son variables y dependen de varios factores (OMS, 2018).

9.1.4.7.Áreas protegidas y PSA

Las áreas protegidas, en base a "shapefile" descargados de Sistema Nacional de Información y a la utilización del programa ArcGis 10.2 se determinó las respectivas áreas protegidas, en este caso, bosques protegidos.

9.2. CLASIFICACIÓN DE LAS PRINCIPALES ZONAS DE RECARGA HIDRICA

9.2.1. Zonas de protección absoluta.

En el área de recarga hídrica (ARH) el proceso de su delimitación, es la siguiente:

El área de recarga hídrica (ARH), es importante para determinar, evaluar y definir aspectos relacionados a las áreas de recarga de aguas subterráneas **Fuente especificada no válida.**.

Existen diferentes métodos el balance hídrico de Thornthwaite, balance hídrico de un ecosistema de Holdridge, la recarga de agua subterráneas (RAS) de **Fuente especificada no válida.**, metodología para la determinación de áreas de recarga natural (DARHN) y el cálculo de recarga potencial de acuíferos mediante un balance hídrico de suelos, definido por el autor Gunther Schosinsky (2006).

9.2.2. Zonificación territorial.

Seleccionamos datos de precipitación y temperatura mensual. Para asegurar la mayor disponibilidad de datos se selecciona estaciones meteorológicas con un periodo común **Fuente especificada no válida.**.

Para la determinación de la evapotranspiración potencial, se calcula usando la formulación propuesta por **Fuente especificada no válida.**.

9.2.3. Áreas de recarga hídrica (ARH)

La metodología aplicada para el desarrollo de este estudio se basó principalmente en el Método RAS de Junker (2015), Permitiendo determinar la infiltración o potencial de recarga media anual e identificar las zonas de recarga hídrica dentro del piso bioclimático BsMn03.

9.2.4. RAS (Recarga de agua subterránea)

Este método calcula el agua que se infiltra en el subsuelo, es decir, determina la recarga de agua subterránea para la zona, considerando aspectos biofísicos y climáticos para su aplicación **Fuente especificada no válida.**. Mediante la siguiente ecuación:

$$RAS = BC * C$$

Dónde:

BC= balance climático mm/año

C= coeficiente de infiltración

El balance climático es la relación que existe entre la precipitación y la evapotranspiración real, como lo muestra la siguiente ecuación:

$$BC = precipitación - EVP(real)$$

Mediante el mapa de Isoyetas, se ha elegido precipitaciones que se encuentran entre rangos mayores a 1500 mm/año. Realizando el promedio de cada rango seleccionado.

A su vez,

$$EVP(real) = EVPp * Kg$$

En dónde:

ETP = evapotranspiración potencial mm/año

Kg = coeficiente determinado por valores establecidos para cada cobertura y uso actual de suelo (tabla 4)

Tabla 4. Valores kg y ciclos vegetativos

No.	cobertura (Uso actual)	kg
1	Asentamientos humanos (urbano)	0.00
2	Bosque secundario	0.80
3	Café	0.60
4	Charral o matorral	0.63
5	Cuerpos de agua	0.00
6	Cultivos	0.80
7	Frutales	0.70
8	Manglar	0.65
9	Pasto mejorado con árboles dispersos	0.70
10	PSA	0.80
11	Regeneración natural	0.75

Fuente: Bosch et al.1982; Aparicio 1997; CeNAT 2005

El coeficiente de infiltración (C) es la velocidad máxima con que el agua penetra en el suelo. La capacidad de infiltración depende de muchos factores; un suelo desagregado y permeable tendrá una capacidad de infiltración mayor que un suelo arcilloso y compacto **Fuente especificada no válida.**.

Para su determinación se realiza la siguiente ecuación:

$$C = Kp + Kv + Kfc$$

Dónde:

Kp = Coeficiente de pendiente

Kv = Coeficiente del uso del suelo

Kfc = Coeficiente del tipo de suelo

Para la estimación de cada coeficiente se ha realizado mapas de pendiente, cobertura vegetal y taxonomía del suelo. Para posteriormente sacar la media por ponderación de las diferentes variables especificadas.

Tabla 5. Valores de kv.

No	Cobertura vegetal (uso actual)	kv
1	Asentamientos humanos (urbano)	0,1
2	bosque secundario	0,2
3	Café	0,19
4	charral o matorral	0,15
5	cuerpo de agua	0
6	Cultivos	0,15
7	Frutales	0,18
8	Manglar	0,15
9	pasto mejorado con árboles dispersos	0,2
10	PSA	0,15
11	Regeneración natural	0,2

Fuente: Junker 2005

Tabla 6: Valores Kp

No.	Rangos de pendientes en %	kp
1	0-3	0,4
2	3-15	0,15
3	15-30	0,1
4	30-50	0,07
5	50-70	0,05
6	> 70	0,01

Fuente: Junker 2005

Tabla 7: Valores kfc

No	Orden de suelos	Kfc
1	Afisoles	0,15
2	Entisoles	0,15
3	Inceptisoles	0,2
4	Untisoles	0,2

Fuente: Cubero 2007, ProDUS 2007, Junker 2005

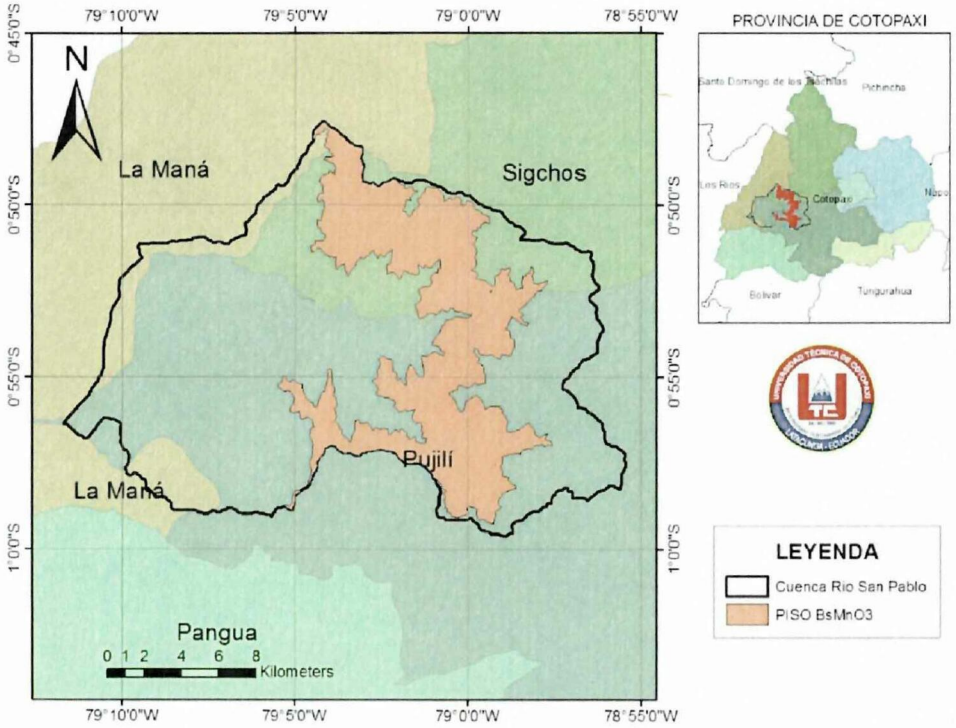
10. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

10.1. Delimitación y caracterización de la cuenca

10.1.1. Ubicación geográfica y división política administrativa

La Cuenca del Río San Pablo (CrSP) en el piso climático de altitud 2000 a 3100 m.s.n.m. se ubica entre los cantones de Pujíli, Sigchos y La Maná, en el centro occidental de la Provincia de Cotopaxi. Se extienden entre los paralelos 00º 48' S, 00º 59' S y los meridianos 79º 05' W, 78º 58' W. Tiene una superficie aproximada de 109,91 Km^2. La precipitación media anual es de 1800 mm, con temperaturas mínima y máxima de 8°C y 24°C respectivamente. El río Pilaló recorre de este a oeste y el río Lomapi recorre de noreste a suroeste para unirse y formar el río San Pablo.

Figura 2: Ubicación del piso bioclimático BsMn03 en la Provincia de Cotopaxi.



Fuente: SNI, 2018 – Hernández P., 2018

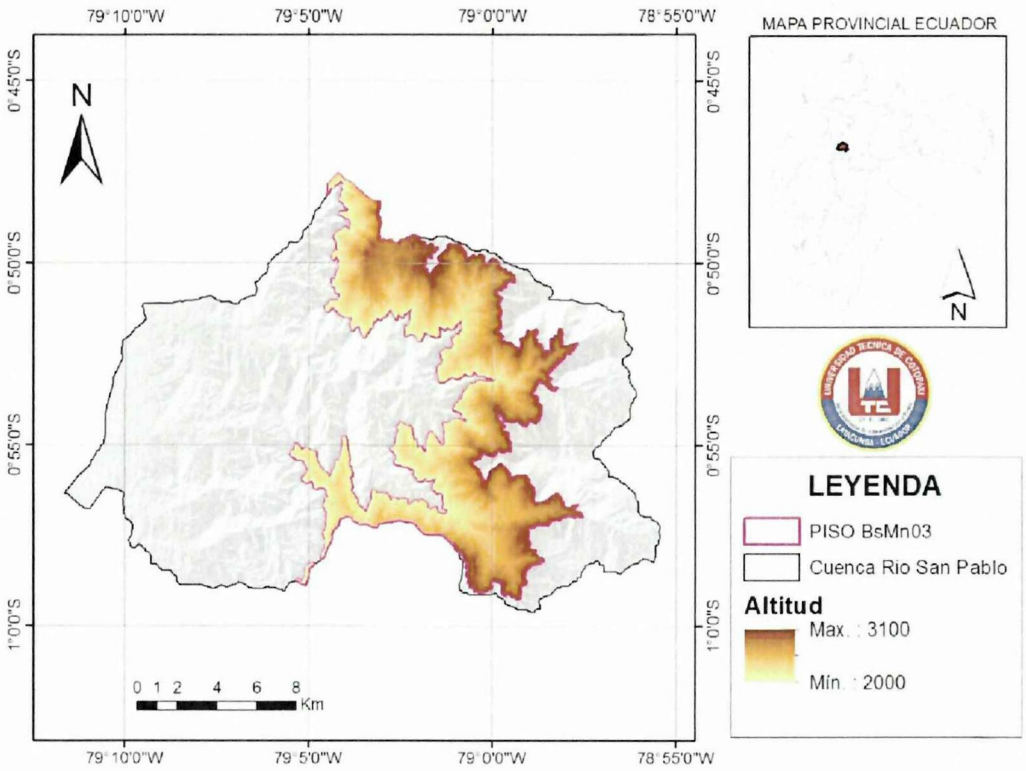
Tabla 8: Distribución de la superficie cantonal en la zona de estudio.

Cantones/ Superficie	Superficie Cantonal (Km^2)	% Superficie Cantonal	Superficie del área de estudio (Km^2)	% del área de estudio
LA MANÁ	662,68	20,56	1,54	1,40
SIGCHOS	1262,7	0,57	47,58	43,29
PUJILI	1297,9	0,04	60,79	55,31
TOTAL			109,91	100

FUENTE: IEE; 2012 – Hernandez P., 2018

Se observa que el 55,31% del área de estudio aparece dentro de los límites del cantón Pujíli, y que apenas el 31.21% se encuentra repartido entre Pujíli y La Maná. Además se nota que los límites naturales de la cuenca en su mayoría no coinciden con la delimitación política.

Figura 3: Zona de estudio del piso bioclimático BsMn03 de la cuenca del río San Pablo.



Fuente: SNI, 2018 – Hernández P., 2018

Si observamos, en la Figura 3 se encuentra la delimitación del piso bioclimático BsMn03 de 2000 a 3100 msnm en la cuenca del río San Pablo.

10.1.2. CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS

10.1.2.1. Parámetro de forma (índice o factor de forma y coeficiente de Gravelius)

La CrSP presenta una forma irregular con un valor de 3.75, además hay que hacer énfasis en que el piso bioclimático BsMn03 es una zona propensa a inundarse en el tramo del río Pilaló, llegando a ésta conclusión mediante shapefile descargados del Sistema Nacional de Información.

10.1.2.2. Erosión

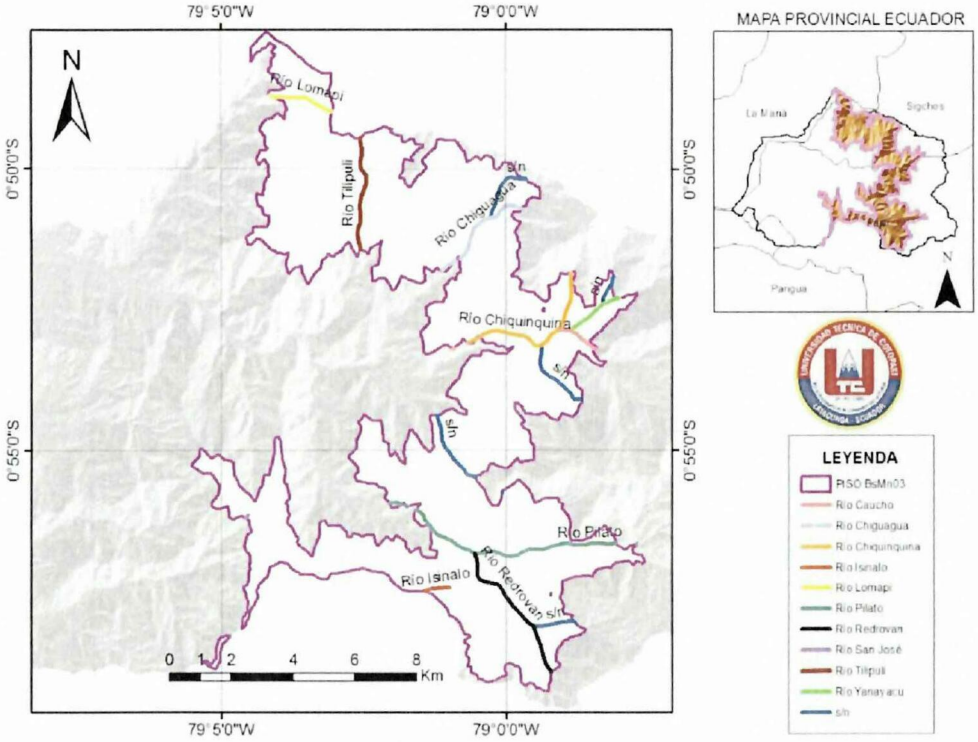
No existe información disponible en formato shapefile para el piso bioclimático BsMn03 de 2000 a 3100 msnm en la cuenca del río San Pablo por lo que no se pudo modificar un mapa de erosiones, mediante el software ArcGis 10.2.

10.1.3. CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS

10.1.3.1. Red y densidad de drenaje

El piso bioclimático BsMn03 al poseer pequeños tramos de ríos que pasan de un piso bioclimático al otro (BsBn04) en la Cuenca del Río San Pablo podemos decir que presenta un drenaje bueno con apenas una pequeña porción que es propensa a inundación ubicada en el río Pilaló ubicado en las zona baja de la cuenca. En el piso bioclimático BsMn03 se presenta una baja sinuosidad (0,56) y se define entonces como un río con alineamiento recto, excepto en las zonas propensas a inundaciones.

Figura 4: Red de drenaje del piso bioclimático BsMn03 en la cuenca del río San Pablo.

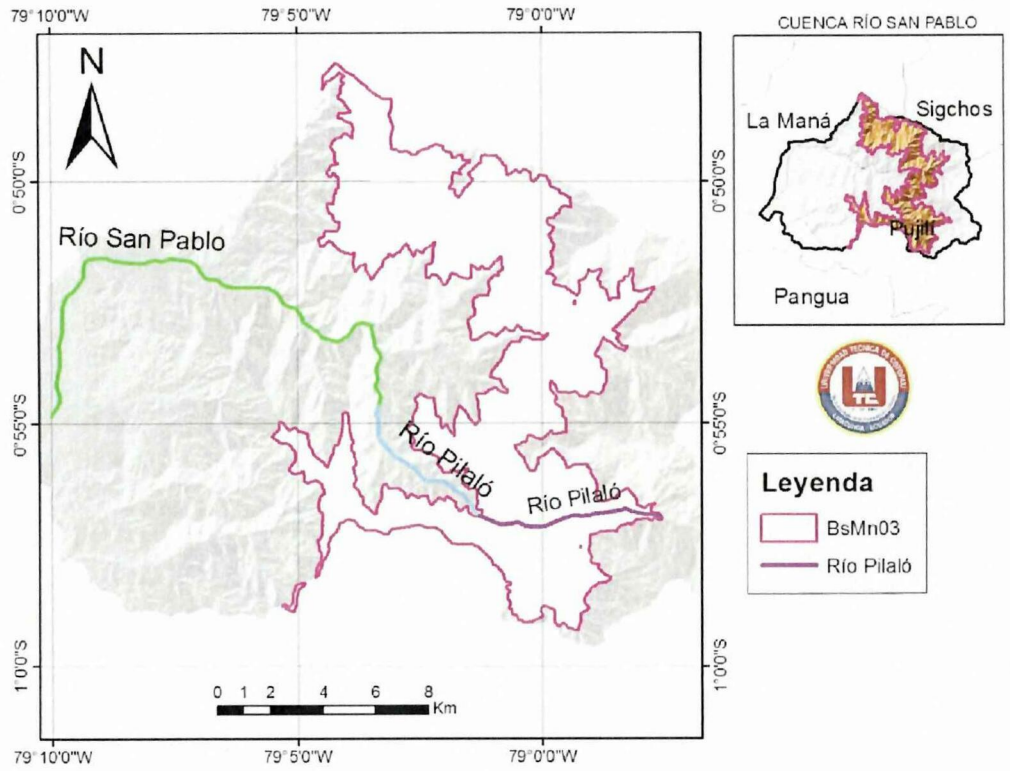


Fuente: SNI, 2018 – Hernández P., 2018

10.1.3.2. Cauce principal

El cauce principal de la CrSP nace de las estribaciones de la cordillera oriental recibiendo sus aguas de los ríos Lomapi y Pilaló, y riega la hoya del río San Pablo corriendo de este a oeste a través del piso bioclimático BsPn01.

Figura 5: Cauce principal del piso bioclimático BsMn03 de la cuenca del río San Pablo.



Fuente: SNI, 2018 – Hernández P., 2018

10.1.4. Características biofísicas generales

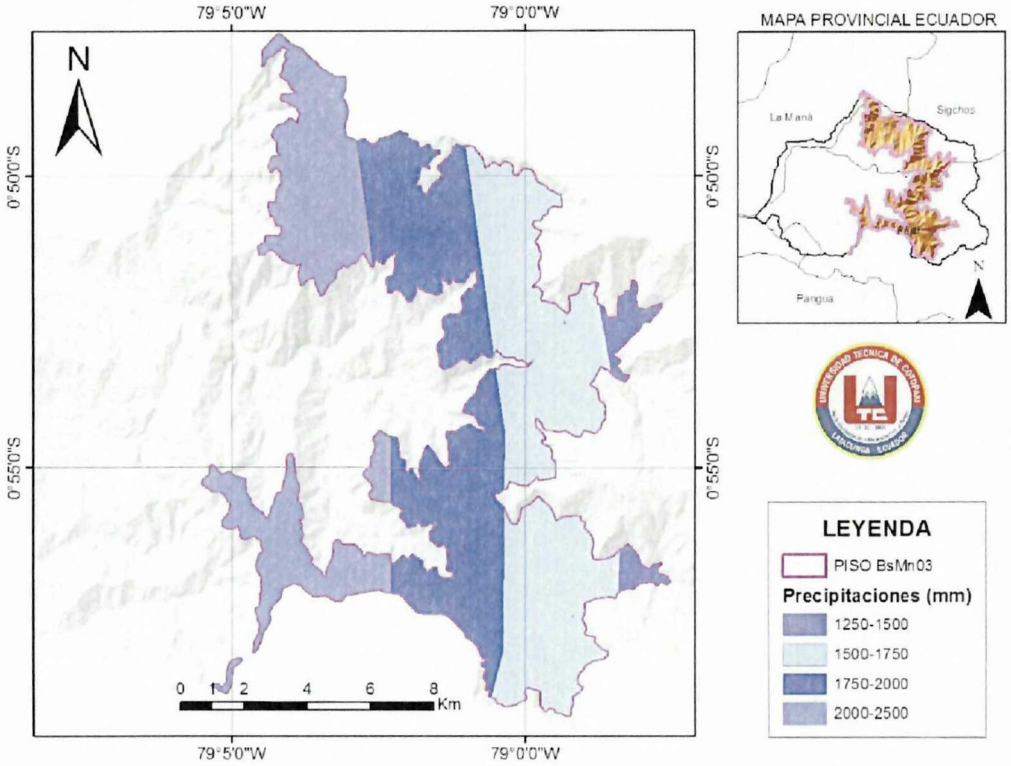
10.1.4.1. Clima

La cuenca hidrográfica del Río San Pablo está situada en una gran porción de territorio, el mismo que contiene una gradiente altitudinal de 2000 a 3100 msnm, por lo cual su régimen de precipitaciones es muy variado en intensidad y duración, teniendo promedios máximos anuales de 2000 a 2500 mm en todo el piso bioclimático localizado en su mayoría en el cantón Pujíli que se localizan en la parte sur de la cuenca, hasta la mínima de 1250 a 1500 mm en el sector norte de la cuenca. (CLIRSEN, 2009).

Por lo que, al obtener un promedio de precipitación entre la zona alta, media y baja del piso bioclimático, se estima una media de 1080 mm al año de lluvia, además tiene temperaturas que oscilan entre los 12 a 24 ° C como máximos y mínimos anuales" (INAMHI, 2008)

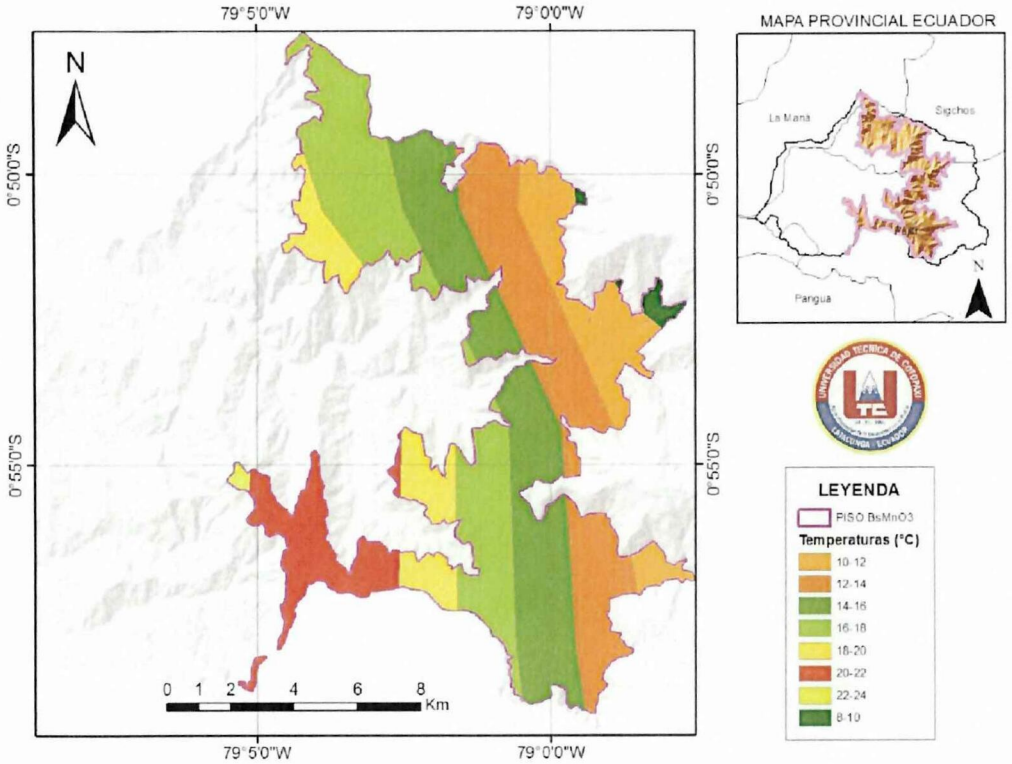
El comportamiento del clima es muy importante, puesto que incide prácticamente sobre todas las actividades económicas. De ahí que, con el paso del tiempo definitivamente es el clima el que determina la vegetación natural; el clima también permite una adecuada planificación de la agricultura; administración social de los recursos hídricos, así como de la demanda de electricidad y otros (WINCKELL, 1997).

Figura 6: Isoyetas del piso bioclimático BsMn03 de la cuenca del río San Pablo.



Fuente: INAMHI, 2007 - Hernández., P 2018

Figura 7: Isotermas del piso bioclimático BsMn03 de la cuenca del río San Pablo.



Fuente: INAMHI, 2007 – Hernández., P 2018

10.1.4.2. Fisiografía: pendiente.

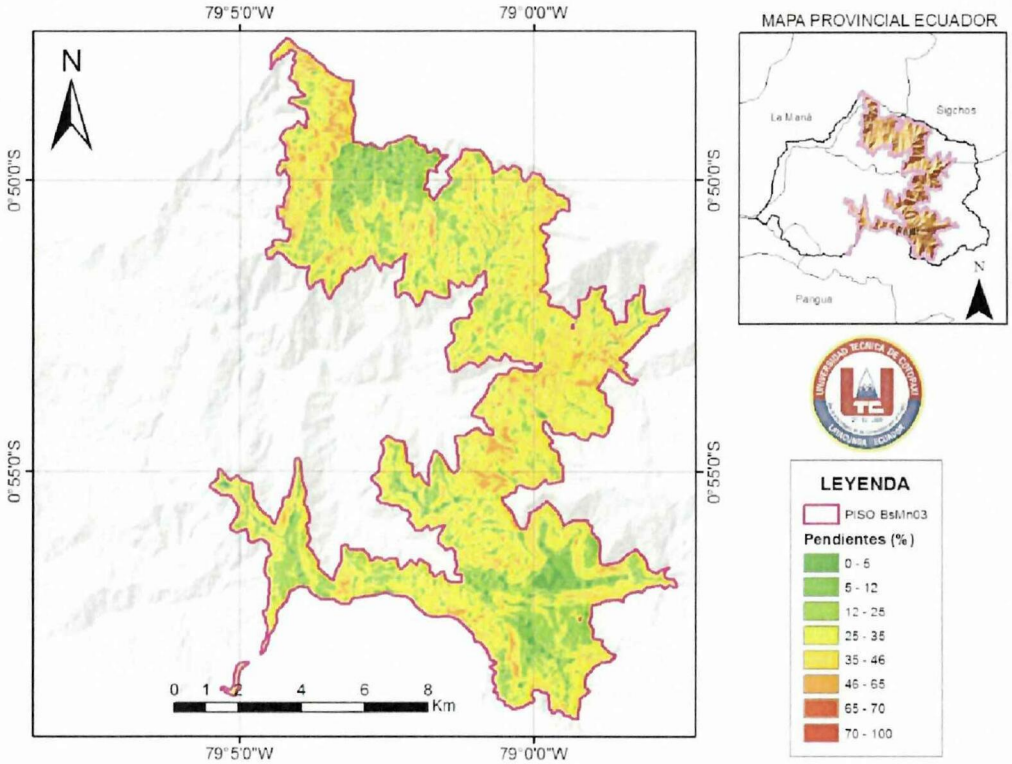
La clasificación de las pendientes se realizó en siete rangos, tomando como referencia el Anexo IV: Guía de Clasificación de los Parámetros Edáficos, del Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor, aprobado por D.S. N° 017-2009/AG, cuya distribución espacial se aprecia en el mapa respectivo, simbolizado por colores característicos. La siguiente tabla detalla los rangos de pendiente.

Tabla 9: Rangos de Pendiente.

RANGOS DE PENDIENTE (%)	DESCRIPCIÓN
0 – 5	De plana a muy suave
5 – 12	Suave
12 – 25	Media
25 – 50	De media a fuerte
50 – 70	Fuerte
70 – 100	Muy fuerte
> 100	Escarpada

Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cotopaxi 2025

Figura 8: Pendientes del piso bioclimático BsMn03 de la cuenca del río San Pablo.



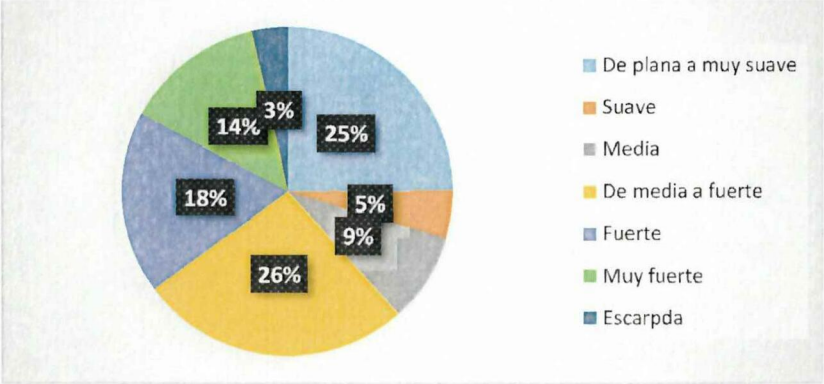
Fuente: SNI, 2018 – Hernández P., 2018

La representación cartográfica de los diferentes accidentes geográficos que presenta el piso bioclimático BsMn03 de la cuenca del río San Pablo, cuyas unidades cartográficas que representan

a los rangos de pendiente, así el color verde oscuro, está simbolizada la pendiente plana de nivel nulo (0 – 5); el color amarillo simboliza la pendiente ligeramente inclinada (35 – 46); y tomando en cuenta que en este piso bioclimático las pendientes solo llegan hasta el color naranja que simboliza la pendientes poco empinadas (46 – 65%).

De acuerdo al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cotopaxi 2025, existe diversos porcentajes de pendientes, siendo el tipo medio a fuerte el mayoritario.

Figura 9: Tipo de pendiente que se encuentra en la CrSP



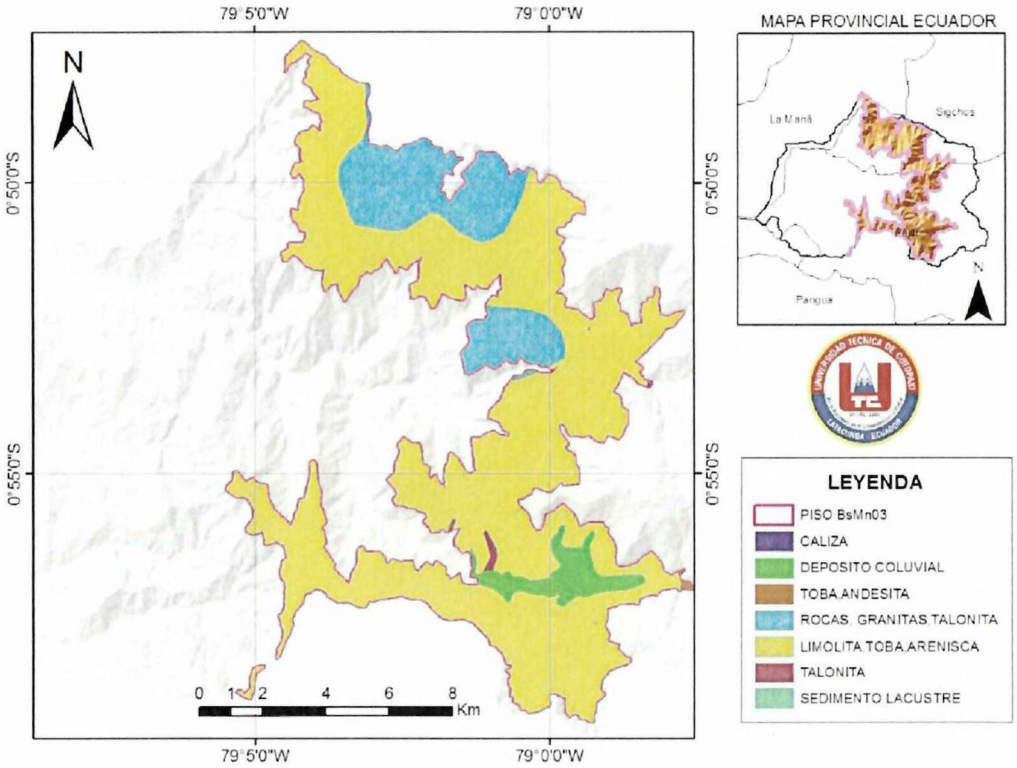
Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cotopaxi 2025

10.1.4.3. Geología, geomorfología y fallas

En la CrSP se han detectado 7 superficies morfológicas, la más antigua se localiza cerca de 2050msnm.; la más reciente son del depósito coluvial del río Pilato, sobre el cual se extienden la parroquia del Tingo. (Plaza & Conejo, 1994).

Para entender la geología que se presenta en la CrSP, es necesario abarcarse en la ciencia litológica.

Figura 10: Litología del piso bioclimático BsMn03 de la cuenca del río San Pablo.



Fuente: SNI, 2018 – Hernández P., 2018

La geomorfología descrita se basa mediante los paisajes encontrados al interior de la Cuenca y de acuerdo al gradiente descendente en base a la altitud.

La litología que presenta el piso bioclimático BsMn03 de la cuenca del río San Pablo, se distingue 3 litologías generales una Limonita, Toba y Arenisca, que según la geología dentro de este tramo se tiene interacciones de flujos de lava, aglomerado y piro clásticos, para todo esto se determinó a través de la utilización del software ArcGis 10.2.

Tabla 10: Información muestra del archivo de permeabilidad.

Litología	Formación	Edad	Tipo de permeabilidad
Flujos De Lava,Toba,Andesita, Aglomerado,Piroclasticos	Volcánicos Pisayambo	Mio-plioceno	Fisuración
Lava indiferenciada, lava de almohadilla, andesita,arenisca volcánica ,limolita volcanica,limolita,toba,brecha,lava, lutita,tobacea,arenisca,chert	U.Macuchi	Paleoceno-Eoceno	Fisuración
Intrusivo, Rocas Granitas Indiferenciadas, Talonita	–	–	Porosidad intergranular y fisuracion-rocas sin importancia hidrogeológica
Deposito Coluvial	–	Cuaternaria	Porosidad intergranular
Caliza	F.Zapotillo - G.Alamor	Cretaceo	Fisuración
Talonita	–	–	Porosidad intergranular y fisuracion-rocas sin importancia hidrogeologica

Fuente: SNI, 2018 – Hernández P., 2018

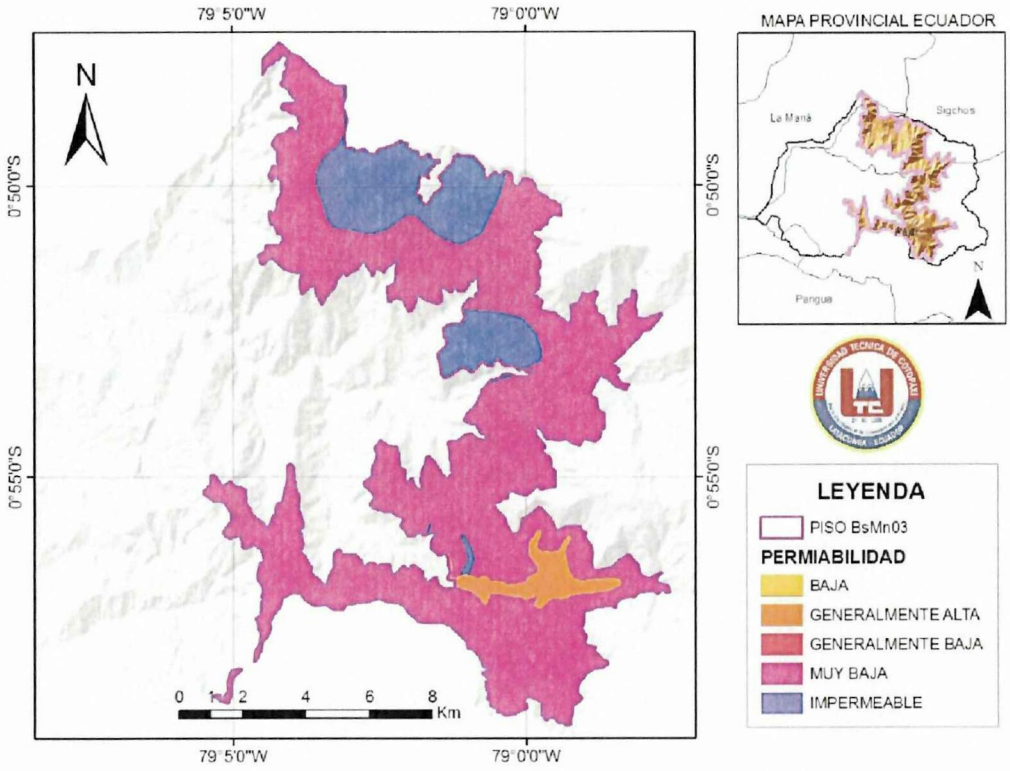
Para establecer diferentes zonas permeables a lo largo de la cuenca, es importante tener en cuenta las diferentes clases de permeabilidad que existen.

Tabla 11: Clases de permeabilidad.

Clase	Descripción de permeabilidad
K1	Media a alta
K2	Baja a media
K3	Muy baja
K4	Prácticamente Impermeable.

Fuente: MAG, 1976, MAGAP; 2013 – Hernandez., P. 2018

Figura 11: Permeabilidad del piso bioclimático BsMn03 de la cuenca del río San Pablo.



Fuente: INAMHI, 2007 – Hernandez., P 2018

En la CrSP mediante "shapefile" descargado del SNI (Sistema Nacional de Información, 2013), conjuntamente con la modificación de los shapefile para el piso bioclimático BsMn03, se concuerda que presenta una permeabilidad de clase K3, siendo muy baja a lo largo de toda la zona de estudio.

10.1.5. Suelo

Predomina el uso de suelo franco con 54,63 Km^2 con 100% Bosque natural, siendo posible el cultivo de estas especies por las condiciones climáticas presentes en la zona de estudio.

Tabla 12: Usos de suelos del piso bioclimático BsMn03 de la cuenca del río San Pablo.

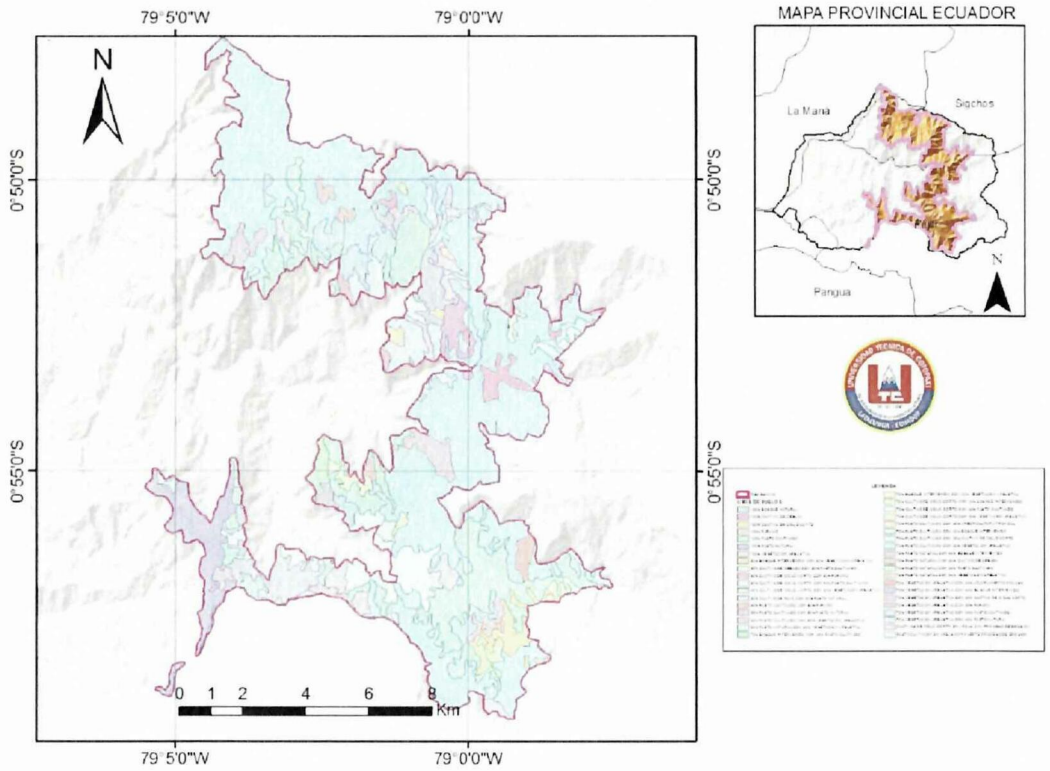
Núm.	Uso de Suelos	Cant	Superficie (Km2)
1	100% BOSQUE NATURAL	5	54,63
2	100% CULTIVO DE CEBADA	2	0,19
3	100% CULTIVO DE CICLO CORTO	3	0,19
4	100% PARAMO	2	0,03
5	100% PASTO CULTIVADO	28	16,59
6	100% PASTO NATURAL	1	0,00
7	100% VEGETACION ARBUSTIVA	17	3,87
8	50% BOSQUE INTERVENIDO CON 50% VEGETACION ARBUSTIVA	2	1,79
9	50% CULTIVO DE CEBADA CON 50% PASTO CULTIVADO	1	0,26
10	50% CULTIVO DE CICLO CORTO CON 50% PARAMO	1	0,96
11	50% CULTIVO DE CICLO CORTO CON 50% PASTO CULTIVADO	1	0,05
12	50% CULTIVO DE CICLO CORTO CON 50% VEGETACION ARBUSTIVA	1	0,42
13	50% CULTIVO DE MAIZ CON 50% PASTO NATURAL	1	0,03
14	50% PASTO CULTIVADO CON 50% PARAMO	2	0,58
15	50% PASTO CULTIVADO CON 50% PASTO NATURAL	1	0,30
16	50% PASTO CULTIVADO CON 50% VEGETACION ARBUSTIVA	3	2,51
17	50% PASTO NATURAL CON 50% VEGETACION ARBUSTIVA	1	0,52

18	70% BOSQUE INTERVENIDO CON 30% PASTO CULTIVADO	1	0,65
19	70% BOSQUE INTERVENIDO CON 30% VEGETACION ARBUSTIVA	2	0,89
20	70% CULTIVO DE CICLO CORTO CON 30% BOSQUE INTERVENIDO	1	0,17
21	70% CULTIVO DE CICLO CORTO CON 30% PASTO CULTIVADO	2	4,49
22	70% CULTIVO DE CICLO CORTO CON 30% VEGETACION ARBUSTIVA	1	0,26
23	70% PASTO CULTIVADO CON 30% ARBORICULTURA TROPICAL	1	0,10
24	70% PASTO CULTIVADO CON 30% BOSQUE INTERVENIDO	1	0,29
25	70% PASTO CULTIVADO CON 30% CULTIVO DE CICLO CORTO	8	3,46
26	70% PASTO CULTIVADO CON 30% VEGETACION ARBUSTIVA	9	2,20
27	70% PASTO NATURAL CON 30% BOSQUE INTERVENIDO	3	0,59
28	70% PASTO NATURAL CON 30% CULTIVO DE CEBADA	1	0,19
29	70% PASTO NATURAL CON 30% PASTO CULTIVADO	1	0,05
30	70% PASTO NATURAL CON 30% VEGETACION ARBUSTIVA	3	0,69
31	70% VEGETACION ARBUSTIVA CON 30% AFLORAMIENTO ROCOSO	1	0,04
32	70% VEGETACION ARBUSTIVA CON 30% BOSQUE INTERVENIDO	1	4,34
33	70% VEGETACION ARBUSTIVA CON 30% CULTIVO DE CICLO CORTO	2	0,27
34	70% VEGETACION ARBUSTIVA CON 30% PARAMO	2	1,25

35	70% VEGETACION ARBUSTIVA CON 30% PASTO CULTIVADO	7	4,48
36	70% VEGETACION ARBUSTIVA CON 30% PASTO NATURAL	6	2,38
37	CULTIVOS DE CICLO CORTO EN AREAS CON PROCESO DE EROSION	1	0,09
38	PASTO CULTIVADO EN AREAS CON FUERTE PROCESO DE EROSION	1	0,05

Fuete: MAG, 1976, MAGAP; 2013 – Hernandez P., 2018.

Figura 12: Usos de suelos del piso bioclimático BsMn03 de la cuenca del río San Pablo.



Fuente: SNI, 2018 – Hernández P., 2018

10.1.5.1. Uso actual del suelo (cobertura vegetal y capacidad de uso de la tierra)

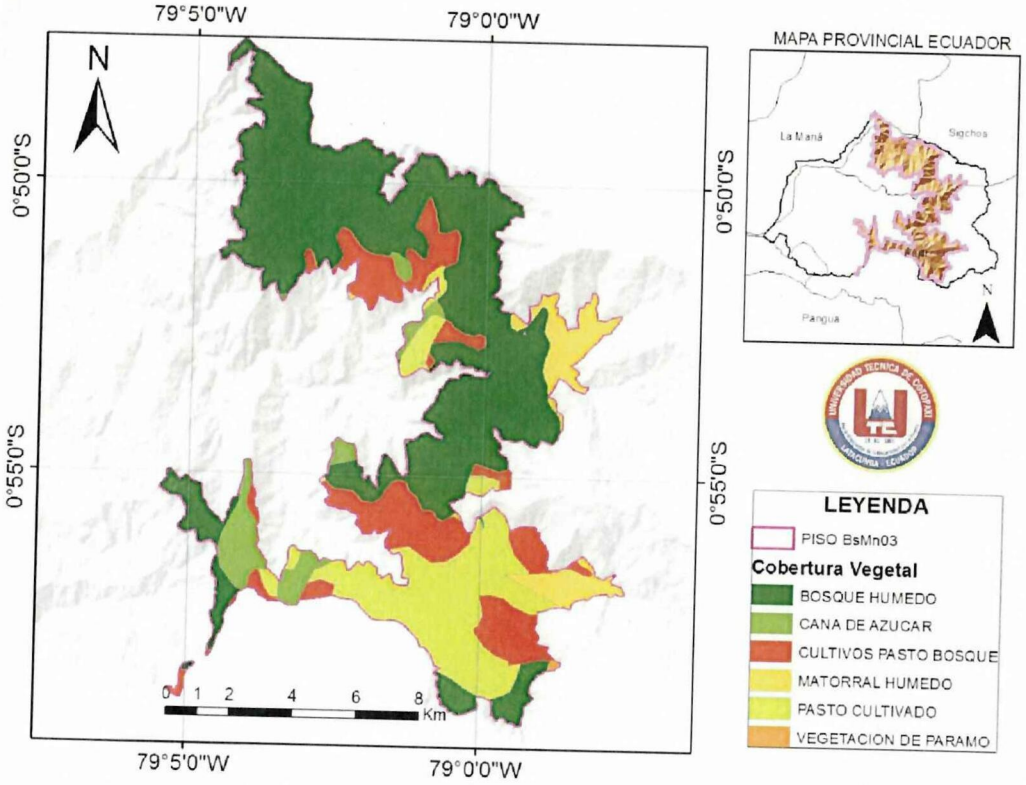
El piso bioclimático BsMn03 Bosque siempre verde montano de la Cordillera Occidental de los Andes, además, el bosque siempre verde montano, se ubica en el sector norte y centro de la

cordillera occidental (Valencia et al., 1999) y según el decreto CES409.112 Bosques montanos pluviales de los Andes del Norte (Josse et al., 2003) también son parte de la CrSP.

Este tipo de vegetación Los árboles están cubiertos de briofitos y se puede observar, una gran representatividad de familias de plantas epifitas vasculares como: Araceae, Orchidaceae, Bromeliaceae y Cyclanthaceae (Valencia et al. 1999; Jaramillo y Grijalva 2010). En el estrato herbáceo, se puede observar una cobertura densa de Gesneriaceae, Ericaceae y gran cantidad de helechos (Cerón 2004). En el dosel son frecuentes las familias como: Lauraceae, Meliaceae, Euphorbiaceae, Clusiaceae, Primulaceae, Cunoniaceae y Moraceae; en el subdosel: Rubiaceae, Actinidiaceae, Siparunaceae, Melastomataceae y Moraceae.

La riqueza de especies en este ecosistema muestra una clara tendencia de decrecimiento con la altitud en número de especies/ha (Valencia et al. 1998).

Figura 13: Cobertura vegetal del piso bioclimático BsMn03 de la cuenca del río San Pablo.



Fuente: INAMHI, 2007 – Hernandez P., 2018

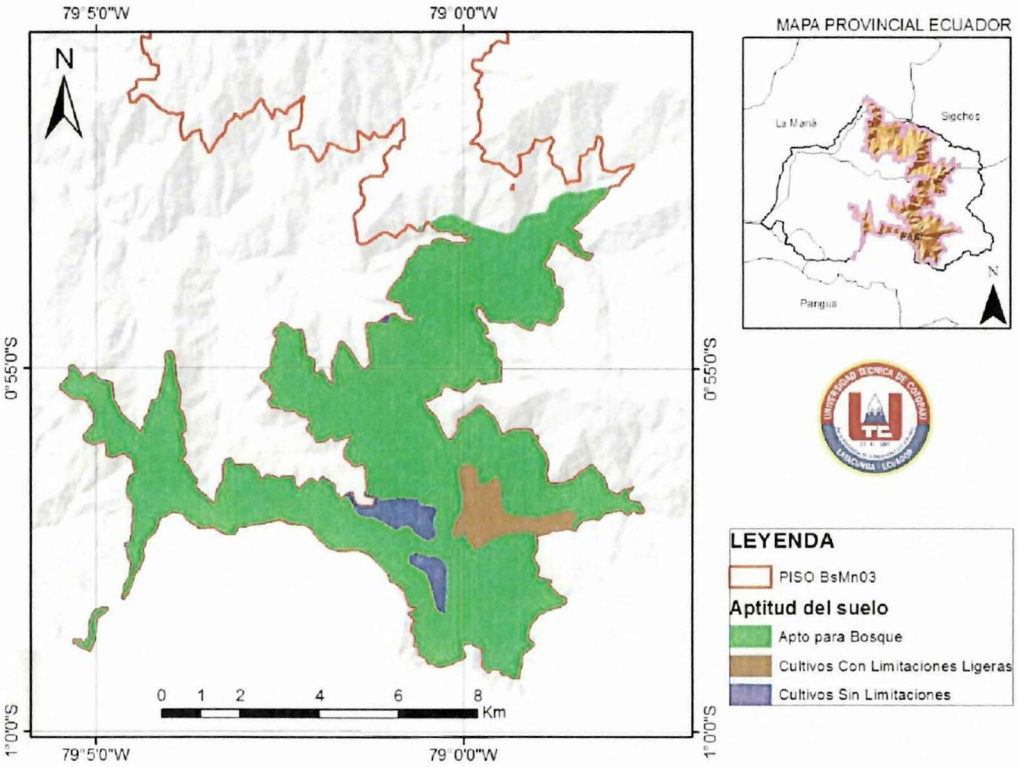
En la CrSP mediante "shapefile", se presenta una gran extensión de bosque húmedo con una extensión de 60,03 Km^2 con presencia de bosques húmedos y el que le sigue es pastos cultivados con una superficie de 19,89 Km^2, tomando en consideración que la temperatura y las condiciones de aptitud del suelo, son propicios para el desarrollo de especies arbóreas y arbustivas.

Tabla 13: Cobertura vegetal del piso bioclimático BsMn03 de la cuenca del río San Pablo.

Núm.	Leyenda	Cant.	Superficie (Km2)
1	Bosque húmedo	3	60,03
2	Caña de azúcar	4	5,71
3	Cultivos pasto bosque	7	18,04
4	Matorral húmedo	1	6,17
5	Pasto cultivado	3	19,89
6	Vegetación de paramo	1	0,08

Fuente: ArcGis, 2018 – Hernandez P., 2018

Figura 14: Aptitud del suelo en el bioclimático BsMn03 de la cuenca del río San Pablo.



Fuente: SNI, 2018 – Hernández P., 2018

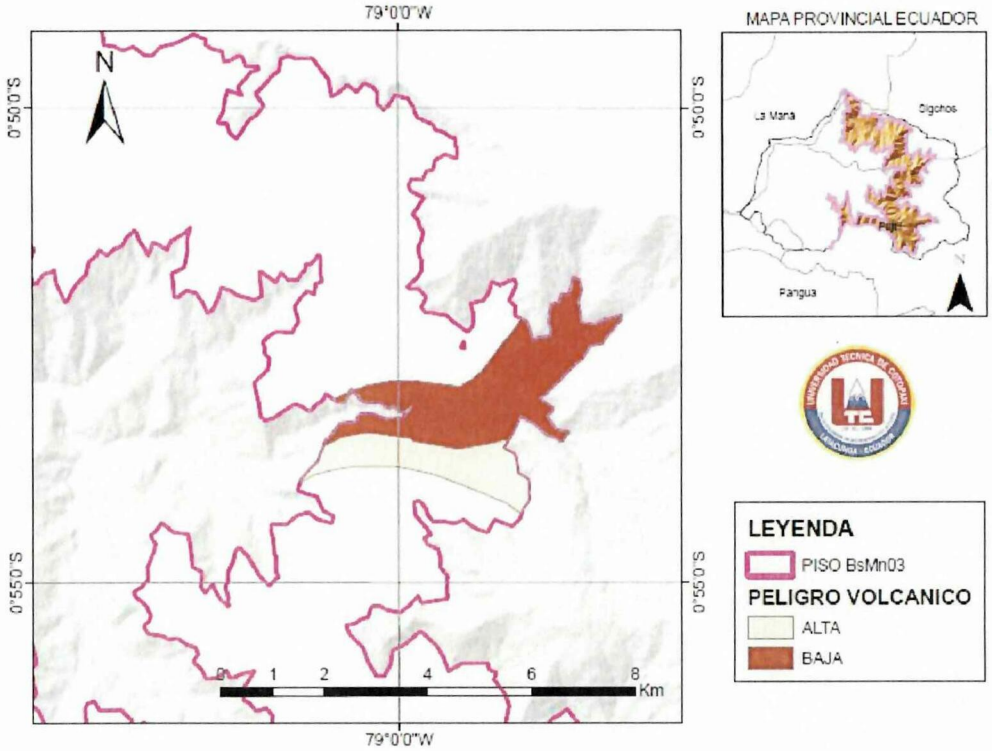
Como se puede ver en la (Figura 14), la mayor parte de la CrSP se encuentra apto para bosque, siguiéndole los cultivos apto para bosques con una extensión de 5611,59 Km^2, esto debido a que las pendientes no son pronunciadas en el piso bioclimático BsMn03.

Al existir planicies y pendientes muy poco pronunciadas en la CrSP y temperaturas cálidas que en conjunto con los vientos tropicales provenientes de las zonas orientales de la Amazonía del Ecuador, dan un ambiente propicio para las especies arbustivas se desarrollen a lo largo y ancho del piso bioclimático, por ello da lugar a la gran presencia de plantas herbáceas de diversas características.

10.1.6. Principales amenazas naturales

El Quilotoa es una caldera llena de agua de 3 kilómetros de ancho que se formó por el colapso de este volcán de dacita seguido por una erupción de (Volcanic Explosivity Index VEI-6) hace aproximadamente 800 años, lo que produjo un flujo piroclástico y lahares (flujos de lodo) que alcanzaron el Océano Pacífico.

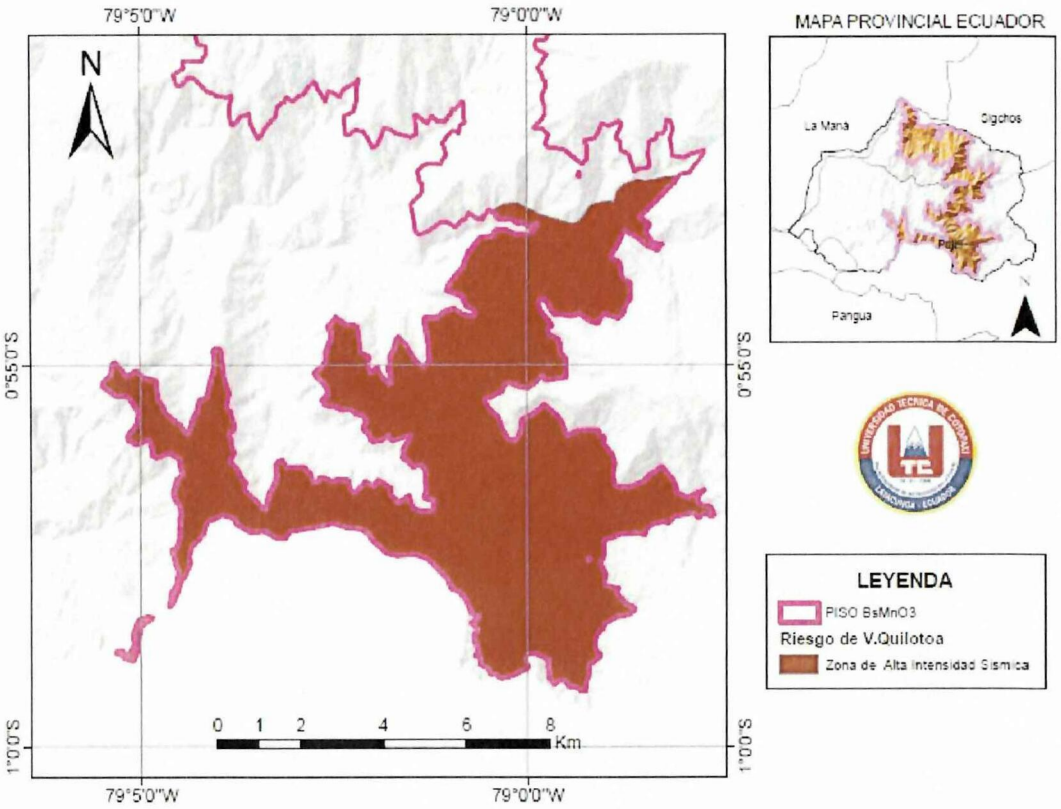
Figura 15: Peligro Volcánico en el piso bioclimático BsMn03 de la cuenca del río San Pablo.



Fuente: SNI, 2018 – Hernández P., 2018

Los riesgos ante una erupción volcánica según el shapefile descargado de la página del SNI (Sistema Nacional de Información, 2013), en la figura 15, nos indican con el color rosa que tiene un probabilidad de peligro alto en la parte centro de la cuenca con un alcance de 9,69 Km^2 de afección y con una baja posibilidad de afección de 6,22 Km^2, propensas a ser afectadas en la parte oriental de la CrSP.

Figura 16: Actividad Sísmica en el piso bioclimático BsMn03 de la cuenca del río San Pablo.

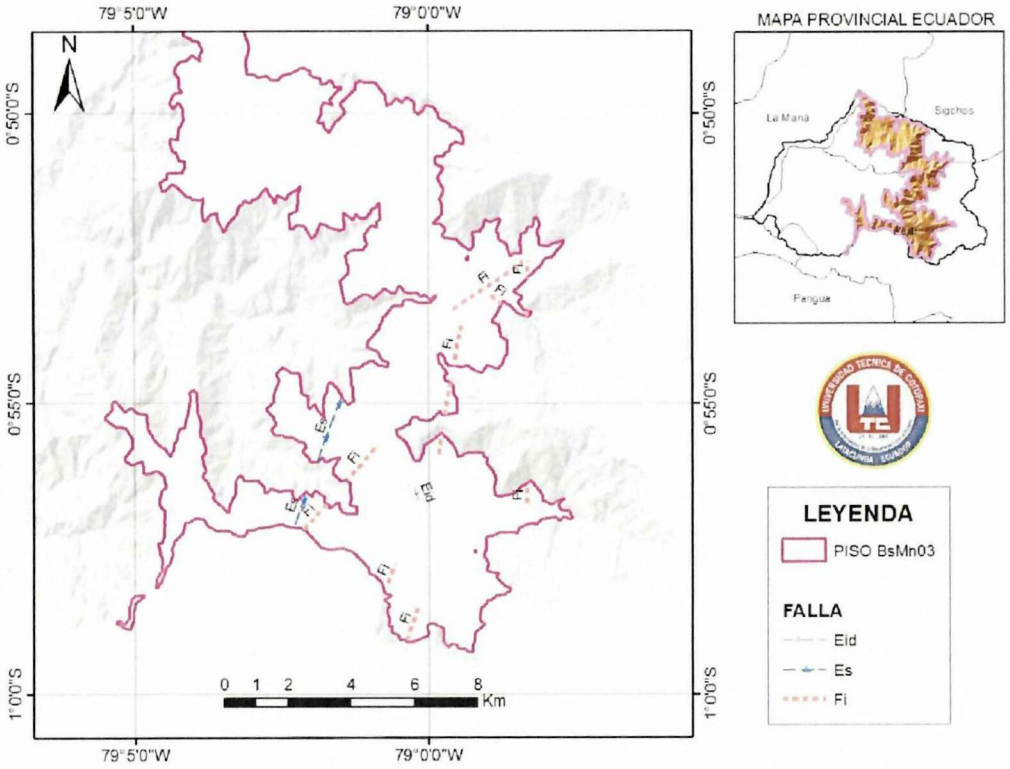


Fuente: SNI, 2018 – Hernández P., 2018

El territorio es muy vulnerable por la incidencia sísmica bastante superior a la media nacional (2,8%). Esta situación se agrava con la presencia de fallas sísmicas en varios sectores de la CrSP, además de la sobreexplotación de los cauces y taludes del sistema hidrológico y la permanente ampliación de la frontera agrícola (Garate, 2012).

Como vemos en el figura 16, existe una zona de alta intensidad sísmica que se extiende desde la zona central del piso bioclimático BsMnO3 hasta la parte sur occidental de la misma, con una superficie de 6076,88 Ha pertenecientes al cantón Pujíli de la provincia de Cotopaxi.

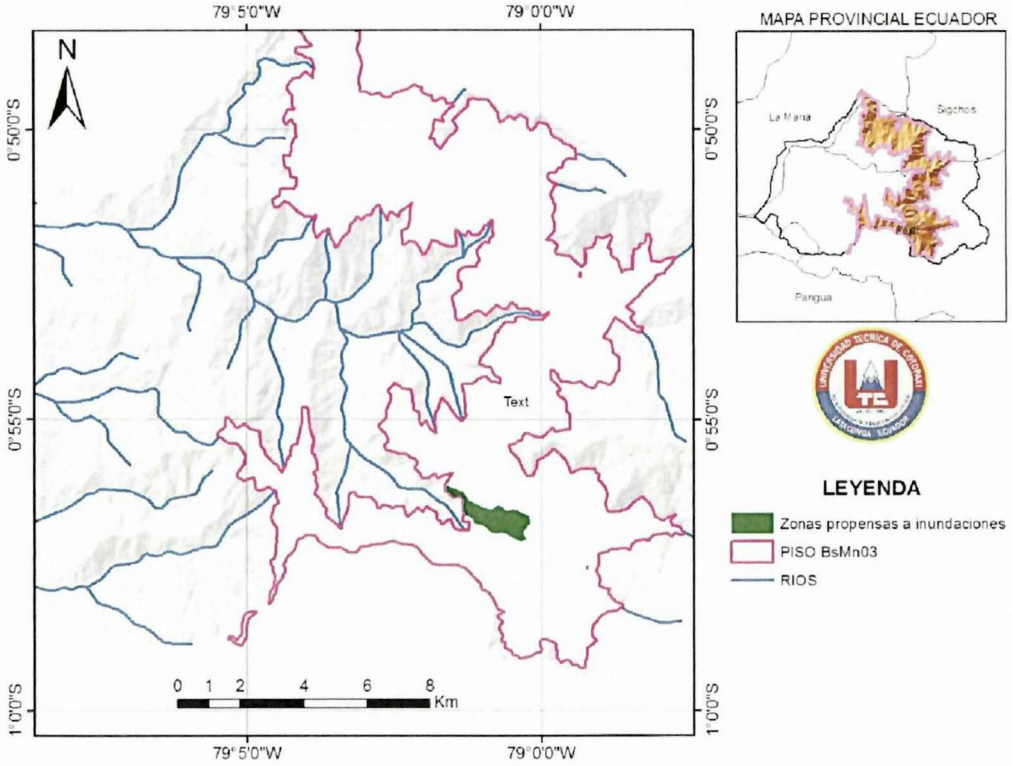
Figura 17: Fallas geológicas en el piso bioclimático BsMn03 de la cuenca del río San Pablo.



Fuente: SNI, 2018 – Hernández P., 2018

Las fallas se encuentran extendidas sobre el cantón Pujíli ubicadas más exactamente en el río Pilaló, con una extensión de 3,14 Km, a una altura de 2500 a 3100 msnm en la zona centro occidente de la CrSP.

Figura 18: Área de inundaciones en el piso bioclimático BsMn03 de la cuenca del río San Pablo.



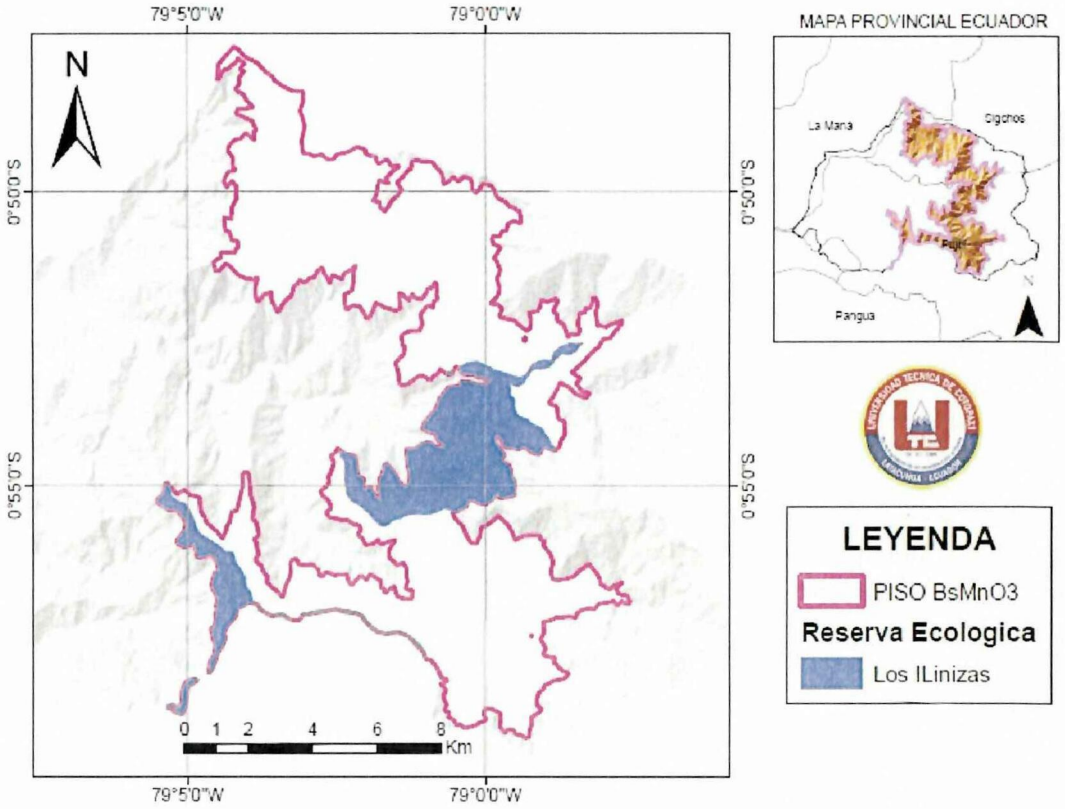
Fuente: INAMHI, 2007 – Hernandez P., 2018

Como se observa en el mapa de área de inundaciones en el piso bioclimático BsMn03 de la cuenca del río San Pablo (figura 18), y como se dijo en la parte de decidad y drenaje del piso bioclimático BsMn03, se denota una zona regularmente propensa a inundarse en el cauce del río Pilaló de la cuenca del río San Pablo, el mismo que podría afectar una extensión de 159,04 Ha. a un lado del canal del río en el cantón Pujíli, en la zona sur del piso bioclimático mencionado.

10.1.7. Áreas protegidas

La reserva ecológica de los Ilinizas en el piso bioclimático BsMn03 se puede apreciar en la zona central y en la zona sur del piso bioclimático con una superficie de 1900,74 Ha, cuenta de un paisaje de tipo terrestre y provee de agua orientada a la irrigación agrícola al cantón de Pujíli y Sigchos.

Figura 19: Reserva Ecológica en el piso bioclimático BsMn03 de la cuenca del río San Pablo.



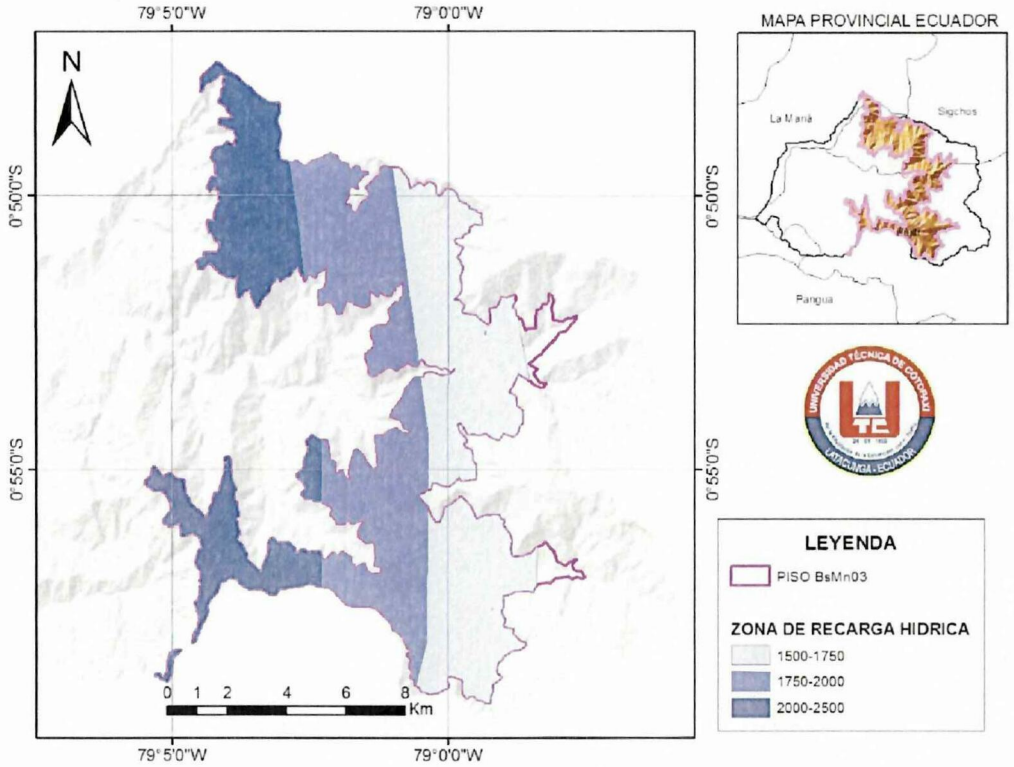
Fuente: SNI, 2018 – Hernández P., 2018

10.2. CLASIFICACIÓN DE LAS PRINCIPALES ZONAS DERECARGA HÍDRICA

10.2.1. Zonificación Territorial del área de recarga hídrica

Las distintas áreas de recarga hídrica se obtuvieron mediante el software ArcGis 10.2, con datos de precipitación mayores a 1500 mm/año en adelante.

Figura 20: Área de recarga hídrica del piso bioclimático BsMn03 de la cuenca del río San Pablo.



Fuente: INAMHI, 2007 – Hernandez P., 2018

10.2.1.1. Zonificación territorial

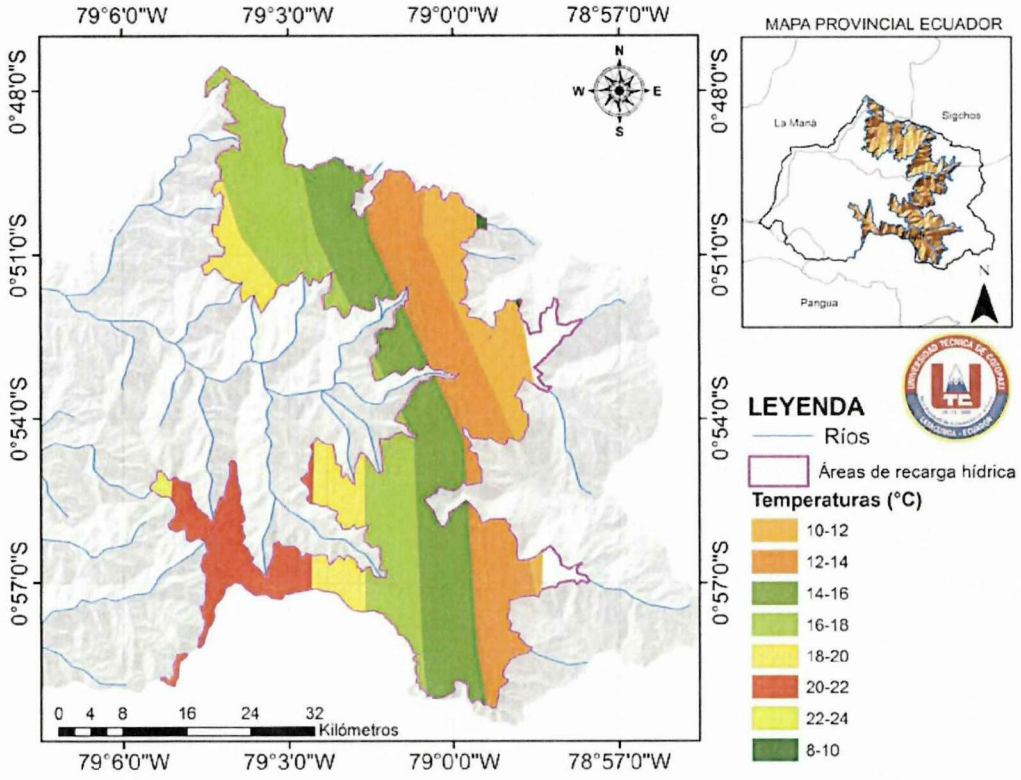
Mediante el software ArcGis 10.2, se calculó el promedio de las distintas áreas de recarga hídrica, teniendo previamente datos de precipitación y temperatura para su cálculo a posterior.

Tabla 14: Promedios en cada zona de recarga hídrica.

Zona	Precipitación	Promedios	Temperatura
1	1500 – 1750	1600	13
2	1750 – 2000	1875	16
3	2000 – 2500	2250	20

Elaborado por: Hernandez P, 2018

Figura 21: Temperaturas del piso bioclimático BsMn03 de la cuenca del río San Pablo.



Fuente: SNI, 2018 – Hernández P., 2018

10.2.2. Método RAS de (Junker, 2005)

10.2.2.1. Proceso metodológico

Para proceder a determinar las distintas evapotranspiraciones potenciales, se utilizó la formulación propuesta por (Oudin, 2005), en el cual se tiene en cuenta la latitud del área de estudio conjuntamente con la temperatura.

Tabla 15: Evapotranspiración Potencial

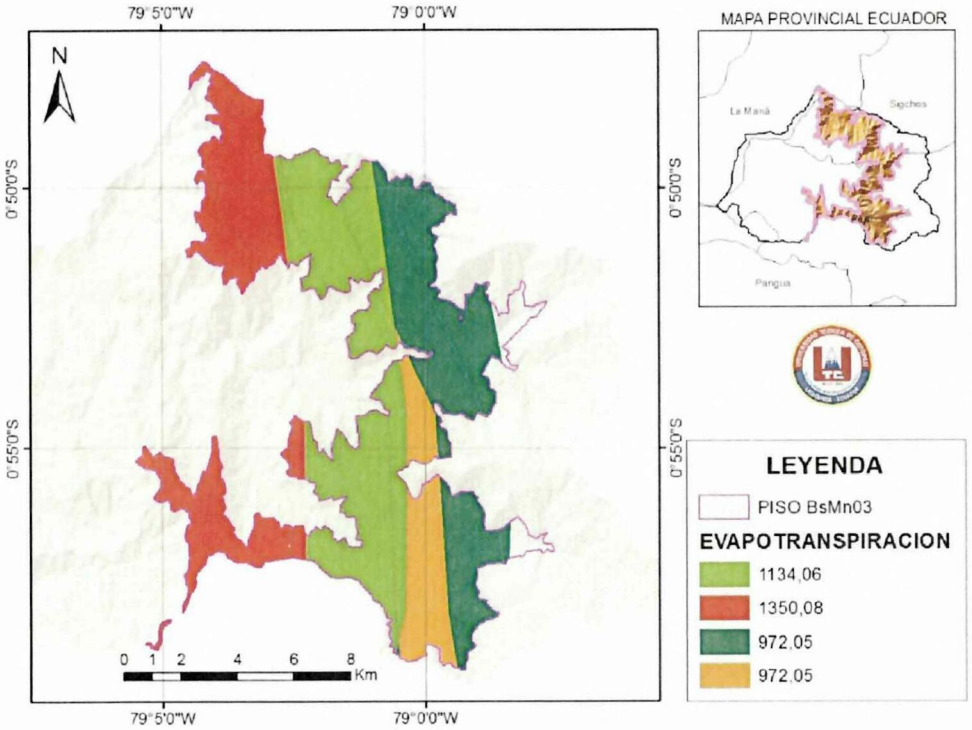
Zona	Precipitación	Áreas	EVPpotencial
1	1600	4179,82	972,05
2	1875	3706,19	1134,07
3	2250	2802,05	1350,08

Elaborado por: Hernandez P., 2018

Para la zona 1 de precipitación 1600 mm/año con un área de 4179.82 ha y una temperatura promedio de 13°C, con la metodología propuesta por (Oudin, 2005) no arroja un resultado de

972.05 de evapotranspiración potencial, a diferencia de la zona 3 que con una precipitación mayor de 2250 mm/año con un área de 2802.05 ha y una temperatura de 20°C, nos arroja un resultado de 1350.08 de evapotranspiración potencial.

Figura 22: Evapotranspiración del piso bioclimático BsMn03 de la cuenca del río San Pablo.



Fuente: INAMHI, 2007 – Hernandez P., 2018

La Evapotranspiración real se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$ETPreal = ETP * kg$$

Obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 16: Evapotranspiración real.

Zona	Precipitación	Áreas	Temp.	ETP	kg	ETPreal
1	1600	4179,82	13	972	0,8	777,65
2	1875	3706,19	16	1134	0,8	907,25
3	2250	2802,05	20	1350	0,8	1080,06

Elaborado por: Hernandez P., 2018

A través de la fórmula propuesta anteriormente se determinó como una baja concentración

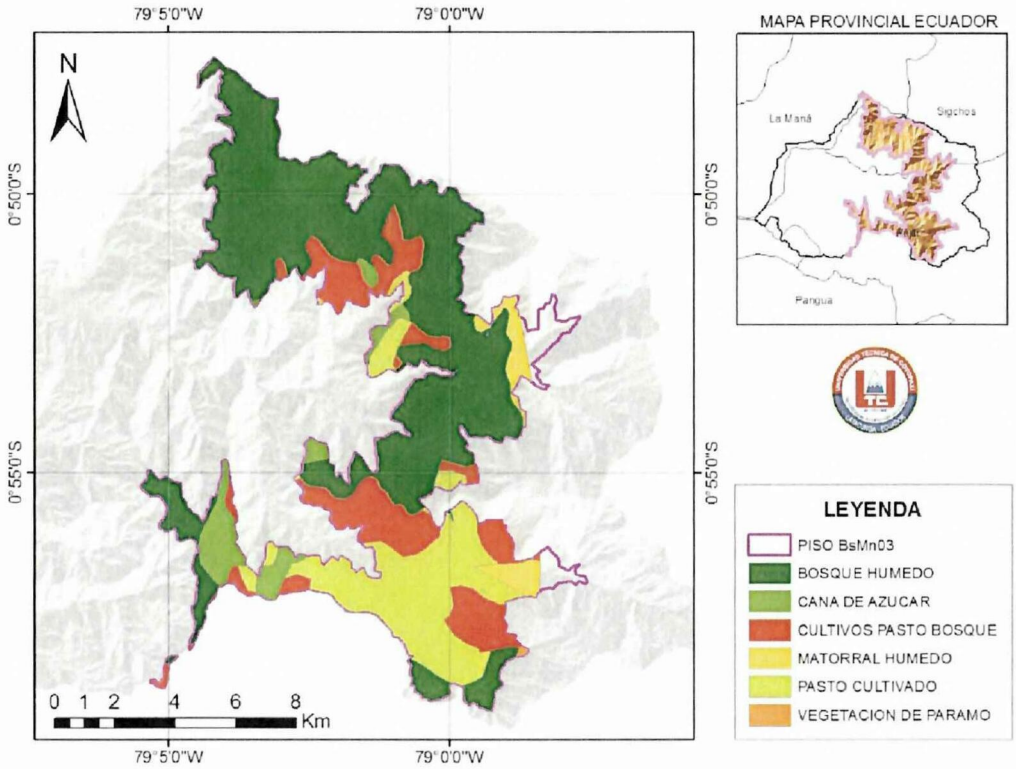
de tan solo 777.65 de evapotranspiración real en la zona 1, a diferencia de la zona 3 que posee 1080.06 de evapotranspiración real, lo que nos indica que a mayor precipitación mayor será la cantidad de evapotranspiración.

10.2.3. Coeficiente de infiltración

El coeficiente de infiltración se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

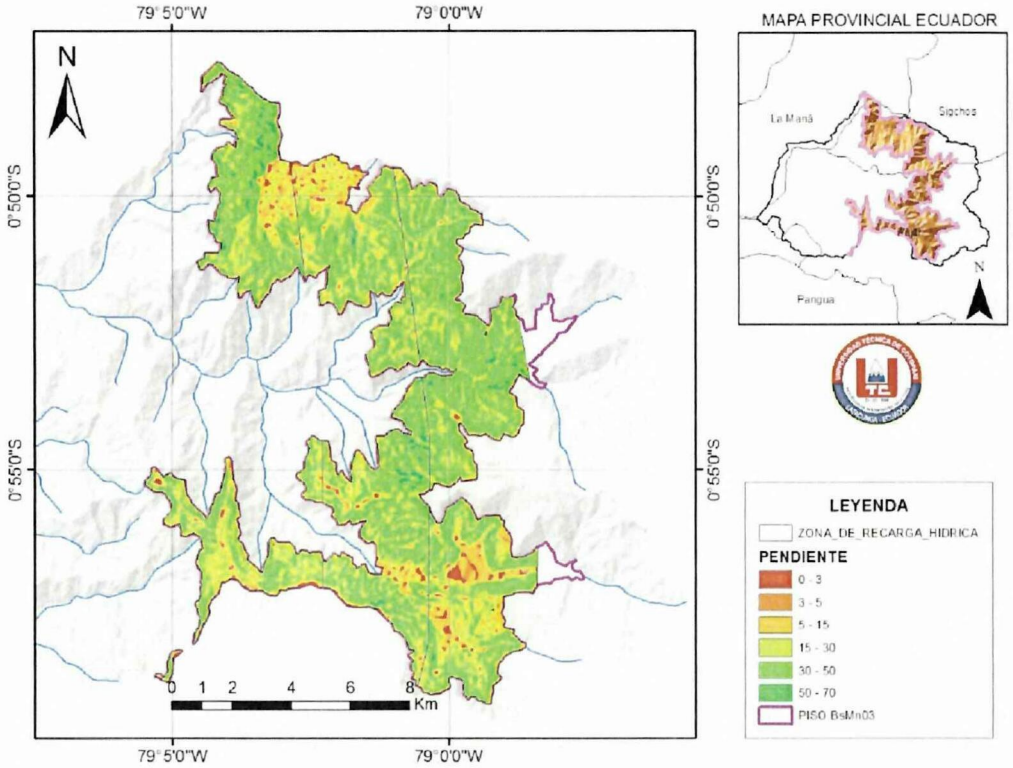
$$C = kp + kv + kfc$$

Figura 23: Determinación del kv del piso bioclimático BsMn03 de la cuenca del río San Pablo.



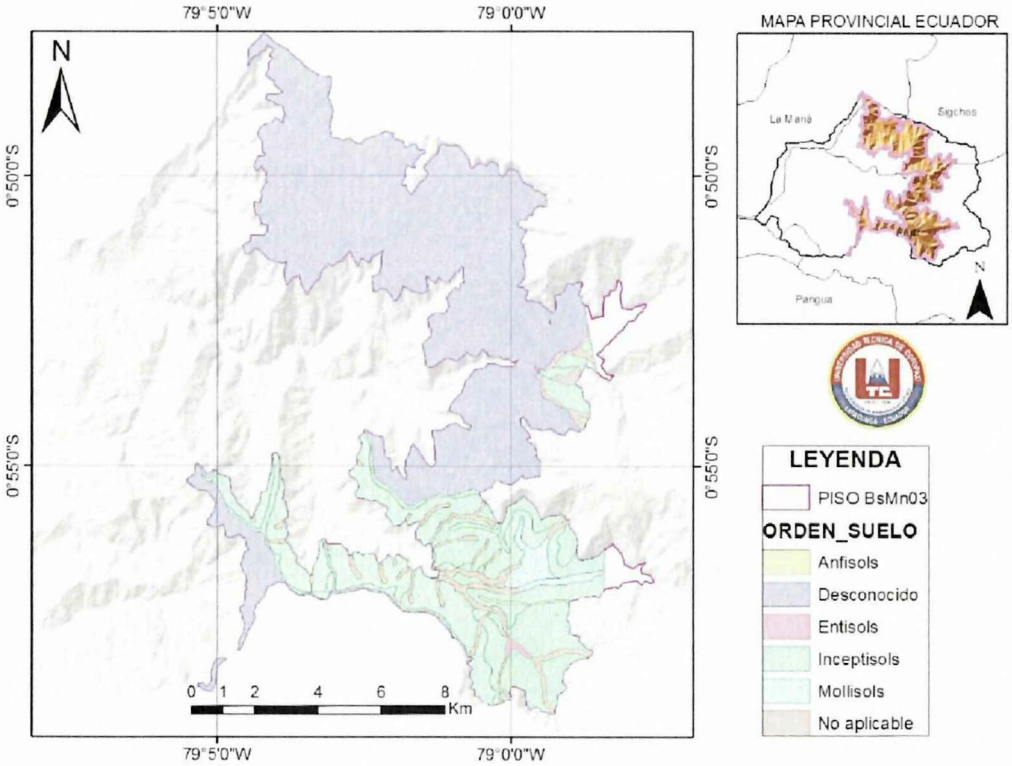
Fuente: SNI, 2018 – Hernández P., 2018

Figura 24: Determinación del kp del piso bioclimático BsMn03 de la cuenca del río San Pablo.



Fuente: SNI, 2018 – Hernández P., 2018

Figura 25: Determinación del kfc del piso bioclimático BsMn03 de la cuenca del río San Pablo.



Fuente: SNI, 2018 – Hernández P., 2018

Se determinó que coeficientes se le asignaría a cada zona de recarga hídrica con la utilización de la mediana para cada zona de recarga hídrica de acuerdo a la cobertura vegetal, pendientes y orden de suelos, (se puede utilizar ponderaciones), obteniendo lo siguiente:

Tabla 17: Determinación del kv,kp y kfc

FID	PRECIPITACIÓN	AREAS	TEMP	EVP	kg	Kv	Kfc	kp
1	1600	4179,82	13	972	0,8	0.2	0.20	0.07
2	1875	3706,19	16	1134	0,8	0.15	0.20	0.15
3	2250	2802,05	20	1350	0,8	0.2	0.20	0.07

Elaborado por: Hernandez P., 2018

10.2.4. RAS

A partir del cálculo del balance climático, conjuntamente con la sumatoria de cada coeficiente de infiltración se obtuvo mediante la ecuación:

$$RAS = BC * C :$$

Tabla 18: Cálculo RAS

Zona	Precipitación	Áreas	ETP	ETPreal	Balance Climático	Coeficiente Infiltración	RAS
1	1600	4179,82	972	777	628	0.47	295.13
2	1875	3706,19	1134	907	741	0.50	370.47
3	2250	2802,05	1350	1080	900	0.47	422.62

Elaborado por: Hernandez P., 2018

El piso bioclimático BsMn03 de la cuenca del río San Pablo presenta en la zona 3 un área total de 2802,04 ha de zonas de recargas hídricas, las cuales fueron evaluadas con el método de recarga subterránea de Junker (RAS), lo que arrojó como resultado que para la primera zona se acumula un promedio de 295.13 mm de agua por cada año, lo cual indica que con este resultado podemos realizar un plan de manejo de reserva de agua pero la acumulación no va a ser tanta como la zona 3.

Para la zona 3 de recarga hídrica con un promedio de precipitación de 2250 mm/año, se tiene una evapotranspiración de 1350 que, con un 0.47% de infiltración vamos a tener un valor de 422.62 mm/años de acumulación de agua, que podría ser utilizada para acuíferos o como reservas de agua natural.

10.2.5. Priorización de las zonas de recarga hídrica

Mediante las metodologías y cálculos propuestos, en conjunto con los mapas elaborados en el software ArcGis 10.2, se vio en la necesidad de priorizar la zona tres con mayor recarga subterránea, teniendo un porcentaje de infiltración de 0.47 % y por ser un área propensa a la acumulación de agua por año, la misma que resumimos en la siguiente tabla de acuerdo a la (Figura 26.)

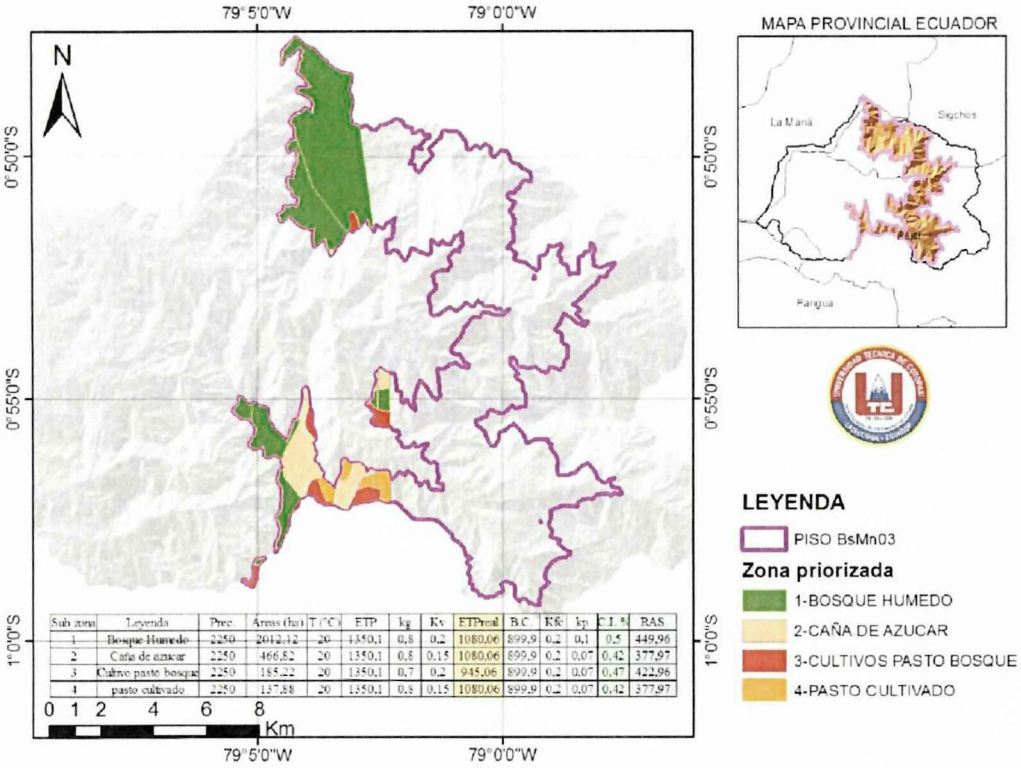
Tabla 19: *Tabla de resumen.*

Sub Zona	Leyenda	Prec.	Áreas (ha)	T (°C)	ETP	kg	Kv	ETPreal	B.C.	Kfc	kp	C.I. %	RAS
1	Bosque Húmedo	2250	2012,12	20	1350,08	0,8	0,2	1080,06	899,9	0,2	0,1	0,5	449,96
2	Caña de azúcar	2250	466,82	20	1350,08	0,8	0,15	1080,06	899,9	0,2	0,07	0,42	377,97
3	Cultivo pasto bosque	2250	185,22	20	1350,08	0,7	0,2	945,06	899,9	0,2	0,07	0,47	422,96
4	pasto cultivado	2250	137,88	20	1350,08	0,8	0,15	1080,06	899,9	0,2	0,07	0,42	377,97

Elaborado por: Hernández P., 2018

En la zona uno se evidencia una gran presencia de bosque húmedo con una extensión de 2012.12 ha, donde se observa que llueve 2250 mm/año y posee una temperatura promedio de 20°C, lo que da como resultado una evapotranspiración real de 1080.06, con un porcentaje de 0.5 de infiltración y con una acumulación (RAS) de 449.96 mm/año. Esto nos indica que las zonas con presencia de bosque son consideradas como zonas de alta acumulación, siendo también de gran ayuda las pendientes poco pronunciadas que se presentan en la zona.

Figura 26: Priorización de las ZRH del piso bioclimático BsMn03 de la cuenca del río San Pablo.



Sub zona	Leyenda	Prec.	Áreas (ha)	T (°C)	ETP	kg	Kv	ETPreal	B.C	Kfc	kp	C.I. %	RAS
1	Bosque Humedo	2250	2012,12	20	1350,1	0,8	0,2	1080,06	899,9	0,2	0,1	0,5	449,96
2	Caña de azucar	2250	466,82	20	1350,1	0,8	0,15	1080,06	899,9	0,2	0,07	0,42	377,97
3	Cultivo paste bosque	2250	185,22	20	1350,1	0,7	0,2	945,06	899,9	0,2	0,07	0,47	422,96
4	pasto cultivado	2250	137,88	20	1350,1	0,8	0,15	1080,06	899,9	0,2	0,07	0,42	377,97

Fuente: SNI, 2018 – Hernández P., 2018

10.3. MEDIDAS DE CONSERVACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

Después de haber identificado las zona de mayor importancia hídrica, se propone la conservación y protección de las especies endémicas del piso bioclimático BsMn03 y la total prohibición introducir cualquier tipo de especie alóctono, que es posible que se genere un desequilibrio en su ecosistema, todo esta propuesta es sustentada según el Art. 74 de la ley forestal y de conservación de áreas naturales y vida silvestre en el título II de las áreas naturales y de la flora y fauna silvestres en el capítulo III de la conservación de la flora y fauna silvestre, quien señala que: "El aprovechamiento de la flora y fauna silvestres no comprendidas en el patrimonio de áreas naturales del Estado, será regulado por el Ministerio del Ambiente, el que además determinará las especies cuya captura o utilización, recolección y aprovechamiento estén prohibidos." Y el Art. 75 "Cualquiera que sea la finalidad, prohíbase ocupar las tierras del patrimonio de áreas naturales del Estado, alterar o dañar la demarcación de las unidades de manejo u ocasionar deterioro de los recursos naturales en ellas existentes.

Se prohíbe igualmente, contaminar el medio ambiente terrestre, acuático o aéreo, o atentar contra la vida silvestre, terrestre, acuática o aérea, existente en las unidades de manejo."

Los bosques son mucho más que un grupo de árboles acumulados en un espacio natural: son esenciales para reducir el cambio climático o prevenir desastres naturales, además que aportan a la conservación de la biodiversidad de especies forestales, por ello se propone adoptar medidas de conservación o a su vez declararlo como una zona intangible que no se la pueda tocar, ni explotar por el mismo hecho de ser un lugar propicio para la acumulación de agua subterránea y la preservación de especies vegetales por ello se hace énfasis en la protección de la zona de recarga hídrica en los bosques húmedo contenidos en el piso bioclimático BsMn03 de la Cuenca del río San Pablo.

Por lo que se ha evidenciado anteriormente en la zona de priorización se determinó que es una parte esencial para la conservación del recurso hídrico, así como lo señala el reglamento de la ley de recursos hídricos usos y aprovechamientos del agua, de acuerdo con el cambio de uso del suelo señala: en su Art. 14: "El Estado regulará las actividades que puedan afectar la cantidad y calidad del agua, el equilibrio de los ecosistemas en las áreas de protección hídrica que abastecen los sistemas de agua para consumo humano y riego; con base en estudios de impacto ambiental que aseguren la mínima afectación y la restauración de los mencionados ecosistemas." En base a esto se propone la protección de los bosques húmedos presentes en el piso bioclimático BsMn03 de la cuenca del río San Pablo, debido a que la reserva de agua subterránea en la zona de estudio es alta, a diferencia de otros lugares con presencia de cultivos, y el mantenerse no intervenida por el ser humano, garantizaría la conservación del recurso hídrico y como un gran reservorio natural y como no ser destinado a la protección de especies endémicas pertenecientes a las zonas boscosas.

Además la ley forestal y de conservación de áreas naturales y vida silvestre en el capítulo III de los bosques y vegetación protectores, Art. 7, señala que: "Sin perjuicio de las resoluciones anteriores a esta Ley, el Ministerio del Ambiente determinará mediante acuerdo, las áreas de bosques y vegetación protectores y dictará las normas para su ordenamiento y manejo. Para hacerlo, contará con la participación del CNRH. Tal determinación podrá comprender no sólo tierras pertenecientes al patrimonio forestal del Estado, sino también propiedades de dominio particular."

11. CONCLUSIONES

- ✓ El área de estudio se caracterizó esencialmente por la carencia de pendientes pronunciadas, además de poseer zonas de altas precipitaciones se pudo evidenciar que una parte del piso bioclimático BsMn03 de la cuenca del río San Pablo a medida que la altitud aumentaba las precipitaciones disminuían por tal motivo que para lo zonificación de protección absoluta se descartó las precipitaciones de 1250 a 1500 mm/año.
- ✓ Por falta de información se descartó totalmente el estudio de erosiones en el piso bioclimático BsMn03 de la cuenca del río San Pablo, diciendo así que en el área de estudio existe mucha vegetación de bosques en gran extensión por ello, se hace énfasis en la conservación y protección de los bosques endémicos de la zona.
- ✓ Las zonas de acumulación de agua son un punto esencial para que proyectos de conservación como el de "Bancos de Germoplasma" que desarrolla la Universidad Técnica de Cotopaxi, sean posibles por el mismo motivo que a través de la presente investigación se determinan zonas estratégicas donde tiene mayor probabilidad de que una especie sobreviva ante los desmesurados cambios climáticos y sequías que se han estado dando en los últimos años.

RECOMENDACIONES

- ✓ Utilizar SIG para que las investigaciones futuras puedan generar información a partir de un formato shapefile y poder cubrir una mayor zona de estudio para la proposición de nuevas medidas en la que se puedan conservar los ecosistemas naturales.
- ✓ El software ArcGis es una herramienta muy útil para la generación de mapas hidrográficos con una mayor precisión en un menor tiempo, por lo que se podría sugerir que las próximas investigaciones se centren en utilizar ésta herramienta para tener un mejor conocimiento sobre su área de estudio.

- ✓ Utilizar metodologías actuales y comprobadas que puedan generar una información precisa y veraz, que permitan sustentar las investigaciones futuras a realizarse, tal y como se logró con el análisis de información de la presente investigación.

12. BIBLIOGRAFÍA

Avina, F. (Enero de 2012). *CARE INTERNACIONAL*. Obtenido de https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwie_d6jve7YAhXBSd8KHYcPAdEQFghEMAU&url=http%3A%2F%2Fwww.avina.net%2Fesp%2Fwp-content%2Fuploads%2F2013%2F03%2FMODULO-8-OK.pdf&usg=AOvVaw14uJb1V1L7fAjQU93ichSk

Bejarano, J. S. (2012). Obtenido de https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjn_Nz209ncAhUoVd8KHcxGB9sQFjAAegQICRAC&url=http%3A%2F%2Fwww.blue-harvest.info%2Fasset%2Fdocuments%2F89&usg=AOvVaw3G4MZPhT3xcC9Cl7Wpp65g

CACERES, L. F. (Noviembre de 2015). *UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR*. Obtenido de UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR: https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=15&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiKsNXr2fbXAhXD2yYKHb2FA6EQFghtMA4&url=http%3A%2F%2Frecursosbiblio.url.edu.gt%2Ftesisjcem%2F2015%2F06%2F15%2FDonis-Luisa.pdf&usg=AOvVaw3-h0ENN-sLTRy3VbcuWYIm

Claudia Pérez Castillo, Y. S. (2002). *INIA*. Obtenido de INIA: http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR32793.pdf

Cotler, H. (2007). *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat)*. Obtenido de www.inecc.gob.mx/descargas/publicaciones/528.pdf

Dourojeanni, A. J. (2002). *Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica.* Santiago de Chile: Naciones Unidas.

Junker, M. (2005). Obtenido de https://es.scribd.com/document/250663446/Metodologia-RAS-Junker-1

Lara. (2002). *Flacso*. Obtenido de Flacso: https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiejaqZwuTYAhVP1lMKHc-pCfoQFghHMAU&url=http%3A%2F%2Fwww.flacsoandes.edu.ec%2Flibros%2Fdigital%2F43289.pdf&usg=AOvVaw1vTYT0myIK-iFT9SQPONyW

MAE. (2007). *MAE*. Obtenido de www.ambiente.gob.ec

MAGAP. (2013). Plan nacional de riego y drenaje 2012 - 2026. . *Subsecretaria de riego y drenaje.*

Martínez, C. (2006). *Flacso*. Obtenido de Flacso: https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiejaqZwuTYAhVP1lMKHc-pCfoQFghHMAU&url=http%3A%2F%2Fwww.flacsoandes.edu.ec%2Flibros%2Fdigital%2F43289.pdf&usg=AOvVaw1vTYT0myIK-iFT9SQPONyW

Matus, O. (2007). *Elaboración participativa de una metodología para la identificación de zonas potenciales de recarga hídrica en subcuencas hidrográficas.* Obtenido de Manejo y protección de zonas de recarga hídrica.: file:///C:/Users/User/Downloads/Manejo_y_proteccion_de_zonas_de_recarga_hidrica.pdf

Aragão, Luciano de. *Sol e sombra*. Ilustrações de Vera Nogueira. 2ª ed. revista. Belo Horizonte: Gerais Livros, 2011. 96 p. ISBN 978-85-7234-0312-4.

Bastos, Helena Ribeiro. *Mapas do coração*. Ilustrações de Rogério Almeida. 3ª ed. revista. São Paulo: Cortina Azul, 2009. 112 p. ISBN 978-85-7234-0312-4.

CAMPOS, Lia. *Inventário de afetos*. 4ª ed. revista. Belo Horizonte: Gerais Livros, 2014. 96 p. ISBN 978-85-7234-0312-4.

Cardoso, Helena. *Sementes no quintal*. Ilustrações de Rogério Almeida. 2ª ed. revista. Belo Horizonte: Gerais Livros, 2014. 96 p. ISBN 978-85-7234-0312-4.

Domingues, Ana Lúcia. *Cartas para ninguém*. 2ª ed. revista. Belo Horizonte: Gerais Livros, 2014. 96 p. ISBN 978-85-7234-0312-4.

Fernandes, Rita. *Cidade de papel*. 2ª ed. revista. Belo Horizonte: Gerais Livros, 2014. 96 p. ISBN 978-85-7234-0312-4.

Lima, Joana. *Ao sol do Obrindo*. 4ª ed. revista. Belo Horizonte: Gerais Livros, 2014. 96 p. ISBN 978-85-7234-0312-4.

MAIA, Clara. *Oficina de versos*. 2ª ed. revista. Belo Horizonte: Gerais Livros, 2014. 96 p. ISBN 978-85-7234-0312-4.

Mendes, Carlos. *Caderno de poesias*. 2ª ed. revista. Belo Horizonte: Gerais Livros, 2014. 96 p. ISBN 978-85-7234-0312-4.

Moura, Helena. *Aquarela do coração*. 2ª ed. revista. Belo Horizonte: Gerais Livros, 2014. 96 p. ISBN 978-85-7234-0312-4.

Mundial, B. (15 de Abril de 2013). *Banco Mundial*. Obtenido de Banco Mundial: http://www.bancomundial.org/es/results/2013/04/15/water-resources-management-results-profile

Ordoñez, J. (2011). *SENAMHI*. Obtenido de Aguas subterráneas-acuíferos : http://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/cuenca_hidrologica.pdf

Oudin. (2005). *Potential evapotranspiration.*

Ramakrishna. (1997). *Estrategias de extension para el manejo integrado de cuencas hidrograficas: Conceptos y Experiencias.* San Jose, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperacion para la Agricultura.

Rascón*, L. E. (23 de Junio de 2000). *Investigaciones Geográficas*. Obtenido de https://www.google.com.ec/search?ei=yU-EWtfPNoXX5gLWsqfQCw&q=Maderey%2C+L.%2C+y+Jim%C3%A9nez%2C+A.+%282001%29.+Alteraci%C3%B3n+del+ciclo+hidrol%C3%B3gico+en+la+parte+baja+de+la+cuenca+alta+del+r%C3%ADo+Lerma+por+la+tarnsferencia+de+agua+a+la+Ciudad+de+M%C

Rojas, H. B. (2010). *Cuadernos de Investigación UNED*. Obtenido de https://www.google.com.ec/search?ei=81aEWueLLbKE5wLdh73gCg&q=Blanco%2C+H.+%282010%29.+%C3%81reas+de+recarga+h%C3%ADdrica+de+l+aparte+media+-+alta+d+elas+microcuencas+Palo%2C+Mar%C3%ADn+y+San+Rafaelito%2C+San+Carlos%2C+Costa+Rica.+Cuadernos+de+Investigacio

SENAGUA. (2008). Informe de Rendición de cuentas.

UNESCO. (2015). *UNESCO*. Obtenido de UNESCO: unesdoc.unesco.org/images/0024/002441/244103s.pdF

Wayne T. Swank, D. J. (2008). *Ebook*. Obtenido de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=7urpBwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR7&dq=Swank,+W,+T%3B+Crossley,+D,A+1998.+Forest+hydrology+and+ecology+at+Coweeta.+Edit.+Springer.+New+york+(USA)&ots=BC2BP9d4yK&sig=y9tmLCK7xrs-ZFhh54j5j_31kOI#v=onepage&q=Swank%2C%20W%2C%

13. ANEXOS

CÁLCULOS:

1. CARACTERÍSTICAS MORFOMETRICAS

Índice de Gravelius o Coeficiente de Compacidad.

$$Kc = 0.282 * \frac{P}{A^{1/2}}$$

A = 132.13 km2

P = 102.24 km

$$Kc = 0.282 * \frac{102.24\ km}{132.13^{\frac{1}{2}}\ km^2} = 2.51$$

Si el índice de compacidad es > 1, presenta una forma irregular y, si < 1 es una cuenca circular por lo que la ScRP, presenta una forma irregular con un valor de 2.51.

Coeficiente de Forma (Kf)

$$kf = \frac{A}{L^2}$$

A = 132,13 km2

L = 12.339 km

$$kf = \frac{132.13\ km}{12.34km^2} = 0.86$$

Si el Coeficiente de Forma (Kf) es > 0.5 será una zona propensa, al obtener un valor de 0.86, la ScRP es una zona propensa a inundarse.

2. CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS

3.1 Red y densidad de drenaje

Densidad de drenaje

$$Dd = \frac{Lt}{A}$$

A = 132.13 km2

Lt = 22.08 km

$$Dd = \frac{22.08\ \ km}{132.13\ \ km2} = 0.17$$

Al obtener un valor menor a 0.5, la Cuenca del Río San Pablo presenta un drenaje pobre.

Sinuosidad

$$S = \frac{L}{Lt}$$

Lt = 22.08 km

L = 12.34 Km

$$S = \frac{12.34\ km}{22.08\ km} = 0.56$$

Presenta una sinuosidad poco apreciable, con un valor de 0.56.

Anexo N° 2 Hoja de Vida del Docente Tutor del Proyecto de Investigación

CURRICULUM VITAE

1.- DATOS PERSONALES

NOMBRES Y APELLIDOS: Jaime Rene Lema Pillalaza

FECHA DE NACIMIENTO: 20 de Julio de 1976

CEDULA DE CIUDADANÍA: 1713759932

ESTADO CIVIL: Casado

NUMERO TELEFONICO: 0999837914

EMAIL: jaime.lema@utc.edu.ec

2. - ESTUDIOS REALIZADOS

NIVEL PRIMARIO: ESCUELA FISCAL PEDRO LUIS CALERO

NIVEL SECUNDARIO: COLEGIO NACIONAL SANTIAGO DE GUAYAQUIL

NIVEL SUPERIOR: UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

3.- TITULOS

PREGRADO: LICENCIADO EN TURISMO ECOLOGICO

POSTGRADO: MAGISTER EN EDUCACION AMBIENTAL

4.- EXPERIENCIA LABORAL COMO DOCENTE Y CAPACITADOR

- DOCENTE UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI MATRIZ EN LATACUNGA EN LAS SIQUIENTES ASIGNATURAS: TECNICAS DE MONITOREO AMBIENTAL, ESTUDIOS DE IMPACTOS AMBIENTALES Y DISEÑO DE PLAN DE MANEJO AMIENTAL. 2015
- DOCENTE UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI EXTENSION LA MANA EN LAS SIGUIENTES ASIGNATURAS: EDUCACION AMBIENTAL, HISTORIA DEL ECUADOR Y DEL ARTE, TEORIA DEL TURISMO. 2014-2015
- TUTOR VIRTUAL EN EL PROGRAMA DE ALTOS DIRECTIVOS EN PLATAFORMA MOODLE, OFICINA COOPERACION UNIVEFRSITARIA, JUNIO 2014.
- CAPACITADOR CALIFICADO POR LA SETEC POR COMPETENCIAS LABORALES EN LAS SIGUIENTES AREAS: AMBIENTE, TURISMO, ATENCION AL CLIENTE, ETIQUETA Y PROTOCOLO, SEGURIDAD INDUSTRIAL.

Anexo 1 – Formato Valoración Docente Tutor de Prácticas Profesionales

CRITERIOS DE VALORACIÓN

DATOS GENERALES

NOMBRE: [illegible] Jaime Rosal Jaramillo Pillado

FECHA DE NACIMIENTO: [illegible]

CIUDAD DE ORIGEN: [illegible]

ESTADO CIVIL: [illegible]

NACIONALIDAD: [illegible]

DIRECCIÓN: [illegible]

ESTUDIOS REALIZADOS

NIVEL PREUNIVERSITARIO: [illegible] (TERMINO EN [illegible])

NIVEL UNIVERSITARIO: [illegible]

NIVEL MAESTRÍA: [illegible]

EXPERIENCIA

PRÁCTICAS PROFESIONALES: [illegible]

POSICIÓN: [illegible]

[illegible]

- [illegible] PRÁCTICAS PROFESIONALES [illegible] ESTUDIOS MULTIDISCIPLINARIOS [illegible] ESTUDIOS [illegible] AMBIENTALES Y DESARROLLO SUSTENTABLE [illegible]
- [illegible] PRÁCTICAS PROFESIONALES [illegible] ESTUDIOS MULTIDISCIPLINARIOS [illegible] ESTUDIOS [illegible] AMBIENTALES Y DESARROLLO SUSTENTABLE [illegible]
- [illegible] PRÁCTICAS PROFESIONALES [illegible] ESTUDIOS MULTIDISCIPLINARIOS [illegible] ESTUDIOS [illegible] AMBIENTALES Y DESARROLLO SUSTENTABLE [illegible] 2014
- [illegible] PRÁCTICAS PROFESIONALES [illegible] ESTUDIOS MULTIDISCIPLINARIOS [illegible] ESTUDIOS [illegible] AMBIENTALES Y DESARROLLO SUSTENTABLE [illegible]

- TECNICO PARA EL LEVANTAMIENTO DE INFORMACION EN EL AREA TURISTICA Y AMBIENTAL PARA EL PROYECTO TURISMO COMUNITARIO RED INTERVALLES EN LA PARROQUIA DE PIFO ENERO 2014.
- CAPACITADOR SECAP CURSO ANFITRION DE TURISMO COMUNITAIO ABRIL 2013.
- CAPACITADOR OPERADORA OMY EN CONTAMINACION AMBIENTAL ENERO 2011
- DOCENTE DE BIOLOGIA Y CIENCIAS NATURALES EN EL LICEO MUNICIPAL FERNANDEZ MADRID, MAYO 2012.
- FACILITADOR MODULO DE EDUCACION AMBIENTAL EN EL SINDICATO DE CHOFERES DE PICHINCHA, NOVIEMBRE 2011.
- INSTRUCTOR EN TEMAS RELACIONADOS A TURISMO Y EDUCACION AM IENTAL EN CONSULTORA AMOBIENTAL Y TURISMO SOSTENIBLE CATSO, MARZO 2011.
- DOCENTE DE CIENCIAS NATURALES ENE EL INSTITUTO TECNICO SUPERIOR CONSEJO PROVINCIAL DE PICHINCHA, 2010.
- COORDINADOR DE PROYECTOS AMBIENTALES EN EL COLEGIO FERNANDO ORTIZ CRESPO, 2010.
- DOCENTE MODULO DE FILOSOFIA DE LA EDUCACION EN LA PROVINCIA INSULAR DE GALAPAGOS, MARZO 2010
- DOCENTE DE EDUCACION AMBIENTAL Y CIENCIAS NATURALES EN EL COLEGIO FERNANDO ORTIZ CRESPO, 2009.
- ASESOR METODOLOGICO EN EL 1ER CONCURSO INTERCOLEGIAL SOBRE TEMAS ANTARTICOS CON LOS ESTUDIANTES DE BACHILLERATO DEL COLEGIO FERNANDO ORTIZ CRESPO, NOVIEMBRE 2010.
- COORDINADOR DE LA SEDE DE GALAPAGOS UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR ENERO 2005- DICIEMBRE 2009
- EXPOSITOR EN SEMINARIO "FUTURO TURISTICO DEL ECUADOR" UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR FACULTAD DE FILOSOFIA ESCUELA DE BIOLOGIA Y QUIMICA, ENERO DEL 2010.
- INSTRUCTOR II DE LOS MIEMBROS A LAS JUNTAS RECEPTORAS DEL VOTO EN EL PROCESO ELECTORAL DEL 2009.

4.- EXPERIENCIA LABORAL COMO CONSULTOR AMBIENTAL

- "ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA PERFORACION DEL POZO DE DESARROLLO PARAISO 24, CONSTRUCCION DE LA PLATAFORMA VIA DE ACCESO Y LINEA DE FLUJO CORPORACION Y ANAPANA, MARZO 2014.
- "ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA PERFORACION DEL POZO DE DESARROLLO HUACHITO 01, CONSTRUCCION DE LA PLATAFORMA, VIA DE ACCESO Y LINEA DE FLUJO CORPORACION Y YANAPANA, MARZO 2014.

- ACTUALIZACION DEL INVENTARIO FORESTAL CAMPO EDEN TIERRAS ORIENTALES CONSULTORA AMBIENTAL ENERGY GROUP FEBRERO Y MARZO 2014
- "ESTUDIO DE IMPACTO EXPOST Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL ELEMENTO FLORA PARA EL FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN DE LA BASE OPERATIVA DE BAKER HUGHES EN EL COCA". CONSULTORA AMBIENTAL ENERGY GROUP ENERO 2014".
- MONITOREO DE FLORA PROYECTO REFINERÍA DEL PACÍFICO GREEN OIL NOVIEMBRE 2013.
- LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN BIÓTICA ELEMENTO FLORA "ALCANCE A LA REEVALUACIÓN DE LOS CAMPOS VHR, SANSAHUARI Y CUYABENO NORTE" AMPLIACIÓN DE 18 NUEVOS POZOS PETROLEROS DE PETROAMAZONAS CON ENERGY GRUPO. MARZO 2013.
- AYUDANTE DE INVESTIGACIÓN EN EL LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE CAMPO PARA DIFERENTES ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL DR. CARLOS MORALES - BOTÁNICO ENERO 2007 – DICIEMBRE 2011.
- FEBRERO 2009 – ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA SÍSMICA DEL LITORAL ECUATORIANO.
- 2008 - 2010 ASISTENTE TÉCNICO PARA EL LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DEL COMPONENTE - FLORA DE LOS SIGUIENTES PROYECTOS:

a) ALCANCE AL DIAGNOSTICO Y ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DEL ÁREA LAGO AGRIO PARA RENOVACIÓN DEL OLEODUCTO DE 6" DESDE LA ESTACIÓN GUANTA HASTA EL EMPATE CON LA LÍNEA DE CUYABENO.

b) ALCANCE A LA REEVALUACIÓN DEL DIAGNOSTICO Y ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE MANO AMBIENTAL DEL ÁREA AUCA PARA LA RENOVACIÓN DEL OLEODUCTO DE 12" CONONACO-AUCA.

c) EIA Y PLAN DE MANEJO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE DEL OLEODUCTO DE 12" PROVENIENTE DEL CUYABENO EN EL SECTOR DE AGUAS NEGRAS.

d) ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE DEL OLEODUCTO DE 16" SHUSHUFINDI – PROYECTO EN EL SECTOR DE INGRESO A LA CIUDAD CON UNA LONGITUD APROXIMADA DE 7KM.

6.- CARGOS DESEMPEÑADOS

DOCENTE UTC

FISCALIZADOR AMBIENTAL

CONSULTOR AMBIENTAL

TUTOR VIRTUAL

COORDINADOR EDUCACION A DISTANCIA

7.- CURSOS DE CAPACITACION

- PRIMER SIMPOSIO NACIONAL PARA LA GESTION DEL CONFLICTO GENTE-FAUNA SILVESTRE Y TRÁFICO DE VIDA SILVESTRE, 24 DE SEPTIEMBRE DEL 2014.
- VII FORO REGIONAL SOBRE TRANSFORMACION DE CONFLICTOS SOCIO AMBIENTALES AMERICA LATINA, 16 Y 17 DE SEPTIEMBRE DEL 2014.
- CHARLAS ESPECIALIZADAS SOBRE EL AMBIENTE FUNDACION HERPETOLOGICA GUSTAVO ORCES 13 DE JUNIO 2013.
- TALLER METODOLOGIA DE DISEÑO CURRICULAR POR COMPETENCIAS LABORALES SETEC 14 DE NOVIEMBRE 2012
- FORO HACIA UNA CIUDAD SUSTENTABLE: INFRAESTRUCTURA ECOLOGICA Y RECUPERACION DE QUEBRADAS EMAP DEL 06 AL 07 DE AGOSTO 2012.
- CURSO DE RELACIONES HUMANAS MINISTERIO DE RELACIONES LABORALES FEBRERO 2012
- CURSO DE LEGISLACION EDUCATIVA INSTITUTO TECNICO SUPERIOR CONSEJO PROVINCIAL DE PICHINCHA SEPTIEMBRE DEL 2011.
- CURSO SOBRE INFORMATICA APLICADA A LA EDUCACION PROYECTOS DE AULA I MUNICIPIO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO SECRETARIA DE EDUCACION FEBRERO 2011
- TALLER "EXAMEN SER PARA DOCENTES" UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO (IDEA) INSTITUTO DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE, QUITO ENERO 2010.
- SEMINARIO INTRODUCCIO A LA ENTOMOLOGIA ESCUELA DE BIOLOGIA, FACULTAD DE FILOSOFIA UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR 2005.
- SEMINARIO EXPERIENCIAS DE ECOTURISMO EN EL ECUADOR ESCUELA DE BIOLOGIA FACULTAD DE FILOSOFIA UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR QUITO 2004.

- SEMINARIO DE TECNICAS DE EVALUACION DE FLORA Y FAUA SILVESTRE ESCUELA DE BIOLOGIA, FAACULTAD DE FILOSOFIA UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR QUITO 2013.
- SEMINARIO FORMADOR DE FORMADORES FUNDACION OMY 13 AL 21DE ENERO DEL 2012.
- SEMINARIO ECUADOR EN LA ANTARTIDA HISTORIA PERSPECTIVA Y PROYECCIONES HOTEL QUITO DEL 15 AL 18 DE NOVIEMBRE.
- IV ENCUENTRO AMBIENTAL: ECUADOR ESTRATEGIAS HACIA LA SUSTENTABILIDAD. UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR FACULTAD DE INGENIERIA MINAS PETROLEOS Y AMBIENTAL. QUITO JUNIO 2010.

8.- REFERENCIAS PERSONALES

DR CARLOS MORALES

FUNCIONARIO DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE

0992631477

DR IVAN MURILLO

DOCENTE DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

Lcdo. JAIME RENÉ LEMA PILLALAZA. Mg.
C.C. 171 3759932

Anexo 3. Hoja de Vida

CURRICULUM VITAE

1. DATOS INFORMATIVOS

1.1 Nombres : Rosa del Pilar

1.2 Apellidos : Hernández Paredes

1.3 Estado Civil : Casada

1.4 Cédula de ciudadanía : 160057718-1

1.5 Fecha de nacimiento : 27 de Febrero 1990

1.6 Edad : 28 Años

1.7 Dirección domiciliaria : Barrió Santa Rita

1.8 Teléfono : 0984167110 y 510 - 6500

1.9 Mail : rosa_hernandez990@hotmail.com

2. ESTUDIOS REALIZADOS

2.1 Instrucción primaria : Escuela "Fray Álvaro Valladares"

2.2 Instrucción Secundaria : Colegio "San Vicente Ferrer"

2.3 Instrucción Superior : Universidad Técnica de Cotopaxi

CURRICULUM VITAE

1. DATOS PERSONALES

1.1 Nombre: [illegible]

1.2 Apellidos: [illegible]

1.3 Fecha de nacimiento: [illegible]

1.4 Edad: [illegible]

1.5 Lugar de nacimiento: [illegible]

1.6 Sexo: [illegible]

1.7 Nacionalidad española: [illegible]

1.8 Teléfono: [illegible]

1.9 Mail: [illegible]

2. FORMACIÓN ACADÉMICA

2.1 Titulación y centro: [illegible]

2.2 Institución, [illegible]

2.3 Duración del [illegible]

3. TITULOS Y CERTIFICADOS OBTENIDOS

3.1 Título de bachiller especialidad Químico Biólogo

3.2 Egresada de la Carrera de Ingeniería en medio Ambiente de la Universidad Técnica de Cotopaxi

3.3 Certificado de la Suficiencia en el Idioma Ingles

4. PRACTICAS PRE-PROFESIONALES

4.1 GAD Municipal del Cantón Mejía- Machachi

4.2 Laboratorio de Calidad de Aire – Universidad Técnica de Cotopaxi

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por la Srta. Hernandez Paredes Rosa del Pilar, Egresada de la Carrera de **INGENIERIA EN MEDIO AMBIENTE** de la Facultad De Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales cuyo título versa **"IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS DE IMPORTANCIA HÍDRICA EN EL PISO BIOCLIMÁTICO (BsMnO3) DE 2000 A 3100 msnm, DENTRO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "RECUPERACIÓN DE GERMOPLASMA DE ESPECIES VEGETALES DE LA ZONA NOR-OCCIDENTAL" EN LA PARROQUIA EL TINGO, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI, 2018."**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, 16 de Agosto del 2018

Atentamente,

Lcdo. Collaguazo Vega Wilmer Patricio Mg.
C.C. 172241757-1
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS

CENTRO DE IDIOMAS