



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

## **FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**

### **CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

#### **“DISEÑO DE MEDIDAS DE CONSERVACIÓN PARA LAS ZONAS DE RECARGA HÍDRICA POTENCIAL EN LOS ECOSISTEMAS FRÁGILES DE LA PARROQUIA CEBADAS, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto de investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO FORESTAL**

**AUTOR: NÉSTOR FREDDY SÁNCHEZ CHACAGUASAY**

**DIRECTORA: Ing. NORMA XIMENA LARA VASCONEZ. MsC**

Riobamba - Ecuador

2021

© 2021, Néstor Freddy Sánchez Chacaguasay

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Néstor Freddy Sánchez Chacaguasay, declaro que el presente trabajo de integración curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de integración curricular: el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba 09 de junio del 2021

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Sánchez N', with a large, stylized 'N' and a horizontal line underneath.

**Néstor Freddy Sánchez Chacaguasay**

**060497224-0**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

El Tribunal del trabajo de Integración Curricular certifica que: El trabajo de Integración Curricular: Tipo: Proyecto de Investigación, **“DISEÑO DE MEDIDAS DE CONSERVACIÓN PARA LAS ZONAS DE RECARGA HÍDRICA POTENCIAL EN LOS ECOSISTEMAS FRÁGILES DE LA PARROQUIA CEBADAS, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**, realizado por el señor: **NÉSTOR FREDDY SÁNCHEZ CHACAGUASAY**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

**FIRMA**

**FECHA**

Ing. Vilma Fernanda Noboa Silva

Firmado digitalmente por  
VILMA FERNANDA NOBOA  
SILVA  
NOBOA SILVA  
Fecha: 2021.06.17 09:11:51  
-05'00'

2021-06-09

**PRESIDENTA DEL TRIBUNAL**

Ing. Norma Ximena Lara Vásconez



Firmado digitalmente por:  
NORMA XIMENA  
LARA VASCONEZ

**DIRECTORA DEL TRABAJO DE**

2021-06-09

**INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Ing. Jonny Israel Guaiña Yungán



Firmado digitalmente por:  
JONNY ISRAEL  
GUAINA YUNGAN

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

2021-06-09

## **DEDICATORIA**

En primer lugar, a Dios por haber guiado cada uno de mis pasos para lograr el objetivo planteado desde el primer día de clases en esta noble Institución, por el valor depositado en mi ante las adversidades superadas en el trayecto de una digna carrera universitaria. El presente trabajo de Integración Curricular también se lo dedico a mis padres Mario Sánchez y Susana Chacaguasay, por el apoyo incondicional en cada momento de mi vida, unos padres ejemplares que nunca descuidaron mis necesidades, aún, sobre las que ellos tenían. Por darme sus bendiciones con lágrimas en sus ojos cuando partía de casa. Dedico el presente trabajo a mis Hermanos y Hermanas por el apoyo moral e incondicional en los momentos más difíciles, en los momentos de soledad, sus palabras de aliento me decían seguir adelante. A mi Esposa, por haber llegado a ser un pilar fundamental para lograr mi formación profesional, por su apoyo, carisma y comprensión. A mis hijas para que me miren como un ejemplo a seguir. Siempre dije que lo lograré para que ellas sigan mis pasos en el ámbito académico.

**Néstor**

## **AGRADECIMIENTO**

El más sincero agradecimiento a mis padres por el apoyo incondicional, por los sanos consejos en mí inculcados, que siempre los he tenido presente y fueron el motivo para terminar mi carrera profesional. A mis hermanos, por las reflexiones impartidas que me encaminaron a seguir una carrera universitaria que hoy estoy haciendo realidad. A mi esposa, por la comprensión y la confianza depositada en mí y por ser un pilar fundamental para seguir adelante.

A la Ingeniera Norma Ximena Lara y al Ingeniero Jonny Israel Guañía, por impartir sus conocimientos, por guiarme en el proceso de mi trabajo de integración curricular, por cada observación realizada que han ido construyendo y forjando mi perfil profesional.

Al Ingeniero Diego Francisco Cushquicullma, por haberme permitido realizar mi trabajo de integración curricular en su proyecto de investigación, por su constante asesoramiento en las distintas metodologías empleadas para el cumplimiento de mi proyecto.

A mis amigos y compañeros por haber compartido buenos y malos momentos durante la etapa académica, A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por haberme abierto sus puertas para poder estudiar y obtener un título de tercer nivel.

**Néstor**

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xv
RESUMEN. ....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN .....	1
PROBLEMÁTICA.....	4
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
ANTECEDENTES .....	5
IMPORTANCIA .....	6
JUSTIFICACIÓN .....	7
OBJETIVOS.....	8
OBJETIVO GENERAL .....	8
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	8
HIPÓTESIS.....	9
HIPÓTESIS NULA.....	9
HIPÓTESIS ALTERNATIVA.....	9
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....</b>	<b>10</b>
<b>1.1. Recarga hídrica.....</b>	<b>10</b>
<b>1.1.1. Zonas de recarga hídrica.....</b>	<b>10</b>
<b>1.1.1.1. Zonas de recarga hídrica superficial .....</b>	<b>11</b>

1.1.1.2. Zonas de recarga hídrica subsuperficial .....	11
1.1.1.3. Zonas de recarga hídrica subterránea .....	11
1.1.1.4. Zonas de recarga hídrica sobterránea .....	12
<b>1.2. Métodos para determinar la recarga hídrica .....</b>	<b>12</b>
<b>1.3. Páramo: Ecosistema frágil y estratégico .....</b>	<b>12</b>
1.3.1. Servicio ecosistémico de regulación.....	13
1.3.2. Precipitación.....	14
1.3.3. Infiltración .....	14
1.3.4. Escorrentía .....	15
1.3.5. Evapotranspiración .....	15
1.3.6. Acuíferos.....	15
1.3.7. Clasificación de los acuíferos.....	16
1.3.7.1. Acuíferos libres .....	16
1.3.7.2. Acuíferos confinados.....	16
1.3.7.3. Acuíferos semiconfinados.....	16
<b>1.4. Identificación de zonas de recarga hídrica con la aplicación de Sistemas de Información Geográfica .....</b>	<b>17</b>
1.4.1. Conversión de polígono a ráster.....	17
1.4.2. Reclasificación por rango de valores .....	18
1.4.3. Superposición Ponderada – Weighted Overlay.....	18
<b>1.5. Plataforma WorldClim .....</b>	<b>18</b>
<b>1.6. Evaluación multicriterio .....</b>	<b>19</b>
<b>1.7. Marco Lógico .....</b>	<b>19</b>
<b>1.8. Marco legal.....</b>	<b>20</b>
1.8.1. Constitución del Ecuador.....	20
1.8.2. Código orgánico ambiental.....	21
1.8.3. Ministerio del ambiente y agua .....	21



## CAPÍTULO II

<b>2. MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>22</b>
<b>2.1. Caracterización de la zona de estudio .....</b>	<b>22</b>
<i>2.1.1. Geología.....</i>	<i>24</i>
<i>2.1.2. Relieve .....</i>	<i>24</i>
<i>2.1.3. Climatología .....</i>	<i>25</i>
<i>2.1.3.1. Temperatura.....</i>	<i>25</i>
<i>2.1.3.2. Precipitación.....</i>	<i>25</i>
<b>2.1.4. Principales amenazas de los sistemas hídricos de la Parroquia Cebadas .....</b>	<b>26</b>
<i>2.1.4.1. Conflictos de Uso del Suelo y Páramo .....</i>	<i>26</i>
<i>2.1.4.2. Conflictos de Uso del agua .....</i>	<i>26</i>
<b>2.2. Equipos y materiales .....</b>	<b>26</b>
<i>2.2.1. Equipos.....</i>	<i>26</i>
<i>2.2.2. Materiales .....</i>	<i>26</i>
<b>2.3. Metodología de Estudio.....</b>	<b>27</b>
<i>2.3.1. Preparación de las capas temáticas para determinar las zonas con alto potencial de recarga hídrica .....</i>	<i>27</i>
<i>2.3.2. Análisis multicriterio .....</i>	<i>29</i>
<b>2.4. Recarga potencial al acuífero .....</b>	<b>30</b>
<b>2.4.1. Balance de suelos .....</b>	<b>30</b>
<i>2.4.1.1. Fracción de lluvia interceptada por el follaje .....</i>	<i>30</i>
<i>2.4.1.2. Infiltración. ....</i>	<i>31</i>
<i>2.4.1.3. Infiltración mensual .....</i>	<i>33</i>
<i>2.4.1.4. Escorrentía superficial.....</i>	<i>33</i>
<i>2.4.1.5. Evapotranspiración potencial (ETP).....</i>	<i>33</i>
<b>2.4.2. Recarga al acuífero con la metodología de Schosinsky (2006) .....</b>	<b>35</b>
<i>2.4.2.1. Coeficiente I (C1) .....</i>	<i>35</i>

2.4.2.2. Coeficiente 2 (C2) .....	36
2.4.2.3. Evapotranspiración potencial real (ETPR).....	36
2.4.2.4. Humedad disponible (HD) .....	36
2.4.2.5. Evapotranspiración Real (ETR).....	37
2.4.2.6. Humedad final (Hsf).....	37
<b>2.4.3. Cálculo de recarga potencial al acuífero .....</b>	<b>38</b>
<b>2.5. Recarga potencial anual.....</b>	<b>38</b>
<b>2.6. Densidad Aparente del suelo.....</b>	<b>38</b>
<b>2.7. Profundidad efectiva .....</b>	<b>39</b>
<b>2.8. Punto de marchitez permanente y Capacidad de campo.....</b>	<b>39</b>
<b>2.9. Identificar amenazas y vulnerabilidades en zonas con alto potencial de recarga hídrica .....</b>	<b>39</b>
<b>2.9.1. Criterio de riesgos por deslizamiento .....</b>	<b>40</b>
2.9.1.1. Factor cobertura vegetal.....	40
2.9.1.2. Factor pendiente .....	42
2.9.1.3. Factor precipitación.....	43
2.9.1.4. Obtención del mapa de amenazas por deslizamiento .....	44
<b>2.9.2. Criterio de riesgos por erosión .....</b>	<b>45</b>
2.9.2.1. Textura del suelo .....	45
2.9.2.2. Erosión por pendiente .....	47
2.9.2.3. Obtención del mapa de amenazas por erosión hídrica.....	48
<b>2.9.3. Criterio de riesgos por intervención antrópica .....</b>	<b>49</b>
<b>2.9.4. Metodología para determinar la vulnerabilidad .....</b>	<b>49</b>
2.9.4.1. Vulnerabilidad en las zonas de deslizamiento .....	50
2.9.4.2. Vulnerabilidad por erosión hídrica.....	51
2.9.4.3. Vulnerabilidad en las zonas de intervención antrópica.....	51
<b>2.10. Diseño de medidas de manejo y conservación en zonas con alto potencial de recarga hídrica .....</b>	<b>52</b>
<b>2.10.1. Análisis de involucrados.....</b>	<b>53</b>

2.10.2. <i>Análisis de problemas</i> .....	53
2.10.3. <i>Análisis de objetivos</i> .....	54
2.10.4. <i>Identificación de las alternativas</i> .....	54
2.11. <b>Matriz de Marco Lógico</b> .....	55
2.11.1. <i>Columnas</i> .....	55
2.11.2. <i>Filas</i> .....	56

### CAPÍTULO III

<b>3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS</b> .....	<b>58</b>
<b>3.1. Resultados</b> .....	<b>58</b>
3.1.1. <i>Zonas con muy alto potencial de recarga hídrica</i> .....	58
3.1.2. <i>Cálculo de la precipitación en las zonas con muy alto potencial de recarga hídrica</i> ..	59
3.1.3. <i>Corrección de la Evapotranspiración en las zonas con muy alto potencial de recarga hídrica</i> .....	60
3.1.4. <i>Recarga al acuífero</i> .....	61
<b>3.2. Resultados del objetivo específico N° 2</b> .....	<b>64</b>
3.2.1. <i>Identificación de amenazas por deslizamiento</i> .....	64
3.2.2. <i>Identificación de amenazas por erosión</i> .....	66
3.2.3. <i>Identificación de amenazas por intervención antrópica</i> .....	67
3.2.4. <i>Identificación de Vulnerabilidad por deslizamiento</i> .....	69
3.2.5. <i>Identificación de vulnerabilidad por erosión</i> .....	71
3.2.6. <i>Identificación de vulnerabilidad por intervención antrópica</i> .....	72
<b>3.3. Resultados del objetivo específico N° 3</b> .....	<b>73</b>
3.3.1. <i>Análisis árbol de problemas</i> .....	73
3.3.2. <i>Actores involucrados</i> .....	74
3.3.3. <i>Análisis de Objetivos y alternativas</i> .....	77
3.3.3.1. <i>Alternativas</i> .....	78
<b>3.4. Matriz de Marco Lógico</b> .....	<b>79</b>

<b>3.5.</b>	<b>Programa de Mecanismos de Compensación .....</b>	<b>82</b>
3.5.1.	<i>Proyecto de implementación de un sistema silvopastoril en el 50% del área afectada.....</i>	<i>82</i>
3.5.2.	<i>Proyecto de aplicación de abono orgánico en las zonas afectadas para prevenir la erosión .....</i>	<i>84</i>
<b>3.6.</b>	<b>Programa de Asistencia Técnica dirigida y Formación Ambiental Integral.....</b>	<b>85</b>
3.6.1.	<i>Proyecto de capacitación técnica a la población sobre los beneficios que proporciona el medio ambiente.....</i>	<i>85</i>
3.6.2.	<i>Proyecto de Asistencia técnica para que la población adopte una eficiente administración del agua.....</i>	<i>86</i>
<b>3.7.</b>	<b>Programa de Restauración de la cobertura vegetal.....</b>	<b>87</b>
3.7.1.	<i>Proyecto de Restauración de la Cobertura Vegetal .....</i>	<i>87</i>
<b>3.8.</b>	<b>Discusión .....</b>	<b>88</b>
3.8.1.	<i>Recarga al acuífero .....</i>	<i>88</i>
3.8.2.	<i>Amenazas y Vulnerabilidades .....</i>	<i>89</i>
3.8.3.	<i>Medidas de manejo y conservación.....</i>	<i>93</i>
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>95</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>96</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-2:</b>	Escala de valorización entre dos parámetros .....	<b>29</b>
<b>Tabla 2-2:</b>	Infiltración básica según tipo de suelo .....	<b>31</b>
<b>Tabla 3-2:</b>	Componentes del coeficiente de infiltración .....	<b>32</b>
<b>Tabla 4-2:</b>	Punto de marchitez permanente y capacidad de campo .....	<b>39</b>
<b>Tabla 5-2:</b>	Ponderación del factor cobertura vegetal .....	<b>41</b>
<b>Tabla 6-2:</b>	Ponderación del factor pendiente para deslizamientos .....	<b>42</b>
<b>Tabla 7-2:</b>	Ponderación del factor precipitación.....	<b>43</b>
<b>Tabla 8-2:</b>	Ponderación de la textura del suelo.....	<b>46</b>
<b>Tabla 9-2:</b>	Ponderación del factor pendiente para la erosión .....	<b>47</b>
<b>Tabla 10-2:</b>	Ponderación de amenaza antrópica .....	<b>49</b>
<b>Tabla 11-2:</b>	Variables y zonas de influencia.....	<b>50</b>
<b>Tabla 1-3:</b>	Balance hídrico de la recarga potencial al acuífero .....	<b>62</b>
<b>Tabla 2-3:</b>	Cálculo de la Recarga potencial .....	<b>63</b>
<b>Tabla 3-3:</b>	Área de amenaza por deslizamiento.....	<b>64</b>
<b>Tabla 4-3:</b>	Área de amenaza por erosión hídrica .....	<b>66</b>
<b>Tabla 5-3:</b>	Área de amenaza por intervención antrópica .....	<b>68</b>
<b>Tabla 6-3:</b>	Análisis de involucrados .....	<b>74</b>
<b>Tabla 7-3:</b>	Determinación de alternativas.....	<b>78</b>
<b>Tabla 8-3:</b>	Matriz de Marco Lógico .....	<b>79</b>
<b>Tabla 9-3:</b>	Costos por actividad a desarrollarse del proyecto silvopastoril .....	<b>83</b>
<b>Tabla 10-3:</b>	Costo por actividad a desarrollarse, proyecto de abono orgánico.....	<b>84</b>
<b>Tabla 11-3:</b>	Costo por actividad a desarrollarse, proyecto de capacitación técnica .....	<b>85</b>
<b>Tabla 12-3:</b>	Costo por actividad a desarrollarse, proyecto de asistencia técnica.....	<b>86</b>
<b>Tabla 13-3:</b>	Costo por actividad a desarrollarse, reforestación.....	<b>87</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-2.</b>	Ubicación geográfica de la zona de estudio .....	23
<b>Figura 2-2.</b>	Mapa de cobertura vegetal reclasificado .....	41
<b>Figura 3-2.</b>	Mapa de pendiente reclasificado para deslizamientos.....	42
<b>Figura 4-2.</b>	Mapa de precipitación reclasificado .....	44
<b>Figura 5-2.</b>	Mapa de textura de suelo reclasificado .....	46
<b>Figura 6-2.</b>	Mapa de pendiente reclasificado para erosión .....	48
<b>Figura 1-3.</b>	Mapa de zonas con muy alto potencial de recarga hídrica .....	59
<b>Figura 2-3.</b>	Mapa de precipitación anual .....	60
<b>Figura 3-3.</b>	Mapa de evapotranspiración anual.....	61
<b>Figura 4-3.</b>	Mapa de amenazas por deslizamiento.....	64
<b>Figura 5-3.</b>	Mapa de amenazas por erosión .....	66
<b>Figura 6-3.</b>	Mapa de amenazas por intervención antrópica .....	68
<b>Figura 7-3.</b>	Mapa de vulnerabilidad por deslizamiento .....	70
<b>Figura 8-3.</b>	Mapa de vulnerabilidad por erosión.....	71
<b>Figura 9-3.</b>	Mapa de vulnerabilidad por intervención antrópica .....	72

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-2:</b>	Diagrama de flujo para determinar las zonas de recarga hídrica .....	27
<b>Gráfico 1-3:</b>	Árbol de problemas en las zonas de alto potencial de recarga hídrica.....	73
<b>Gráfico 2-3:</b>	Árbol de Objetivos.....	77

## ÍNDICE DE ANEXOS

**ANEXO A:** Índice térmico mensual en las zonas con muy alto potencial de recarga hídrica

**ANEXO B:** Precipitación mensual en las zonas con muy alto potencial de recarga hídrica

**ANEXO C:** Temperatura mensual en las zonas con muy alto potencial de recarga hídrica

**ANEXO D:** Evapotranspiración potencial mensual en las zonas con muy alto potencial de recarga hídrica

**ANEXO E:** Índice térmico anual en las zonas con muy alto potencial de recarga hídrica

**ANEXO F:** Exponente (a) de las zonas con muy alto potencial de recarga hídrica

**ANEXO G:** Puntos de muestreo en las zonas con muy alto potencial de recarga hídrica



## RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo diseñar medidas de conservación para las zonas de recarga hídrica potencial en los ecosistemas frágiles de la parroquia Cebadas, que cubre una superficie de 24177 hectáreas, estas áreas son la principal fuente de almacenamiento de agua que se da mediante el proceso de infiltración hacia los acuíferos, estos sectores presentan serias amenazas por la constante conversión de uso del suelo de vegetación nativa hacia áreas destinadas a agricultura y plantaciones forestales. Para calcular la recarga hídrica se usó la metodología del balance hídrico de suelos propuesto por Gunther Schosinsky (2006), con datos de lluvia y temperatura de la plataforma WorldClim 2.1, y el análisis de suelo in situ. Para la identificación de amenazas se realizó el análisis multicriterio mediante capas ráster y vectoriales de cobertura vegetal, precipitación, pendiente, textura del suelo y cobertura y uso de la tierra que fueron procesadas en el software ArcGis 10.8. Para el diseño de medidas se empleó la metodología Matriz de Marco Lógico partiendo de una línea base. Los resultados indican que la recarga potencial anual alcanza los 136211317,1 metros cúbicos de agua, se identificaron dos amenazas con categoría alta: las áreas susceptibles a deslizamientos de tierra se ubican al sureste y corresponden a 6639,542 hectáreas, el avance de la frontera agrícola está acentuado al suroeste de la Parroquia con una extensión de 2262,724 hectáreas, las medidas propuestas para la preservación del entorno natural son la implementación de incentivos ambientales, educación ambiental y reforestación, concluyendo que si la dinámica de cambio de uso de suelo continua, los servicios ecosistémicos de abastecimiento de zonas de recarga hídrica se encuentran comprometidos a mediano y largo plazo. En futuros estudios se recomienda utilizar datos climáticos de estaciones meteorológicas para determinar la variación de resultados con la metodología empleada.

**Palabras clave:** <RECARGA HÍDRICA>, <DESLIZAMIENTOS>, <ACUÍFEROS>, <FRONTERA AGRÍCOLA>, <AMENAZAS ANTRÓPICAS>, < WORLDCLIM 2.1>, <SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA>, < ANÁLISIS MULTICRITERIO> CEBADAS (PARROQUIA)

LUIS  
ALBERTO  
CAMINOS  
VARGAS

Firmado digitalmente por  
LUIS ALBERTO CAMINOS  
VARGAS  
Nombre de reconocimiento  
(DN): cn=LUIS ALBERTO CAMINOS  
VARGAS, email=LUIS ALBERTO CAMINOS  
VARGAS  
Fecha: 2021.07.21 10:33:51  
-05'00'



1427-DBRA-UTP-2021

## ABSTRACT

This research aimed to design conservation measures for recharge zones water potential in the fragile ecosystems of the Cebadas town, which covers an area of 24,177 hectares. These areas are the main source of water storage that occurs through infiltration process into the aquifers. These sectors present serious threats due to the constant conversion of land use from native vegetation to areas destined for agriculture and plantations forestry. The soil water balance methodology proposed by Schosinsky was used to calculate the water recharge including rainfall and temperature data from the platform WorldClim 2.1, and in situ soil analysis. The analysis multicriteria was conducted to identify threats using raster and vector layers of vegetation cover, precipitation, slope; soil texture and land cover and use that were processed in ArcGis 10.8 software. The Logical Framework Matrix methodology starting from a baseline was used to design measures. The results indicated that the annual potential recharge reaches 136211317.1 cubic meters of water, two high-category threats were identified: areas susceptible to landslides of landare located to the southeast and correspond to 6,639,542 hectares. The advance of the agricultural frontier was accentuated to the southwest of the town with an area of 2262,724 hectares. The measures proposals for the preservation of the natural environment were the implementation of environmental incentives, environmental education, and reforestation. I was concluded that if the dynamics of land use change continually, the ecosystem services supplying water recharge zones were found committed to the medium and long term. In future studies, it was recommended to use climatic data of meteorological stations to determine the variation of results with the methodology used.

**Keywords:** <WATER RECHARGE>, <SLIPPINGS>, <AQUIFERS>, <AGRICULTURAL BORDER>, <ANTHROPIC THREATS>, <WORLDCLIM 2.1>, <GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS>, <MULTI-CRITERIA ANALYSIS>, CEBADAS (TOWN)

Translated by:

 Firmado digitalmente  
por DENNYS VLADIMIR  
TENELANDA LOPEZ  
Fecha: 2021.08.02  
13:23:32 -05'00'

Riobamba, August 2, 2021

Mgs. Dennys Tenelanda López

**PROFESSOR OF EFL**

## INTRODUCCIÓN

En la parroquia Cebadas la disminución de las fuentes de recarga hídrica y la contaminación de los ríos origina un descenso en la cantidad y calidad del recurso hídrico, esta situación está siendo causada por actividades antrópicas, a través de sus actividades agrarias y pecuarias en el herbazal de páramo, incendios en la cobertura vegetal natural para la introducción de especies exóticas (Jaramillo Loayza y Merchán Rosero, 2018: p.2).

Los páramos son ecosistemas frágiles dominados por una vegetación herbácea y arbustiva; se ubican sobre los 3.000 y 5.000 msnm (entre el bosque cerrado y nieves perpetuas) a lo largo de los Andes húmedos entre Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela, con extensiones hasta Costa Rica y Panamá (Hofstede et al., 2014; citados en Lozano, Armas y Machado, 2016: p.56).

Los ecosistemas frágiles como el páramo son muy importantes, cumplen con funciones trascendentales como regular las zonas de recarga hídrica, estos recursos de forma directa o indirecta benefician a la población que se encuentran en la parte alta, media y baja de una cuenca hidrográfica (Guerra Amán, 2019, p.1).

En la parroquia Cebadas se encuentra una importante reserva de agua dulce por la presencia del páramo un ecosistema frágil, debido a su capacidad de mantener la humedad y regular la temperatura ambiental son características propias para generar y almacenar fuentes de agua. Esta realidad podemos evidenciar mediante la dotación de agua para los sistemas de riego a nivel Parroquial, Cantonal y Provincial (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Cebadas, 2015, p.29).

Las zonas de almacenamiento de agua son áreas que tienen la capacidad para la infiltración de una forma natural, del agua procedente de la lluvia o del escurrimiento en la superficie, este proceso permite la recarga de los acuíferos los mismos que tienen un desplazamiento subterráneo horizontal llegando a desembocar en distintas Cuencas hidrográficas (Hiza Sánchez, 2019, p.11).

La determinación de las zonas de recarga hídrica es imprescindible para mantener el equilibrio ecológico del lugar, la alteración del ciclo hidrológico trae consecuencias que hoy evidenciamos en el ámbito local y mundial. La falta de abastecimiento de agua a los acuíferos impide el almacenamiento de agua en las zonas de recarga. También el proceso de escorrentía y la

evaporación de agua de la litosfera son imposibilitados por la inexistencia de zonas de saturación, factor que modifica la cantidad de agua que precipitará (Barreno Colindres, 2016).

El recurso hídrico es fundamental, indispensable en todos los ecosistemas incluso para el desarrollo de la biodiversidad de forma especial del ser humano es un factor clave. Con el transcurso del tiempo los asentamientos humanos han tomado como prioridad la existencia de fuentes de agua para poder desarrollar sus actividades. Hace varias generaciones servicios como el teléfono móvil, televisores, luz eléctrica, medios de transporte mecanizados no eran indispensables como son hoy en día. Pero la existencia de agua ha sido, es y será un servicio fundamental para el desarrollo y existencia de todos los seres vivos que habitan la Tierra (Vallejo Ilijama et al., 2019: p.268).

Martínez y Villalejo definen al recurso hídrico de la siguiente manera:

*El agua, como recurso vital para la vida y el desarrollo de cualquier país, debe ser administrada en beneficio de toda la población, lo cual implica asumir responsabilidades relacionadas con su contabilización, conservación y control de uso adecuado, así como reglamentar la asignación de derechos de uso del agua. La gestión del agua tiene que ver con la forma como se administra este recurso natural. Hay que tener en cuenta que si hay o habrá una crisis del agua también habrá una crisis del desarrollo (Martínez Valdés y Villalejo García, 2018: p.59).*

Hoy en día, en el planeta existe una competencia por los servicios múltiples del agua, debido al aumento demográfico, a la demanda energética y agraria. En los países subdesarrollados son ineficientes las políticas nacionales de desarrollo de los recursos hídricos y faltan legislaciones de aguas que procuren crear nuevas normas institucionales para la administración del agua (Martínez Valdés y Villalejo García, 2018: p.59).

Para la ejecución de cualquier tipo de trabajos o programas en la actualidad es necesario presentar información técnica sobre el recurso hídrico por ser un servicio ecosistémico potencialmente renovable y vulnerable que garantiza un entorno de calidad. El abastecimiento de agua es uno de los problemas más críticos en la actualidad, para las áreas de salud pública, dificultando el desarrollo económico, y ambiente sano, por lo que las Instituciones pertinentes deben poner énfasis en solucionar estos desafíos (Herrera Jiménez, 2017, p.1).

Los registros de agua subterránea según La Secretaría del Agua son los siguientes:

*La disponibilidad promedio de recursos hídricos subterráneos a nivel nacional es de 56.556 hm<sup>3</sup>, de este total 15.136 hm<sup>3</sup> corresponde a la región Litoral, 8.381 hm<sup>3</sup> a la región Interandina y 33.037 hm<sup>3</sup> a la región Amazónica. Haciendo referencia a las demarcaciones hidrográficas, Napo mantiene el valor promedio más alto de disponibilidad de recursos hídricos subterráneos con 20.893 hm<sup>3</sup>, es decir el 37%; mientras que en el otro extremo se encuentra Puyango-Catamayo, que tiene la menor disponibilidad promedio, con 772 hm<sup>3</sup>, representando el 1.4% del total disponible. (Secretaría del Agua, 2019, p.36).*

En las comunidades adjudicadas al Territorio Hídrico de Cebadas THC existe 80,01 l/s para agua de consumo humano y 1.026,96 l/s destinado para el riego; de acuerdo a los datos proporcionados por la SENAGUA-2012 la suma de concesiones para el agua de consumo humano es de 53,30 l/s y para riego 737,27 l/s; la diferencia que existe entre dichos valores se debe a que en los últimos dos años se han otorgado concesiones a los directorios de Millmahuanchi, Cooperativa Ichubamba Yasepán y sentencias individuales (Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Chimborazo, 2013, p.57).

La presente investigación basada en revisión bibliográfica se realiza con una metodología muy confiable y muy utilizada hoy en día, para determinar las zonas de recarga hídrica y su recarga potencial anual, contando con el apoyo del Proyecto DIMATEZ “*Diseño e implementación de un sistema de monitoreo ambiental por Teledetección en zonas con alto Potencial de Recarga Hídrica en el margen oriental de la Subcuenca del Río Chambo*” para las correspondientes pruebas de laboratorio.

Para determinar las zonas de recarga hídrica se utiliza la metodología del Balance hídrico de suelos de Gunther Schosinsky 2006, para determinar amenazas y vulnerabilidades con la metodología de análisis multicriterio y la determinación de medidas de manejo y conservación mediante la Metodología del Marco Lógico MML.

Con la presente investigación se busca soluciones para controlar el deterioro de los ecosistemas frágiles de esta manera proteger las zonas de recarga hídrica que son fuentes de almacenamiento y distribución de agua, con la propuesta de medidas de manejo, conservación y concientización para el beneficio de la población.

## **PROBLEMÁTICA**

Disminución de caudales de las zonas de recarga hídrica, debido al avance de la frontera agrícola en el ecosistema herbazal de páramo y destrucción de la cobertura vegetal natural en zonas cercanas a las vertientes de agua. Alteraciones de las estaciones de invierno y verano, con fuertes precipitaciones en períodos cortos (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Cebadas, 2015, p.265).

La Parroquia Cebadas no cuenta con orgánico funcional, que norme e identifique las funciones, responsabilidades y procesos al interior de las diferentes unidades administrativas y técnicas del GAD, que permita el logro de objetivos y metas de la institución, en función de sus Competencias exclusivas y concurrentes (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Cebadas, 2015, p.268).

El gobierno provincial menciona a los recursos vulnerables de la siguiente manera:

*En Chimborazo los recursos más vulnerables son la flora, la fauna, el agua, el suelo, el aire y en vulnerabilidad secundaria se encuentra la energía hidráulica. La flora endémica se encuentra representada por páramos, bosques nublados y arbustales secos y húmedos, los que en extensión se encuentran altamente fragmentados y por consiguiente degradados. La fauna, íntimamente vinculada a la flora, ha decrecido en los últimos años por la presión ejercida con la destrucción de su hábitat natural; el agua, suelo y aire se encuentran contaminados principalmente por las actividades agropecuarias, por el uso de pesticidas y la extracción minera (Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Chimborazo, 2020, p.78).*

Actualmente la problemática, está incidida principalmente por el consumo de los recursos naturales, se ha visto agravada por el cambio de uso del suelo para la implementación de actividades agropecuarias; en los últimos diez años, el avance de la frontera agrícola se ha incrementado muy rápidamente, reduciendo la cobertura vegetal en 4%, pese a que las Instituciones Gubernamentales y no Gubernamentales realizan esfuerzos para conservar estos recursos (Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Chimborazo, 2020, p.79).

En la parroquia cebadas la destrucción continua de pequeños reductos de bosques nativos y pajonales, por la necesidad en la búsqueda de nuevas tierras fértiles para ser incorporadas en la producción agropecuaria. En las dos últimas décadas se han incorporado un 5% del ecosistema

herbazal de páramo a áreas agropecuarias. (Correspondiente a 2.042 hectáreas del ecosistema páramo) (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Cebadas, 2015, p.265).

De todas las problemáticas presentes la que tiene mayor influencia es la social, que involucra a la ciudadanía, la falta de cultura, concientización y educación ambiental hace que las personas alteren los ecosistemas mediante el cambio de uso del suelo que destinan para actividades agrarias y pecuarias, pérdida de la cobertura vegetal ya sea para plantaciones forestales o para la implementación de pastizales.

El uso inadecuado de productos químicos, la falta de rotación en sus cultivos hace que el suelo pierda su fertilidad lo que les obliga a avanzar hacia el páramo, la sobrecarga animal hace que los suelos de este ecosistema se compacten y por ende se torna impermeable todas estas actividades dificultan el almacenamiento de agua en las zonas de recarga hídrica por lo que el volumen no satisface las necesidades de una población.

## **FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿De qué forma el constante crecimiento demográfico con la alteración de ecosistemas frágiles ocasiona daños a las zonas de recarga hídrica potencial de la parroquia Cebadas en los últimos años, siendo así que medidas se implementaría?

## **ANTECEDENTES**

De acuerdo al estudio realizado por Chávez Heredia (2020, p.63), diseña un Plan de Manejo Ambiental en la microcuenca del Rio Yasepán de la Parroquia Cebadas, con el que busca conservar los ecosistemas frágiles, zonas de recarga hídrica y biodiversidad. Busca concientizar a la población para proteger los recursos del medio ambiente que están siendo afectados por las actividades del hombre. Y contribuir al manejo adecuado del Rio Yasepán principal red hídrica de nuestra Parroquia Cebada proponiendo un manejo sostenible de las microcuencas.

En el estudio realizado por Cushquicullma Colcha (2013, p.136) enfocándose en el diseño de un plan de manejo del ámbito Eco turístico en los páramos de Ichubamba Yasepán, Parroquia Cebadas,

Cantón Guamote, Provincia de Chimborazo, con un diagnóstico físico-espacial, socio-cultural, económico-productivo, político administrativo y ecológico-territorial. menciona que las actividades tradicionales (agricultura y ganadería) descontroladas realizadas por humanos, han generado presiones y amenazas muy altas al estado de conservación.

En el estudio realizado por Guambo Lema (2016, p.123) en la Microcuenca del Río Cebadas del Cantón Guamote, provincia de Chimborazo propone la valoración económica ambiental del servicio hidrológico, abordando a la conclusión que La calidad del agua de la microcuenca se encuentra bajo los límites permisibles para el desarrollo de actividades agrícolas bajo el sistema de riego en el 94%.

Guambo Lema et al. (2016: pp.206-219) en su estudio valora la economía ambiental de los usuarios del servicio Hidrológico de la Microcuenca del Río Cebadas, destacando la importancia económica de la microcuenca por disponer zonas de recarga hídrica que benefician el desarrollo de la población y la biodiversidad que se encuentran a su alrededor, provee de otros veneficios como la alimentación de acuíferos, clima normal entre otros.

## **IMPORTANCIA**

“En los países andinos se resalta la importancia de los páramos, por su capacidad de proveer servicios hidrológicos, y es precisamente sobre este servicio sobre el que recae la mayor cantidad de esquemas de pago y/o compensación” (Guayaquil Rodríguez, 2013, p.9).

Radica aquí la importancia del estudio que busca crear medidas de manejo para proteger el ecosistema y las zonas de recarga hídrica mediante la aplicación de proyectos que solo se podrán realizar con el apoyo de la población, las medidas no están centradas solo en privar a las personas de las actividades que afectan al medio ambiente, sino también en buscar alternativas que puedan suplir sus necesidades económicas. Es importante la realización de este tipo de estudios que investigan y buscan la forma de proteger los ecosistemas especialmente el páramo por ser la principal fuente de recursos hidrológicos es una investigación que abarca el ámbito científico y social por interactuar con la comunidad para que aprovechen sus recursos de una forma amigable con el medio ambiente.



## JUSTIFICACIÓN

Los ecosistemas frágiles como el páramo son muy indispensables para la vida por poseer funciones fundamentales como: deducir y adaptarse al calentamiento global, aumentar el contenido de carbono orgánico en el suelo, la mayor concentración de las zonas de recarga hídrica ya que son indispensables para almacenar y alimentar a los acuíferos por medio del agua procedente de las precipitaciones, de las pequeñas concentraciones presentes en la neblina y derretimientos de pequeños glaciares, su diversidad de flora y fauna no posee ningún otro ecosistema (Lluga Paredes y Duche Guamán, 2020: p.2).

No obstante, los páramos de la parroquia Cebadas hoy en día son muy vulnerables por las constantes amenazas a las que está expuesto como son: quemas de pajonal, el avance de la frontera agrícola, pastoreo y deforestación para la implementación de plantaciones forestales, deslizamientos y erosión, que hoy en día está provocando el deterioro de agua, suelo y cobertura vegetal (Lluga Paredes y Duche Guamán, 2020: p.2).

El requerimiento de agua ha venido en constante aumento, en parte por el aumento poblacional, pero sobre todo por el cambio en los estilos de vida. De aquí que la gran dificultad de hoy en día sea como mantener la disponibilidad futura de los recursos hídricos, involucrando la posible categoría más viable desde el punto de vista de factibilidad socioeconómica, así como las mejoras correspondientes en la parte administrativa y tener como resultado una guía para establecer un plan de manejo y conservación ambiental con el fin de lograr la sostenibilidad de los recursos hídricos de la zona (Gómez Picado, 2005, p.6).

Considerando la importancia y los servicios que obtenemos de este tipo de ecosistemas se realizó este tema de investigación, que tiene como principal objetivo diseñar medidas de conservación para las zonas de recarga hídrica potencial en los ecosistemas frágiles de la parroquia Cebadas, cantón Guamote, provincia de Chimborazo.

La presente investigación aportará a los conocimientos prácticos permitiendo tener una visión firme de la manera como conservar los recursos naturales que obtenemos de los ecosistemas, en este estudio basados en las zonas de recarga hídrica, aporta en conocimientos metodológicos mediante la aplicación de una metodología garantizada y fácil de acoplar en distintas zonas de

estudio que puede ser aplicada en futuras investigaciones, como es la metodología de SCHOSINSKY planteada en el 2006 y posteriormente corroborada en otros estudios:

Mora Jiménez y Ruiz Valverde (2018) en su estudio de Determinación de áreas de recarga hídrica en las subcuencas de los ríos Frijoles y Guacalito, Upala, Costa Rica, emplea la ecuación de Schosinsky. Rodríguez y Pérez Álvarez (2014) Para el cálculo de la recarga hídrica potencial de la Cuenca Hidrográfica Guara de Cuba emplea también la fórmula de Schosinsky.

Por lo antes mencionado se desarrolló el presente estudio que beneficiará de forma específica a la población de la parroquia Cebadas, mediante la generación de medidas de protección para la conservación de las zonas de recarga hídrica siempre y cuando exista la participación y colaboración activa de la ciudadanía, para proveerles el recurso hídrico garantizando su calidad y cantidad que permita el desarrollo económico y social.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Diseñar medidas de conservación para las zonas de recarga hídrica potencial en los ecosistemas frágiles de la parroquia Cebadas, cantón Guamote, provincia de Chimborazo.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar las zonas de recarga hídrica potencial mediante la metodología de balance hídrico de suelos.
- Identificar amenazas y vulnerabilidades en zonas con alto potencial de recarga hídrica.
- Proponer medidas de manejo y conservación para las zonas con alto potencial de Recarga Hídrica.

## **HIPÓTESIS**

### **HIPÓTESIS NULA**

La implementación de medidas de conservación concertadas con los actores locales NO asegurará la provisión de servicios ecosistémicos de las zonas con alto potencial de recarga hídrica en la parroquia Cebadas.

### **HIPÓTESIS ALTERNATIVA**

La implementación de medidas de conservación concertadas con los actores locales asegurará la provisión de servicios ecosistémicos de las zonas con alto potencial de recarga hídrica en la parroquia Cebadas.

## CAPÍTULO I

### 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 1.1. Recarga hídrica

La recarga hídrica es un proceso de incorporación natural de agua a través de los procesos de precipitación, escorrentía de aguas subterráneas o superficiales que alimentan a los acuíferos, la cantidad de recarga depende de la extensión de la entrada o captación del recurso hídrico, los métodos para estimar la recarga son: balances hídricos, trazadores ambientales, cuantificaciones de flujo subterráneos y fórmulas empíricas los cuales arrojarán datos con cierto grado de incertidumbre (Matus, 2007; citado en Jaramillo Loayza y Merchán Rosero, 2018: p.4).

##### 1.1.1. Zonas de recarga hídrica

Blick, et al. (2004); citados en Jaramillo Loayza y Merchán Rosero (2018: p.5) sostienen que dentro del sistema hidrológico de una cuenca, las zonas de recarga hídrica son importantes ya que existe la interacción de los seres bióticos y abióticos, ecosistema y el hombre, por este motivo al presentarse cualquier tipo de fenómeno negativo que altere el estado de la cuenca, también se verá alterado el comportamiento de los acuíferos dando como resultado una disminución de la cantidad y calidad del caudal hidrológico.

Identificar las zonas de recarga suele ser complejo como lo manifiesta Pañuela y Carrillo:

*La identificación de estas zonas es más complicada debido a que el agua se infiltra y no se tiene evidencia superficial como en las de descarga, a menos que se cuente con presupuesto suficiente para perforar y tomar muestras de suelo y subsuelo en condiciones específicas. No obstante, un primer indicador está asociado con la conductividad hidráulica de la roca, la cual puede permitir la infiltración del agua de lluvia; un segundo es que tal roca se localice en una elevación topográficamente alta. En la zona de recarga el nivel freático se encuentra profundo, el suelo es ácido y poco desarrollado con poca cantidad de materia orgánica, baja concentración de sodio y/o sales. La vegetación es xerófila, esto es, adaptada a un ambiente relativamente seco, con raíz larga*

*para alcanzar captar el agua infiltrada en su camino al nivel freático* (Pañuela Arévalo y Carrillo Rivera, 2013: p.24).

#### *1.1.1.1. Zonas de recarga hídrica superficial*

Corresponden a prácticamente toda la cuenca hidrográfica, exceptuando a las zonas totalmente impermeables. Después de cada precipitación, la zona de recarga hídrica superficial se humedece y origina escorrentía superficial, dependiendo de las condiciones de drenaje (topografía del suelo y saturación). La medición de ese caudal se realiza en el cauce principal del río y se conoce como descarga superficial o caudal de escorrentía superficial (Faustino, 2006; citado en Matus et al., 2009: p.8).

#### *1.1.1.2. Zonas de recarga hídrica subsuperficial*

Corresponden a las zonas de la cuenca hidrográfica donde los suelos tienen capacidad para retener el agua o almacenarla de forma superficial sobre una capa impermeable que hace que el flujo horizontal en el subsuelo se concentre aguas abajo en el sistema de drenaje (Faustino, 2006; citado en Matus et al., 2009: p.8).

Es la ocurrencia de caudales en la red hídrica, aun cuando la precipitación haya finalizado, que dependen de la cantidad de lluvia y el efecto “esponja” del suelo (liberar lentamente el agua). Este caudal se mide igual que en el caso anterior y puede ocurrir después de las lluvias y en épocas de estiaje, cuando el agua proviene de bosques (Faustino, 2006; citado en Matus et al., 2009: p.8).

#### *1.1.1.3. Zonas de recarga hídrica subterránea*

Corresponden a las zonas de la cuenca hidrográfica (sitios planos o cóncavos y rocas permeables) donde el flujo vertical de la infiltración es significativo; esta es la que forma que alimenta a los acuíferos. Un aspecto importante en esta zonificación es la conexión entre acuíferos y la recarga externa es decir proviene de otra cuenca. Para la evaluación se pueden considerar dos métodos: directo: mediante sondeos, bombeos y prospección geofísica e indirecto: mediante el balance hidrogeológico (Faustino, 2006; citado en Matus et al., 2009: p.8).

#### 1.1.1.4. Zonas de recarga hídrica subterránea

“Corresponden a zonas de la cuenca que presentan fallas geológicas profundas o donde el balance hidrogeológico genera pérdidas por percolación profunda” (Faustino, 2006; citado en Matus et al., 2009: p.8).

### 1.2. Métodos para determinar la recarga hídrica

Para interpretar y conocer este método revisemos lo que expone Schosinsky:

*El estudio del balance de suelos se basa en el principio de la conservación de la materia. O sea, el agua que entra a un suelo es igual al agua que se almacena en el suelo, más el agua que sale de él. Las entradas son debidas a la infiltración del agua hacia el suelo, y las salidas se deben a la evapotranspiración de las plantas, más la descarga de los acuíferos (Schosinsky, 2006, p.14).*

(Herrera Jiménez, 2017; citado en Jaramillo Loayza y Merchán Rosero, 2018: p.8) en la identificación hidrológica de zonas de recarga de las fuentes de abastecimiento de agua en la comuna La Esperanza, provincia del Carchi, emplea los criterios del método RAS (Recarga de Agua Subterránea), con la participación de los actores locales, con la finalidad de identificar zonas potenciales de recarga hídrica para establecer estrategias de manejo sustentable que permitan proteger estas áreas.

Chamorro (2016) determina las zonas de recarga hídrica mediante la aplicación de Sistemas de información geográfica en los acuíferos La Carbonería, Guaracapas, Yuyucocha y Santa Clara, que dotan de agua a la zona urbana de la ciudad Ibarra, basándose en la metodología propuesta por Matus (2007) en función de las variables: pendiente, geología, tipo de suelo, cobertura vegetal y velocidad de infiltración del suelo.

### 1.3. Páramo: Ecosistema frágil y estratégico

El ecosistema páramo es propio de los países andinos ubicados en América Central y América del Sur, este tipo de ecosistemas también se pueden encontrar en continentes como: Asia, África

y Oceanía. La ubicación con respecto a nivel del mar depende de muchos factores como el lugar donde se encuentre, la latitud, el relieve y la evolución de la tierra desde generaciones anteriores, hoy en día se localizan a una altura promedio que va desde los 3000 y 4000 msnm (Morales-Betancourt y Estévez-Varón, 2015: p, 2).

Pese a la importancia económica, social y ambiental las cuencas hidrográficas especialmente las de los Andes han sido poco estudiadas lo cual explica el lento avance en el camino hacia comprender la hidrología de los distintos ecosistemas andinos particularmente de los páramos. Por lo que aumentar este conocimiento aportaría a mejorar el manejo sostenible de los recursos naturales en la región (Crespo et al., 2014: p.290).

Por lo tanto, la capacidad de suministro y regulación de agua, lo que se refleja en el decrecimiento del flujo base y aumento de la escasez en épocas de sequía. Esta situación se torna más incierta, por lo que tenemos grandes vacíos de conocimientos sobre los procesos hidrológicos en estos ecosistemas, lo que nos impide desarrollar planes de manejo para un uso sostenible, haciéndose más evidente dentro de un contexto de cambio climático. Esta falta de información deriva en que muchas prácticas comunes de “conservación hídrica” no hayan sido evaluadas (Aguirre, et al., 2013: p.3).

### ***1.3.1. Servicio ecosistémico de regulación***

Este servicio es producto del almacenamiento de agua en los acuíferos en las épocas invernales, para posterior liberación de forma gradual en verano, cuando mejor sea regulada el agua por el ecosistema los afluentes tendrán un mayor caudal hasta que llegue la época seca (Condori Espinoza, 2020, p.43). La regulación de este servicio ecosistémico depende de la precipitación que pueda llegar a la tierra como escorrentía superficial e infiltrarse, esto se debe al tipo de vegetación que exista, la presencia de especies con mayor dosel retienen un porcentaje de la lluvia que suele ser evaporada, otra proporción se infiltra pero es captada por las raíces de las plantas y el resto llega a alimentar a los acuíferos, la textura del suelo y la cobertura vegetal son factores condicionantes para la regulación hídrica (Condori Espinoza, 2020, p.43).

Para comprender los servicios de los ecosistemas revisemos lo que Grizzetti y colaboradores describen:

*Los ecosistemas acuáticos (ríos, lagos, aguas subterráneas costeras, mares) apoyan la prestación de servicios ecosistémicos cruciales, como la producción pesquera, el abastecimiento de agua y la recreación. Los servicios ecosistémicos clave también están conectados con el ciclo hidrológico en la cuenca del río, por ejemplo, la purificación del agua, la retención de agua y la regulación del clima. La mayoría de estos servicios ecosistémicos relacionados con el agua pueden ser apreciados directamente por las personas y cuantificados, pero algunos, especialmente los servicios de regulación y mantenimiento son menos evidentes. Sin embargo, todos los servicios de los ecosistemas deben tenerse en cuenta para el uso y la gestión sostenibles de los recursos hídricos (Grizzetti et al., 2016: p.194).*

### **1.3.2. Precipitación**

Dentro del ciclo hidrológico, la precipitación consiste en una variable de entrada, fundamental para el entendimiento de la dinámica del medio físico. La precipitación se entiende en hidrología como toda agua que proviene del medio atmosférico y que alcanza la superficie terrestre, cuando las masas de aire registran temperaturas inferiores a los 0°C, se presenta una precipitación en estado sólido, conocido como granizo o nieve (Barros y Troncoso, 2010; citados en Cajamarca, 2017, p.28).

### **1.3.3. Infiltración**

La infiltración es el desplazamiento del agua de la superficie al interior del suelo. La infiltración es un proceso de gran importancia económica, es vista por el ingeniero como un proceso de pérdida y por el agricultor como una ganancia. Del recurso hídrico infiltrado se proveen casi todas las plantas terrestres y muchos animales; alimenta a los acuíferos y a la vez a la mayoría de las corrientes en el periodo de estiaje; reduce las inundaciones y la erosión del suelo (Maderey Rascón, 2005, p.57).

El proceso de infiltración de agua al suelo ha tenido un estudio muy minucioso debido a su importancia en el manejo del agua en la agricultura, la conservación del recurso suelo, la recarga hacia los acuíferos y otras actividades técnicas. El tipo de textura del suelo y la velocidad de infiltración determina la cantidad de agua de escurrimiento superficial y con ello el peligro de erosión hídrica. En la mayoría de los métodos de riego la velocidad de entrada de agua al suelo determina los tiempos de riego y los diseños de los sistemas en cuanto al tamaño de las unidades superficiales y los caudales a utilizar (Alvarado Batres y Barahona-Palomo, 2017: p.23).



#### ***1.3.4. Escorrentía***

El agua de lluvia satisface de forma inicial las demandas hídricas del suelo y el ambiente atmosférico que rodea los cultivos: la temperatura, humedad relativa, lluvia, radiación solar y viento. El efecto de estas variables produce la transpiración de las plantas por medio de sus estomas y la evaporación del agua de la superficie del suelo. Simultáneamente, ocurre infiltración de agua en el suelo, un porcentaje es almacenado en los distintos horizontes del suelo y lo demás se desplaza para alimentar a los acuíferos subterráneos, dependiendo de la textura, estructura, tipos de poros y contenido de materia orgánica del suelo. Cuando la precipitación pluvial ha cubierto todas las demandas, ocurre la escorrentía superficial (Matus, 2007, p.18).

#### ***1.3.5. Evapotranspiración***

La evaporación y la transpiración ocurren simultáneamente y no hay una manera fácil de distinguir entre los dos procesos. Además de la disponibilidad de agua en la capa superior del suelo, la evaporación de un suelo cultivado está determinada principalmente por la fracción de radiación solar que llega a la superficie del suelo. Esta fracción disminuye durante el período de crecimiento a medida que el cultivo se desarrolla y el dosel de sombra sombrea cada vez más el área del suelo. Cuando el cultivo es pequeño, el agua se pierde predominantemente por la evaporación del suelo, pero una vez que el cultivo está bien desarrollado y cubre completamente el suelo, la transpiración se convierte en el proceso principal (Allen et al., 1998; citados en Chacpi Cerna, 2019, p.9).

#### ***1.3.6. Acuíferos***

Básicamente, un acuífero es un área de almacenamiento de agua subterránea. El agua procedente de la lluvia, absorbida por el suelo, rellena las cavidades en la arena, arcilla, grava o piedras del subsuelo, donde se almacena. Por el efecto de la gravedad esta capa de agua desciende hasta que se encuentra con una capa impermeable (Peralta y López Sardi, 2012: p.74).

Para que una formación geológica pueda ser calificada de acuífero, debe tener cavidades o intersticios llenos de agua estos espacios deben ser suficientemente grandes como para que permitan que el agua se desplace hacia pozos y manantiales a caudal apreciable. La formación de

los acuíferos puede estar conformada por materiales muy variados como gravas de río, calizas muy agrietadas, areniscas porosas poco cementadas, arenas de playa, algunas formaciones volcánicas, depósitos de dunas, etc. (Peralta y López Sardi, 2012: p.75). “Un acuífero es un volumen subterráneo de roca y arena que contiene agua. El agua subterránea que se halla almacenada en los acuíferos es una parte importante del ciclo hidrológico” (Ordoñez Gálvez, 2011, p.10).

### ***1.3.7. Clasificación de los acuíferos***

#### *1.3.7.1. Acuíferos libres*

“Son aquellos en los que el nivel de agua se encuentra por debajo del techo de la formación permeable. Liberan agua por desaturación, es decir, el agua que ceden es la procedente del drenaje de sus poros” (Ordoñez Gálvez, 2011, p.10).

#### *1.3.7.2. Acuíferos confinados*

Son los que están cubiertos por una capa impermeable confinante. El volumen de agua en los acuíferos cautivos está por encima del techo de la formación acuífera. El agua que ceden procede de la expansión del agua y de la descompresión de la estructura permeable vertical, cuando se produce la depresión en el acuífero. También se les conoce como acuíferos cautivos (Ordoñez Gálvez, 2011, p.10).

#### *1.3.7.3. Acuíferos semiconfinados*

“Se pueden considerar un caso particular de los acuíferos cautivos, en los que muro, techo o ambos no son totalmente impermeables, sino que permiten una circulación vertical del agua” (Ordoñez Gálvez, 2011, p.10).

#### **1.4. Identificación de zonas de recarga hídrica con la aplicación de Sistemas de Información Geográfica**

Los Sistemas de Información Geográfica pueden definirse como sistemas que permiten almacenar datos espaciales para su consulta, manipulación y representación, siendo un conjunto de software diseñado específicamente para la adquisición, mantenimiento y uso de datos cartográficos. Los datos de teledetección remota proporcionan información espacial precisa, facilitan el análisis integrado y conjuntivo de grandes volúmenes de datos multidisciplinarios (Olaya, 2014; citado en Jaramillo Loayza y Merchán Rosero, 2018: p.9).

##### ***1.4.1. Conversión de polígono a ráster***

Es una herramienta de geoprocésamiento del programa ArcGis que convierte entidades de polígono a ráster (Argel, 2012, p.48).

Las necesidades en las que se puede utilizar según Argel (2012, pp.48-49) son:

- Cualquier clase de entidad (geodatabase, shapefile o cobertura) que contiene entidades de polígono se puede convertir a un dataset ráster.
- El tipo de campo de entrada determina el tipo de ráster de salida. Si el campo es entero, el ráster de salida será entero, si es punto flotante, la salida será punto flotante.
- Si el campo de entrada contiene valores de cadenas de caracteres, el ráster de salida contendrá un campo de valor entero y un campo de cadenas de caracteres.
- No obstante, si el campo es del tipo de punto flotante y los valores se expresan como enteros, el ráster de salida será entonces un entero.
- Esta herramienta es un complemento de la herramienta De ráster a polígono, que convierte un ráster a una clase de entidad poligonal.
- Esta herramienta proporciona un mayor control sobre la asignación de los valores de celdas cuando hay más de una entidad presente en una celda de salida que la herramienta De entidad a ráster.

#### **1.4.2. Reclasificación por rango de valores**

Para entender el proceso de reclasificación revisemos lo expuesto por el mismo Argel:

*Es posible que deba reclasificar un rango de valores a un valor alternativo y otro rango a otro valor alternativo diferente. Por ejemplo, en el ráster de entrada de uso del suelo de un modelo de adecuación de construcción para una casa, todos los valores residenciales y las actividades humanas varían de 0 a 9, los valores de bosque varían de 10 a 19 y los valores de agricultura, de 20 a 29. Es posible que deba asignar una adecuación de 1 a los valores de uso del suelo del 0 al 9 (la actividad humana), 5 a los valores de uso del suelo entre 20 y 30 (la agricultura), y 10 a los valores de uso del suelo entre 10 y 19 (el bosque) (Argel, 2012, p.53).*

#### **1.4.3. Superposición Ponderada – Weighted Overlay**

Es una herramienta del programa ArcGis que incluye un grupo de metodologías aplicadas en la selección de sitios óptimos o en el modelado de adecuación. Este método implementado en el SIG permite la aplicación de una escala común de valores enteros en las diversas coberturas de entrada. Las coberturas de entrada son los criterios considerados para el análisis anteriormente descrito. El uso de este modelado dentro de las herramientas SIG permite generar un análisis integrado, el mismo que debe tener una buena distribución del peso para cada criterio que permite superponer cada capa para el análisis multicriterio (Argel, 2012, pp.54-55; citado en Villacreses Rivadeneira, 2019, p.32).

#### **1.5. Plataforma WorldClim**

Es una plataforma de datos climáticos globales históricos que contiene diferentes resoluciones espaciales: 10 minutos, 5 minutos, 2.5 minutos, 30 segundos son archivos en formato ráster. Un ráster es un archivo utilizado en los SIG que presenta un área espacial dividida en celdas o pixel. Cada celda está asociada al valor de un atributo. Los datos que presenta esta plataforma pueden ser utilizados para mapeo y modelaje espacial en diversos sistemas de información geográfica (SIG) o en otros softwares compatibles (Hijmans et al., 2005; citados en Calci Quispe, 2018, p.13).

Las capas de datos se generan a través de la interpolación de los datos climáticos promedio de cada mes de **las estaciones meteorológicas** con una cuadrícula de resolución de 30 segundos de arco (denominada resolución de “1 km<sup>2</sup>”) e incluyen datos de precipitación de 47,554

ubicaciones y datos de temperatura máxima y mínima de 14,835 ubicaciones de todo el mundo. Europa cuenta con el mayor número de estaciones meteorológicas. Se han utilizado registros de al menos 10 años para calcular las cuadrículas climáticas mensuales promedio, que representan la situación climática de referencia (Panagos et al., 2017: p.252).

WorldClim 2 posee nuevas superficies climáticas de resolución espacial de 1 km<sup>2</sup> este tipo de resolución está considerada muy alta, para áreas terrestres globales, con interpolación de datos mensuales. Incluye temperatura mensual: máxima, media y mínima y otras variables climáticas como la precipitación, radiación solar, presión de vapor y velocidad del viento, para un rango temporal de 1990-2000. Esta versión está vigente desde enero del año 2020 (Fick y Hijmans, 2017).

## **1.6. Evaluación multicriterio**

Para comprender este criterio revisemos lo mencionado por Posada:

*La Evaluación Multicriterio (EMC) es una técnica donde se establece un objetivo, unas alternativas o posibles soluciones para cumplir este objetivo que son confrontadas por distintos criterios. Estos criterios son modelados a través de pesos los cuales califican y evalúan las alternativas para seleccionar la más óptima y por último realizar un análisis de sensibilidad que es considerar posibles modificaciones al resultado final (Posada Fandiño, 2015, p.28).*

Con la Evaluación Multicriterio, se busca dar un aspecto medible a cada uno de los criterios y a las clases en las que se dividen estos criterios, por lo que resulta necesario establecer parámetros jerárquicos numéricamente la vocación que tiene cada una de estas clases para llegar al objetivo propuesto; de esta manera, identificar la vocación de zona de recarga hídrica es el parámetro de referencia en el que todas las ponderaciones estarán basadas (Masache, 2018, p.20).

## **1.7. Marco Lógico**

La metodología de Marco Lógico sirve para formular, planificar y dar seguimiento a los objetivos y las actividades de un proyecto, el cual proporciona solución a un problema, y para ir

monitoreándolo tiene unos indicadores de impacto y de resultado, así como una evaluación, que puede ser ex ante, permanente, o ex post (Ramos Bedón, 2017, p.2).

Esta metodología para la evaluación de proyectos tiene una naturaleza dual, ya que es a la vez un ejercicio y un método de análisis, pues su estructuración se basa en el resultado del ejercicio, lo que permite presentar de forma ordenada y lógica los objetivos de un proyecto, analizando sus alcances (Monroy, 2018, p.31).

## **1.8. Marco legal**

La presente investigación se desarrolla, dentro del marco de La Constitución de la República del Ecuador 2008, Código orgánico ambiental y el Ministerio del Ambiente y Agua. Organismos reguladores de los estudios realizados en los distintos cuerpos de agua.

### ***1.8.1. Constitución del Ecuador***

Art. 12.- “El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida” (Asamblea Constituyente, 2008, p.7).

Art. 13.- “Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales” (Asamblea Constituyente, 2008, p.7).

Art. 14.- “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*” (Asamblea Constituyente, 2008, p.7).

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua (Asamblea Constituyente, 2008, p.7).

La Asamblea Constituyente (2008, pp.97-98) en la Constitución de la República del Ecuador, en los artículos 263 determina las competencias exclusivas de los gobiernos provinciales sobre el manejo de cuencas y microcuencas y en el artículo 264 establece las competencias exclusivas de los gobiernos municipales para los recursos hídricos.

### ***1.8.2. Código orgánico ambiental***

Art. 5.- Derecho de la población a vivir en un ambiente sano. El derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado comprende: El manejo sostenible de los ecosistemas, con especial atención a los ecosistemas frágiles y amenazados tales como páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos, manglares y ecosistemas marinos y marinos-costeros (Código Orgánico Del Ambiente, 2017, p.12).

Art. 82.- De los servicios ambientales. El presente título tiene por objeto establecer el marco general de los servicios ambientales, con la finalidad de tutelar la conservación, protección, mantenimiento, manejo sostenible y la restauración de los ecosistemas, a través de mecanismos que aseguren su permanencia (Código Orgánico Del Ambiente, 2017, p.32).

### ***1.8.3. Ministerio del ambiente y agua***

Art. 2.- Misión: Garantizar la calidad, conservación y sostenibilidad de los recursos naturales, mediante el ejercicio efectivo de la rectoría, planificación, regulación, control, coordinación y gestión ambiental y de los recursos hídricos, a través de la participación de organizaciones públicas, privadas, comunitarias y la ciudadanía, en el marco del respeto, integridad, responsabilidad y transparencia. (Ministerio del Ambiente y Agua, 2020, p.4).

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Caracterización de la zona de estudio

La parroquia Cebadas, pertenece al Cantón Guamote, la misma que está ubicada en la parte central del callejón interandino, a 35 Km de la ciudad de Riobamba, abarca un territorio de 570.78 Km<sup>2</sup>, es la segunda parroquia más extensa de las que integran la provincia de Chimborazo (Espinosa Quiñones, 2019, p.22; Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Cebadas, 2015, p.9).

Se localiza a una altitud que va desde los 2.600 hasta 4.640 m.s.n.m, tiene una temperatura media anual de 13,7°C, presenta dos estaciones climáticas: Invierno húmedo frío en los meses de octubre a mayo y verano cálido, seco, ventoso de junio a septiembre; una humedad relativa del 96,8%, una nubosidad de 3.1 horas/día y una precipitación de 681 mm. Según datos de INAMHI 2014 (Espinosa Quiñones, 2019, p.22; Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Cebadas, 2015, p.9).

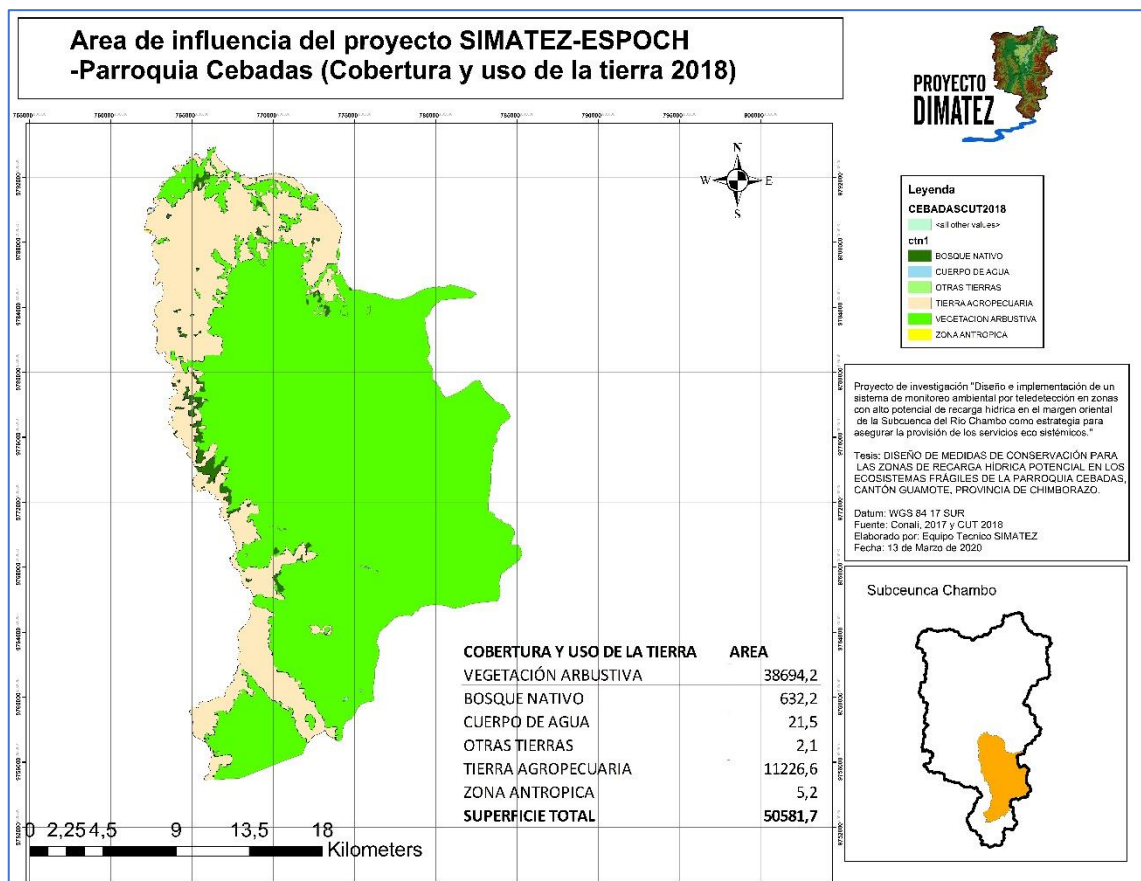
La parroquia posee relieves irregulares debido a la influencia de la Cordillera de los Andes, la mayor parte de los sectores de la parroquia presentan pendientes pronunciadas, que en algunos casos sobrepasan los 50 grados de inclinación. Los territorios de las comunidades tienen pendientes superiores a los 15 grados. Este fenómeno natural sumado a la acción de las precipitaciones constituyen las principales causas de la erosión de los suelos, especialmente en la cuenca del río Cebadas (Espinosa Quiñones, 2019, p.22; Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Cebadas, 2015, p.9).

La Parroquia Cebadas presenta 3 pisos altitudinales:

- **Zona Baja.** - situada desde los 2.600 hasta los 2.950 m.s.n.m, la misma que se ubica hacia las cuencas hidrográficas de los ríos Cebadas y Guamote. La topografía de esta zona va de plana a ondulada con pendientes de 5 a 15 grados en algunos sitios con pendientes de 30 grados.



- **Zona Media.** - situada desde los 3.000 hasta los 3.200 m.s.n.m. Se localiza hacia los flancos y estribaciones de la cadena montañosa de los andes centrales. Esta zona posee bajas precipitaciones pluviales anuales, por este motivo la agricultura que se desarrolla es principalmente de secano. Los suelos de esta zona se caracterizan por poseer pendientes que van desde los 15 hasta los 60 grados, lo que ha provocado junto al mal manejo de los suelos y el agua la erosión de los mismos.
- **Zona Alta.** - situada desde los desde los 3.250 hasta los 4.640 m.s.n.m. Se localiza en las cimas de las montañas. Los suelos de esta zona poseen pendientes que van desde los 15 a los 30 grados de inclinación, y en algunos sectores son completamente escarpados con pendientes que superan los 60 grados. Esta zona posee suelos negros con altos contenidos de materia orgánica, de textura franca con buena capacidad de retención de humedad, y con altas precipitaciones pluviales anuales (Espinosa Quiñones, 2019, pp.22-23; Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Cebadas, 2015, p.9).



**Figura 1-2.** Ubicación geográfica de la zona de estudio

**Realizado por:** Sánchez Chacaguasay, Néstor, 2020.

### **2.1.1. Geología**

Las rocas que integran la corteza terrestre de la Parroquia Cebadas se formaron en la era Terciaria, en los períodos Jurásico y parte en el Cretácico; se encuentran constituidas por rocas metamórficas y en menor proporción por rocas ígneas y sedimentarias. Se hallan localizadas en la Cordillera Oriental de los Andes y en los Valles Interandinos (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Cebadas, 2015, p.11).

### **2.1.2. Relieve**

“La parroquia Cebadas presenta un relieve con pendientes que van desde el 5% en los valles y pequeñas llanuras, hasta pendientes mayores al 70% en las colinas y montañas, así como en terrenos muy escarpados” (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Cebadas, 2015, p.13).

Los terrenos con pendientes de inclinación plana o casi plana a ligeramente ondulada (5-12% de pendiente), ocupan apenas 4.107,9 hectáreas, correspondiente al 7,2% de su territorio. Este tipo de relieve se ubica en la parte nor-occidental de la parroquia, en la comunidad de Airón Cruz, así como en pequeños sectores del valle del río Cebadas. En este tipo de suelos es donde se desarrollan la mayor parte de las actividades agrícolas, de igual forma no tiene dificultades para los sistemas de riego agropecuario (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Cebadas, 2015, p.13).

Terrenos con pendientes de inclinación de 12 a 25%, ocupan una superficie de 2.625,67 hectáreas, que corresponde únicamente al 4,6% del territorio parroquial. Este tipo de relieve se ubican en algunos sectores de las comunidades de Ichubamba Bajo, Bazán Chico, Guarguallá Grande (parte de la Asociación AZARATE). Son suelos que debido al aumento de la pendiente presentan limitaciones para el desarrollo de prácticas agrícolas, al igual que ligeras limitaciones para los sistemas de riego agropecuario (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Cebadas, 2015, p.13).

La mayor parte de la parroquia Cebadas presenta relieves fuertes, muy fuertes y abruptos con pendientes que superan el 25% y sectores que alcanzan los 70%. Estos relieves cubren una superficie de 46.802,46 hectáreas correspondiente al 81,9% de toda la parroquia. Suelos con pendientes de 25 a 50% presentan serias limitaciones para el desarrollo de actividades agrícolas, por lo que preferentemente deben destinarse para el pastoreo, donde existe pendientes superiores

al 50% hasta 70% deben ser destinados para la implantación de plantaciones forestales y los terrenos escarpados, pendientes superiores a los 70% deben ser destinados para áreas de protección (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Cebadas, 2015, p.13).

### **2.1.3. Climatología**

#### **2.1.3.1. Temperatura**

La parroquia Cebadas presenta un rango de temperatura que va desde los 4°C a los 12°C. En la mayor parte del territorio que corresponde al 94,2% posee temperaturas entre los 4°C a 10°C, el resto de la parroquia que corresponde al 5,8% poseen temperaturas entre los 10°C a 12°C (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Cebadas, 2015, p.15).

#### **2.1.3.2. Precipitación**

“Las diferentes zonas y comunidades poseen diferentes regímenes de lluvia, que va desde los 250mm en las comunidades secas, a los 2.500 mm de precipitación media anual en las zonas húmedas, generalmente hacia el ecosistema de páramo” (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Cebadas, 2015, p.15).

En las zonas con niveles de precipitación bajos, el desarrollo de los cultivos es limitado; por lo que orientan su producción en cultivos de secano como la cebada, trigo y en menor grado el maíz. A medida que se asciende hacia las estribaciones de la cordillera oriental aumenta el nivel de precipitación de 500 a 700 mm que corresponde al 25,1% del territorio. Ascendiendo al ecosistema páramo la presencia de lluvias incrementa a un rango de 750 a 1000 mm, encontrándose en un 28,8% del territorio total (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Cebadas, 2015, p.16).

## **2.1.4. Principales amenazas de los sistemas hídricos de la Parroquia Cebadas**

### **2.1.4.1. Conflictos de Uso del Suelo y Páramo**

El avance de la frontera agrícola ha incrementado el límite de los 3.500 msnm, avanzando hasta los 3.800 msnm en las comunidades Yasepán, Retén y Guarguallá, debido a la falta de conocimiento acerca de las normativas que limitan el uso del suelo en función de la altitud, la máxima explotación de los recursos naturales, el crecimiento demográfico que obliga a parcelar el suelo, los niveles de pobreza y falta de educación ambiental orientada al manejo racional y sostenible de los recursos naturales (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Cebadas, 2015, p.44).

### **2.1.4.2. Conflictos de Uso del agua**

Existen comunidades que realizan pastoreo en zonas cercanas a fuentes de agua y causas naturales, las más influyentes son Tablillas, Queseraloma y Millmahuanchi. Estas actividades provocan la contaminación del agua y la compactación del suelo lo que disminuye su capacidad de retención. La mayor parte de los agricultores realizan actividades en las zonas de producción contaminando el agua, por el uso de pesticidas cuyos residuos son arrastrados por el riego y las precipitaciones, además por el lavado de bombas de fumigación en canales (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Cebadas, 2015, p.44).

## **2.2. Equipos y materiales**

### **2.2.1. Equipos**

- Computadora
- Impresora

### **2.2.2. Materiales**

- Shapefiles

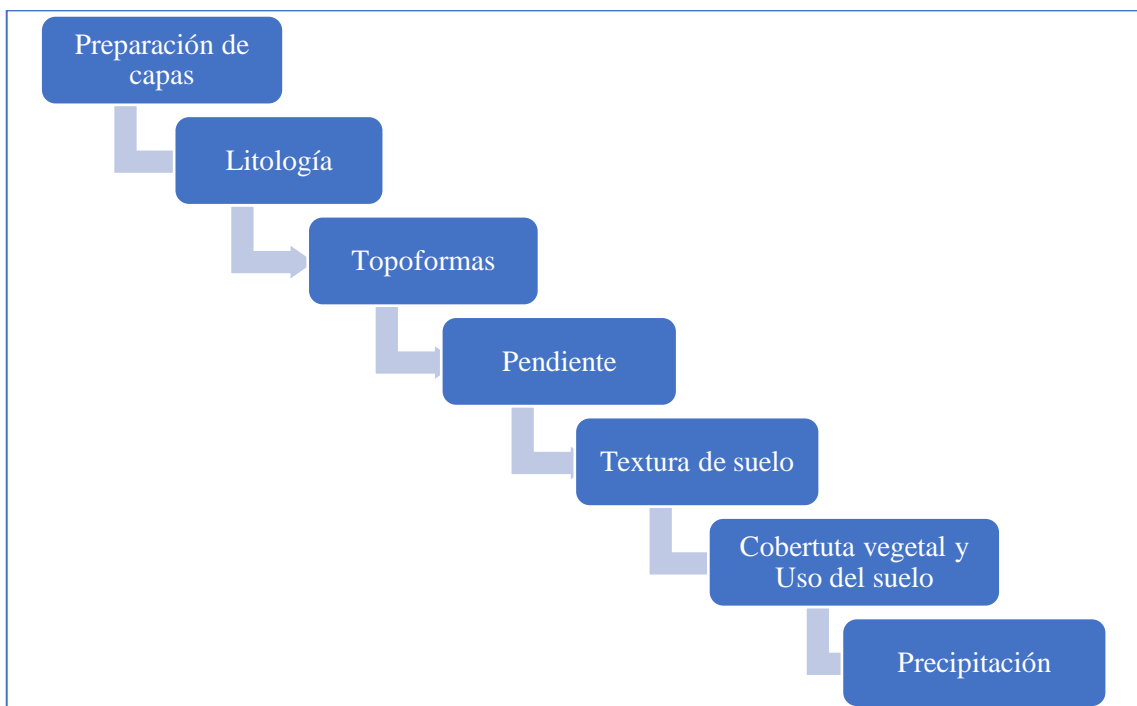
- Cartografía

### 2.3. Metodología de Estudio

**Primer objetivo.** Determinar las zonas de recarga hídrica potencial mediante la metodología de balance hídrico de suelos.

#### 2.3.1. *Preparación de las capas temáticas para determinar las zonas con alto potencial de recarga hídrica*

Para determinar las zonas con potencial de recarga en el área de estudio, como primer paso se obtuvo información vectorial oficial, para posteriormente construir una base de datos georreferenciadas y la elaboración de capas temáticas de cada variable con los indicadores analizados (Hernández, et al., 2020: p.6). Este proceso se realizó con el programa ArcGis 10.8, proyectando toda la información a coordenadas UTM, zona 17 Sur, datum WGS84.



**Gráfico 1-2.** Diagrama de flujo para determinar las zonas de recarga hídrica

**Fuente:** Hernández et al., 2020

**Realizado por:** Sánchez Chacaguasay, Néstor, 2020.

La capa vectorial de topografías se obtuvo del mapa unidades Geomorfológicas del Ecuador elaborado por la Subsecretaría de Patrimonio Natural del Ministerio del Ambiente del Ecuador (2013) a una escala de 1: 50000. El potencial de recarga se evaluó considerando que las zonas de recarga se ubican en zonas topográficamente altas (Freeze y Cherry, 1979: p.197).

Las curvas de nivel fueron tomadas del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (2003) en los Sistemas de Información Geográfica-Sistema Nacional de Información a una escala de 1:50.000 con actualización 2014 y con un intervalo entre curvas de 40 m se elaboró el mapa de pendientes. Estas curvas se transformaron a un TIN con la herramienta create TIN, seguidamente se transformó en un archivo DEM (Modelo digital de elevación) posteriormente se transformó en un archivo ráster con la herramienta TIN to ráster a una resolución de 20 x 20 m. De acuerdo con Vargas Rojas (2009, p.12) la pendiente se reclasificó en cinco clases de 0 a 2%, 2 a 5%, 5 a 15%, de 15% a 30% y mayores a 30%, para reclasificarlo, el porcentaje se obtuvo con la herramienta slope.

En pendientes suaves la escorrentía superficial suele ser lenta lo que favorece la filtración de agua procedente de la precipitación y promueve una apreciable recarga de aguas subterráneas. Por el contrario lugares que presenten pendientes fuertes generan una escorrentía superficial rápida lo que genera menos tiempo que el agua infiltre y recargue los acuíferos subterráneos (Abdalla, 2012, p.12-13).

El mapa de Taxonomía y Textura de suelos se obtuvo del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca del Ecuador (2003). El potencial de recarga de los suelos se evaluó según la IUSS (2015, p.122) que utiliza indicadores de textura y horizontes diagnósticos de los subgrupos de suelos, que según Peñuela-Arévalo y Carrillo-Rivera (2013: p.25) facilitan identificar rasgos físicos y químicos indicativos del comportamiento hidrológico del suelo. Para determinar el potencial de recarga se consideró los siguientes criterios: suelos arcillosos con bajas tasas de infiltración genera menor recarga y suelos arenosos poseen altas tasas de infiltración genera mayor recarga.

Para la precipitación se descargó información de la plataforma WorldClim 2.1 que entró en vigencia en 2020, con datos históricos en intervalo 1970-2020, esta variable tiene una resolución de 30 segundos a un área de (~ 1 km<sup>2</sup>) (Fick y Hijmans, 2017) con la herramienta extract by mask se obtuvo los datos de precipitación media mensual, seguidamente con la herramienta Raster calculator se sumó los doce raster resultantes y se obtuvo la precipitación media anual.

“Para hidrología y ciencias del suelo uno de los más relevantes procesos es la escorrentía superficial y subterránea, que está determinada principalmente por el relieve y la gravedad” (Böhner et al., 2002: p.214).

### 2.3.2. Análisis multicriterio

Para comprender este proceso analicemos lo expuesto por Osorio y Orejuela:

*El Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) utiliza comparaciones entre pares de elementos, construyendo matrices a partir de estas comparaciones, y usando elementos del álgebra matricial para establecer prioridades entre los elementos de un nivel, con respecto a un elemento del nivel inmediatamente superior (Osorio y Orejuela, 2008: p.248).*

El proceso de jerarquización se encuentra en un intervalo de 1-9 (Saaty, 2008, p.86) como se puede observar en la siguiente tabla:

**Tabla 1-2:** Escala de valorización entre dos parámetros

Escala	Descripción	Definición
1	Igual importancia	Los dos elementos contribuyen de forma igual al objetivo
2	Importancia Igual a moderada	
3	Importancia moderada	Un factor se favorece ligeramente sobre otro de acuerdo a la experiencia y la cognición
4	Importancia moderada a fuerte	
5	Importancia fuerte	Un factor se favorece fuertemente sobre otro por la experiencia y la cognición
6	Importancia fuerte a muy fuerte	
7	Importancia muy fuerte o gran importancia	Un elemento es favorecido fuertemente sobre otro, su dominio se demuestra de forma practica
8	Gran importancia a importancia extremadamente fuerte	
9	Importancia extrema	La evidencia que favorece un elemento sobre otro es del mayor grado de afirmación posible

Fuente: Saaty, 2008, p.86

Realizado por: Sánchez Chacaguasay, Néstor, 2020.

Las zonas con potencial de recarga para el mapa final se reclasificaron en 5 clases iguales, en el presente estudio trabajamos únicamente con las zonas con alto potencial de recarga hídrica.

- Muy bajo 1
- Bajo 2
- Moderado 3
- Alto 4
- Muy alto potencial 5

#### **2.4. Recarga potencial al acuífero**

Este parámetro se realizó con la metodología de balance hídrico de suelos, basado en el principio de la conservación de la materia. O sea, el agua que entra a un suelo es igual al agua que se almacena en el suelo, más el agua que sale de él. Las entradas son debidas a la infiltración del agua hacia el suelo, y las salidas se deben a la evapotranspiración de las plantas, más la descarga de los acuíferos (Schosinsky, 2006, p.14)

##### **2.4.1. Balance de suelos**

El potencial de las aguas de los acuíferos subterráneos representa la máxima cantidad de agua a sustraer del acuífero, para que no sea sobreexplotado. Este potencial se calcula por medio de la recarga al acuífero, para ello se requiere conocer en primera instancia la fracción de lluvia que es interceptada por el follaje. Seguidamente la infiltración del agua de lluvia hacia el suelo. En tercer lugar se debe realizar un balance de suelos, que nos permita estimar el agua que drena del suelo hacia el acuífero (Schosinsky, 2006, p.14).

##### **2.4.1.1. Fracción de lluvia interceptada por el follaje**

Lluvias inferiores a 5 mm mensuales, no van a generar infiltración ya que se considera que en un mes con precipitación, por lo menos 5mm son interceptados por el follaje (Schosinsky y Losilla, 2000:



p.46). Ecuación para el cálculo de la retención mensual de lluvia por follaje según Schosinsky (2006, p.14): [Ec. 1]

Si P es menor o igual a 5 mm/mes,  $Ret = P$ .

Si el producto  $(P)(Cfo)$  es mayor o igual de 5 mm/mes,  $Ret = (P)(Cfo)$ .

Si P es mayor de 5mm/mes y el producto  $(P)(Cfo)$  menor de 5,  $Ret = 5$ .

Donde:

P = Precipitación mensual del mes [mm/mes].

Ret = Retención de lluvia en el follaje [mm/mes].

Cfo = Coeficiente de retención del follaje, para bosques muy densos Cfo = 0,20, otros Cfo = 0,12 [adimensional].

#### 2.4.1.2. Infiltración

La infiltración base (Fc) se obtuvo relacionando la velocidad de infiltración del agua dependiendo la textura del suelo.

**Tabla 2-2:** Infiltración básica según tipo de suelo

Tipo de suelo	Infiltración base mm/h
Arenoso grueso	25 a 60
Arenoso fino	18 a 25
Franco arenoso	14 a 18
Franco limoso	10 a 14
Franco arcilloso	7 a 10
Arcillo limoso	4 a 7
Arcilloso compacto	2 a 5

Realizado por: Sánchez Chacaguasay, Néstor, 2020.

Ecuación para calcular el coeficiente de infiltración por textura de suelo ( $K_{fc}$ ) según Schosinsky (2006: p.15): **[Ec. 2]**

Si  $f_c$  se encuentra entre 16 y 1568 mm/día  $K_{fc} = 0,267\ln(f_c) - 0,000154f_c - 0,723$

Si  $f_c$  es menor a 16 mm/día  $K_{fc} = 0,0148f_c/16$

Si  $f_c$  es mayor de 1568 mm/día  $K_{fc} = 1$

Además del coeficiente de infiltración debido a la textura del suelo, influye la pendiente del terreno y la vegetación. Estos coeficientes, vienen a conformar el coeficiente de infiltración del suelo ( $C_i$ ), basado en la siguiente ecuación (Schosinsky, 2006, p.15).

Ecuación para el cálculo del coeficiente de infiltración del suelo. **[Ec. 3]**

Si  $K_p + K_v + K_{fc}$  es mayor de 1,  $C_i = 1$ .

Si  $K_p + K_v + K_{fc}$  es menor o igual a 1, entonces  $C_i = K_p + K_v + K_{fc}$ .

Donde:

$C_i$  = Coeficiente de infiltración [adimensional].

$K_p$  = Fracción que infiltra por efecto de pendiente [adimensional].

$K_v$  = Fracción que infiltra por efecto de cobertura vegetal [adimensional].

$K_{fc}$  = Fracción que infiltra por textura del suelo [adimensional]

**Tabla 3-2:** Componentes del coeficiente de infiltración

Por pendiente	Pendiente	$K_p$
Muy plana	0,02%-0,06%	0,3
Plana	0,3%-0,4%	0,2
Algo plana	1%-2%	0,15
Promedio	2%-7%	0,1
Fuerte	mayor de 7%	0,06
Por cobertura vegetal:		$K_v$
Cobertura con zacate menos del 50%		0,09

Terrenos cultivados	0,1
Cobertura con pastizal	0,18
Bosques	0,2
Cobertura con zacate más del 75%	0,21

**Fuente:** Schosinsky y Losilla, 2000: p.45

#### 2.4.1.3. Infiltración mensual

La infiltración se calculó multiplicando el coeficiente de infiltración por el producto de la precipitación menos la infiltración, empelando la siguiente ecuación según Schosinsky (2006, p.16):

$$P_i = (C_i)(P - Ret) \quad \text{[Ec. 4]}$$

#### 2.4.1.4. Escorrentía superficial

Esta variable se obtuvo realizando la resta de la precipitación mensual menos la retención y menos la infiltración, aplicando la siguiente ecuación según Schosinsky (2006, p.16)

$$ESC = P - Ret - P_i \quad \text{[Ec. 5]}$$

#### 2.4.1.5. Evapotranspiración potencial (ETP)

La Evapotranspiración potencial es el transporte de agua que se produciría cuando el contenido de humedad en el suelo y la cobertura vegetal se encuentren en perfectas condiciones (Thornthwaite, 1948, p.56). Para la temperatura se tomó información de la plataforma WorldClim versión 2.1 que está en vigencia desde el 2020, esta plataforma dispone una base de datos meteorológicos y climáticos globales, históricos de 1970-2020 y futuros de alta resolución de 30 segundos en un área de (~ 1 km<sup>2</sup>) (Fick y Hijmans, 2017). Seguidamente con la herramienta Extract by Mask se extrajeron los datos de promedios mensuales de la temperatura para la zona de estudio. Posteriormente los 12 raster resultantes se sumaron con la herramienta raster calculator y se obtuvo la temperatura promedio anual, necesaria para el cálculo de la ETP.

**Índice de calor anual.**- Se calculó a partir de la temperatura media mensual con la siguiente fórmula según Thornthwaite (1948, p.89):

$$[i = (t/5)]^{1,514} \quad \text{[Ec. 6]}$$

El índice de calor anual se calculó mediante la suma de los índices de calor de cada mes en la calculadora raster.

**Exponente (a).**- Se calculó a partir del índice térmico anual (I) con la herramienta raster calculator a partir de la siguiente fórmula según Thornthwaite (1948, p.89):

$$a = 0.000000675 * I^3 - 0.0000771 * I^2 + 0.01792 * I + 0.49239 \quad \text{[Ec. 7]}$$

**Evapotranspiracion potencial sin corregir.**- Con los datos obtenidos anteriormente se calculó la ETP sin corregir con la siguiente fórmula según Thornthwaite (1948, p.90):

$$ETP_{sin\ corr} = 16 * (t_m)^a \quad \text{[Ec. 8]}$$

Donde:

ETP sin corr: Evapotranspiracion potencial mensual sin corregir

tm: temperatura media mensual

I: indice de calor anual

a: función compelja de I

La corrección de la ETP se realizó tomando en cuenta los días que tiene cada mes y en referencia a las horas de calor teórico (Thornthwaite, 1948, p.89) estas variables se encuentran en relacion a la latitud donde se encuantra la zona de estudio.

$$L = Nd/30 * N/12 \quad \text{[Ec. 9]}$$

Donde:

L: Factor de corrección

Nd: Numero de días del mes

N: Número maximo de horas de sol, dependiendo de la latitud y del mes

Ya con el factor de corrección, se calculó la ETP corregida, aplicando la siguiente ecuación según Thornthwaite (1948):

$$ETP = ETP_{\text{sin corr}} * L \quad [\text{Ec.10}]$$

#### 2.4.2. Recarga al acuífero con la metodología de Schosinsky (2006)

**Humedad inicial del suelo.-** Para calcular la humedad inicial del suelo (Hsi) en (mm), del mes que se tomó la muestra, se pasó de porcentaje por peso de suelo seco, a porcentaje por volumen mediante la siguiente ecuación propuesta por Schosinsky (2006, p.19):

$$\% \text{ por volumen} = (\% \text{ por peso de suelo seco}) \quad [\text{Ec. 11}]$$

Basado en el estudio de Cunalata e Inga (2012: p.121) en la cuantificación de carbono almacenado en el páramo de dos comunidades de la provincia de Chimborazo, determinan que en la parte alta del ecosistema el contenido de humedad es de 34%. Los mm de agua se obtuvieron aplicando la siguiente ecuación según Schosinsky (2006, p.20).

$$\text{mm de agua} = (\% \text{ de humedad por volumen})(\text{profundidad efectiva en mm}) \quad [\text{Ec. 12}]$$

##### 2.4.2.1. Coeficiente 1 (C1)

Según Schosinsky (2006, p.20) al no existir evapotranspiración, la precipitación que infiltra (Pi) aumentaría la humedad en el suelo, permitiendo una mayor evapotranspiración. Si no se considera la evapotranspiración, el coeficiente de humedad, al final del mes, sería (C1).

$$C1 = (HSi - PM + Pi) / (CC - PM) \quad [\text{Ec. 13}]$$

Donde:

C1 = Coeficiente de humedad al final del mes antes de que ocurra la evapotranspiración.

Hsi = Humedad al inicio del mes, humedad de suelo inicial en [mm].

PM = Punto de marchitez en [mm].

Pi = Precipitación que infiltra en [mm/mes].

CC = Capacidad de campo en [mm].

#### 2.4.2.2. Coeficiente 2 (C2)

Según Schosinsky (2006, p.20) indica que este coeficiente se calcula si se considera la evapotranspiración, una vez ocurrida la infiltración y propone calcular con la siguiente Ecuación:

$$C2 = (HSi - PM + Pi - ETPR) / (CC - PM) \quad [\text{Ec. 14}]$$

Donde:

C2 = Coeficiente de humedad al final del mes, después de que ocurra la evapotranspiración.

ETPR1 = Evapotranspiración potencial real [mm/ mes], considera la humedad correspondiente al coeficiente C1.

ETP = Evapotranspiración potencial [mm/mes].

#### 2.4.2.3. Evapotranspiración potencial real (ETPR)

Se calculó aplicando la siguiente ecuación propuesta por Schosinsky (2006, p.20):

$$\text{ETPR (mm/mes)} = ((C1 + C2)/2) \text{ ETP} \quad [\text{Ec. 15}]$$

Donde:

ETPR= Evapotranspiración potencial real [mm/mes]

C1 = Coeficiente de humedad máximo, sin considerar la evapotranspiración.

C2 = Coeficiente de humedad mínimo considerando evapotranspiración calculada con C1.

ETP = Evapotranspiración potencial [mm/mes]

#### 2.4.2.4. Humedad disponible (HD)

Ya con los datos de las variables anteriores HD se calculó aplicando la siguiente ecuación propuesta por Schosinsky (2006, p.20):

$$\text{HD (mm/mes)} = \text{HSi} + \text{Pi} - \text{PM} \quad [\text{Ec. 16}]$$

Donde:

HD = Humedad disponible [mm/mes].

Hsi = Humedad de suelo inicial [mm].

Pi = Precipitación infiltrada [mm/mes].

PM = Punto de marchitez [mm].

#### 2.4.2.5. Evapotranspiración Real (ETR)

Esta variable se calculó mediante la siguiente ecuación propuesta por Schosinsky (2006, p.21):

Si  $((C1+C2) / 2)$  ETP es menor o igual a HD,  $ETR \text{ (mm/mes)} = ((C1+C2) / 2) \text{ ETP}$  Si  $((C1+C2) / 2)$  ETP es mayor que HD,  $ETR \text{ (mm/mes)} = HD$  **[Ec. 17]**

Donde:

ETR = Evapotranspiración real promedio de la zona, ocurrida durante el mes [mm/mes].

C1 = Coeficiente de humedad máximo, sin considerar la evapotranspiración [adimensional].

C2 = Coeficiente de humedad mínimo considerando evapotranspiración calculada con C1, [adimensional].

ETP = Evapotranspiración potencial [mm/ mes].

HD = Humedad disponible [mm/mes]

#### 2.4.2.6. Humedad final (Hsf)

La última variable para realizar el cálculo, es Hsf que se calculó aplicando la siguiente ecuación propuesta por Schosinsky (2006, p.21):

Si  $(HD + PM - ETR)$  es menor que la capacidad de campo,  $HSf = HD + PM - ETR$  Si  $(HD + PM - ETR)$  es mayor o igual que la capacidad de campo,  $HSf = CC$  **[Ec. 18]**

Donde:

HSf = Humedad del suelo final (final de mes) [mm].

HD = Humedad disponible [mm/mes].

PM = Punto de marchitez [mm].

ETR= Evapotranspiración real [mm/mes].

CC = Capacidad de campo [mm].

### **2.4.3. Cálculo de recarga potencial al acuífero**

La recarga al acuífero se produce, si el volumen de agua que infiltra es suficiente para llevar al suelo a capacidad de campo y satisfacer la evapotranspiración de las plantas. Al satisfacer la capacidad de campo y la evapotranspiración queda una cantidad de agua restante, es la que recarga al acuífero (Schosinsky, 2006, p.21).

$$R_p = P_i + H_{Si} - H_{Sf} - ETR \quad [\text{Ec. 19}]$$

Donde:

$R_p$  = Recarga potencial mensual en mm/mes.

$P_i$  = Precipitación que infiltra en mm/mes.

$H_{Sf}$  = Humedad del suelo al final del mes en mm.

$ETR$  = Evapotranspiración real en mm/mes.

### **2.5. Recarga potencial anual**

La recarga potencial anual es el resultado de la suma de la recarga de cada mes, para obtener el volumen total en el área de estudio, se realizó la conversión de unidades  $R_p$  en (mm) se transformó a (m) y el área de estudio, a metros cuadrados ( $m^2$ ) obteniendo de esta forma el volumen de la  $R_p$  en metros cúbicos ( $m^3$ ).

### **2.6. Densidad Aparente del suelo**

La densidad aparente del suelo se obtuvo de las muestras tomadas en la zona de estudio los días 8-9-15-16 y 17 de junio del 2020. Por el Proyecto DIMATEZ - Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y analizadas en la Universidad Nacional de Chimborazo.



## 2.7. Profundidad efectiva

La profundidad efectiva del suelo se calculó mediante Sistemas de Información Geográfica, de la capa de suelos de la subcuenca del río Chambo se seleccionó las variables de profundidad, seguidamente mediante la herramienta Data Export-Data se obtuvo el mapa con las distintas profundidades de la zona de estudio.

## 2.8. Punto de marchitez permanente y Capacidad de campo

Estos dos valores se tomaron del cuadro referencial en porcentaje por peso de suelo seco de diferentes texturas de suelos (Grassi, 1976).

**Tabla 4-2:** Punto de marchitez permanente y capacidad de campo

Textura del suelo	Porcentaje por peso de suelo seco		
	PMP %	CC%	Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )
Arenoso	2-6	6-12	1,55-1,80
Franco-arenoso	4-8	10-18	1,40-1,60
Franco	8-12	18-26	1,35-1,50
Franco-arcilloso	11-15	23-31	1,30-1,40
Arcilloso-arenoso	13-17	27-31	1,25-1,35
Arcilloso	15-19	31-39	1,20-1,30

Fuente: Grassi, 1976.

## 2.9. Identificar amenazas y vulnerabilidades en zonas con alto potencial de recarga hídrica

Para la determinación de amenazas y vulnerabilidades se empleó la metodología Evaluación Multicriterio. Esta técnica se basa en la ponderación y compensación de variables que van a influir de manera tanto positiva (aptitud) o negativa (impacto) sobre la actividad objeto de decisión y que deben ser analizados y clasificados previamente. En este caso, el proceso permite obtener mapas que expresan la aptitud del suelo para ser conservado. La variación en la asignación de los pesos mediante la comparación por pares de variables hace posible la generación de diferentes

modelos cartográficos que serán posteriormente estudiados y comparados (Molero Melgarejo, et al., 2007: p.125).

Para comprender este criterio analizamos lo expresado por Principi:

*El análisis de evaluación multicriterio comienza con una información básica, como se ha mencionado, compuesta por variables en formato cartográfico que sirven como criterios para realizar los procedimientos de evaluación. Hay dos tipos de criterios; aquellos que presentan valores continuos de aptitud locacional en cada variable, llamados factores, y las capas temáticas que actúan con la finalidad de asignar los resultados en un sector delimitado del área de estudio, llamados restricciones (Principi, 2014, p.20).*

A través de la selección de variables, sus tratamientos tendientes hacia la generación de factores y restricciones, y la definición de distintas formas de combinación procedemos a la búsqueda de resultados. Los métodos de vinculación se denominan reglas de decisión y su proceso de aplicación evaluación (Principi, 2014, p.20). En el desarrollo de esta investigación se consideraron tres criterios; amenaza por intervención antrópica, amenaza por erosión hídrica y amenaza por deslizamientos. Con el programa ArcGis, se proyectó a coordenadas UTM, zona 17S, datum WGS84 (Hernández, et al., 2020: p.7).

### ***2.9.1. Criterio de riesgos por deslizamiento***

Para generar el mapa de deslizamientos se utilizaron las capas de cobertura vegetal, precipitación y pendiente (Andrade Dávila, 2018, p.30) a continuación, se muestra el procedimiento para la reclasificación y ponderación de cada factor.

#### ***2.9.1.1. Factor cobertura vegetal***

Para la reclasificación de dicho factor se consideró el criterio de que las zonas sin presencia de vegetación son más favorables para que se desarrollen deslizamientos (Muenala Muenala, 2018: p.31). El tipo, la densidad, la capacidad de interceptación de la cobertura vegetal, constituyen factores de resistencia o favorecimiento de procesos morfodinámicos como la erosión y los movimientos en masa (Muenala Muenala, 2018; Cartaya Ríos, et al., 2010).

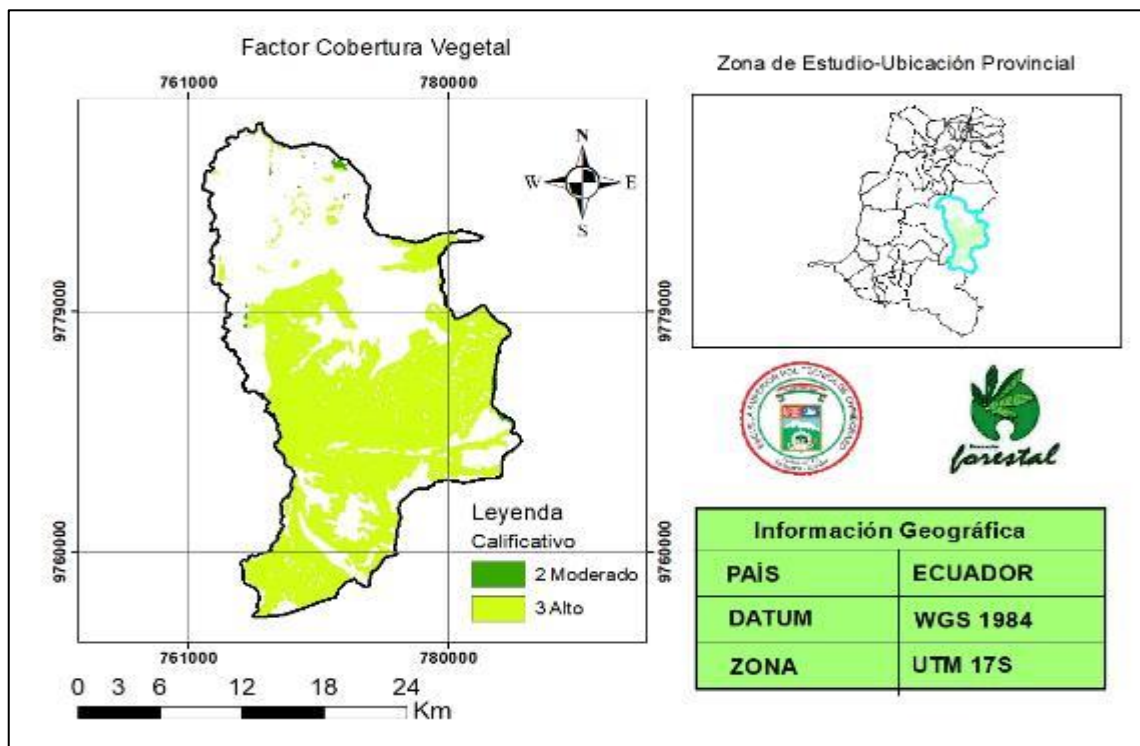
La capa de cobertura vegetal se obtuvo del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP, 1990) en los archivos de información geográfica del Sistema Nacional de Información (SNI) actualizado el 31 de diciembre de 2014 a una escala de 1:250.000 es un archivo tipo polígono. Generado el mapa se procedió a convertir en un archivo raster con la herramienta de conversión (Raster to Polygon) a una resolución espacial de 20 m finalmente se realizó la reclasificación (Muenala Muenala, 2018, p.33) lo podemos apreciar en la siguiente tabla:

**Tabla 5-2:** Ponderación del factor cobertura vegetal

Tipo de cobertura	Ponderación	Calificativo
Cultivos pasto bosque	3	Alto
Pasto cultivado	3	Alto
Chaparro	2	Moderado
Matorral húmedo	2	Moderado
Cultivos de altura	3	Alto
Vegetación de paramo	3	Alto

Fuente: MAGAP, 1990.

Realizado por: Sánchez Chacaguasay, Néstor, 2020.



**Figura 2-2.** Mapa de cobertura vegetal reclasificado

Realizado por: Sánchez Chacaguasay, Néstor, 2020.

### 2.9.1.2. Factor pendiente

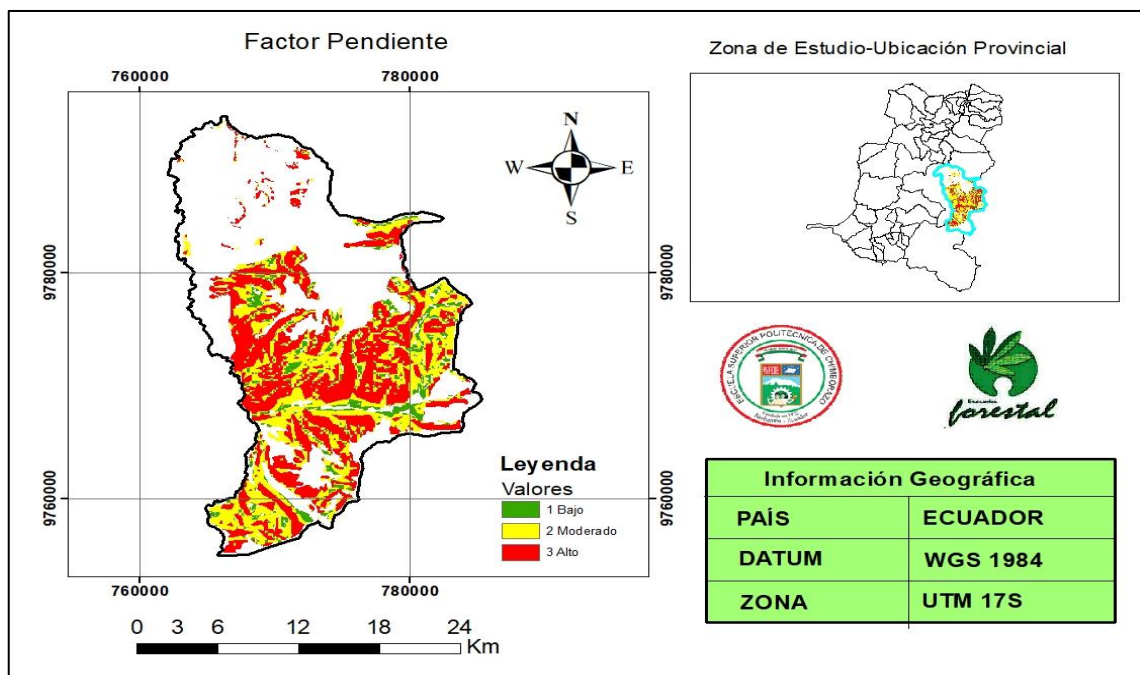
Para establecer los rangos, se calculó la pendiente de la zona de estudio a partir de las curvas de nivel de la provincia de Chimborazo, dichas curvas son un formato vectorial en líneas, a partir de este se creó un TIN posteriormente se transformó a formato raster (TIN To Raster). A partir del Modelo Digital de Elevación (DEM) se obtuvo el mapa de pendiente con la herramienta SLOPE, con una resolución de 20 m (Muenala Muenala, 2018, p.28). La unidad de medida de los rangos de la pendiente fue en grados. En base a Segovia Puente (2017, p.24) se reclasificó los valores de la pendiente en 4 rangos.

**Tabla 6-2:** Ponderación del factor pendiente para deslizamientos

Característica	Rango	ponderación	calificativo
Plana, suave	0-7°	1	Bajo
Media	7°-14°	2	Moderado
Media fuerte, fuerte	14°-35°	3	Alto
Muy fuerte, Escarpado	>35°	3	Alto

Fuente: Segovia Puente, 2017, p.24

Realizado por: Sánchez Chacaguasay, Néstor, 2020.



**Figura 3-2.** Mapa de pendiente reclasificado para deslizamientos

Realizado por: Sánchez Chacaguasay, Néstor, 2020.

### 2.9.1.3. Factor precipitación

“La precipitación es un disparador de deslizamientos/movimientos en masa, estos fenómenos ocurren en zonas donde la precipitación aumenta drásticamente. El criterio, se basa en que las zonas de mayor precipitación son más propensas a sufrir deslizamientos” (Muenala Muenala, 2018, p.35).

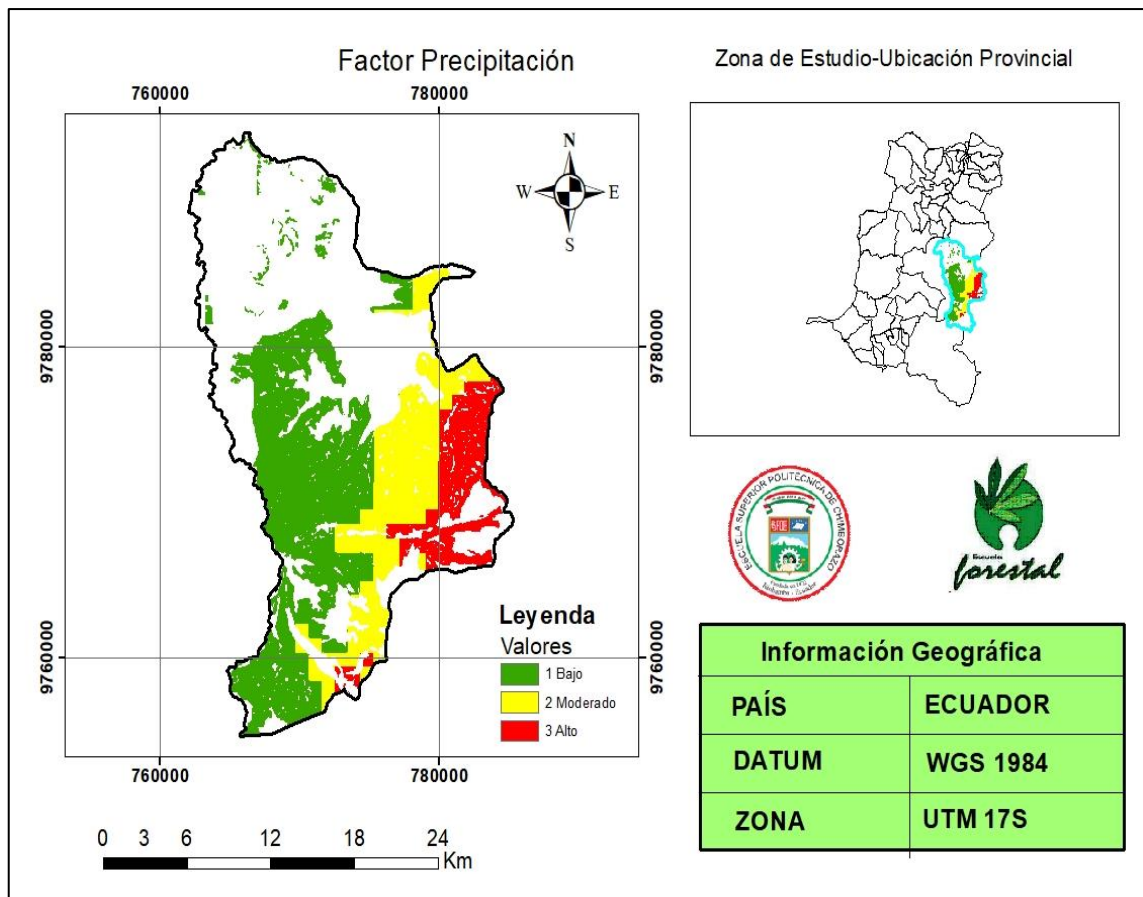
Los datos de precipitación se obtuvieron de la plataforma Worldclim analizados en el **Objetivo 1**. Esta capa de precipitación se cortó para la zona de estudio y se transformó a un archivo raster de resolución espacial de 20 m, con la herramienta reclassify se reclasificó y se realizó la ponderación (Muenala Muenala, 2018, p.36).

**Tabla 7-2:** Ponderación del factor precipitación

Precipitación	Ponderación	Calificativo
800-900	1	Bajo
900-1000	1	Bajo
1000-1100	1	Bajo
1100-1200	2	Moderado
1200-1300	3	Alto
1300-1400	3	Alto

**Fuente:** Muenala, 2018, p.36

**Realizado por:** Sánchez Chacaguasay, Néstor, 2020.



**Figura 4-2.** Mapa de precipitación reclasificado

**Realizado por:** Sánchez Chacaguasay, Néstor, 2020.

#### 2.9.1.4. Obtención del mapa de amenazas por deslizamiento

Para obtener dicho mapa se trabajó con los tres factores indicados anteriormente, los mismos que luego de la ponderación individual fueron integrados mediante la herramienta Weighted Overlay. A cada elemento se dio un peso de acuerdo a su influencia en la amenaza, al factor pendiente se asignó un peso del 40%, a la cobertura vegetal 30% y a la precipitación un 30% (Muenala Muenala, 2018, p.37). Basado en otros estudios se considera la pendiente como el factor más influyente, según Ruiz Palacios (2020, p.39) en su estudio susceptibilidad a deslizamientos en el valle de JOA Provincia de Manabí, toma mayor importancia al factor pendiente ante la susceptibilidad a deslizamientos. “La pendiente del terreno es uno de los elementos geomorfológicos más importantes en el análisis del riesgo por deslizamiento” (Viltres-Milán et al., 2019: p.135).

## **2.9.2. Criterio de riesgos por erosión**

### *2.9.2.1. Textura del suelo*

Textura de suelo de la cuenca del río Chambo, esta capa se obtuvo de SIGAGRO, de los archivos de Información Geográfica del Sistema Nacional de Información a una escala 1:50.000, tipo polígono actualizada el 31 de diciembre del 2014, que presenta la clasificación de la textura de los suelos. El proceso se realizó con el programa ARCGIS, mediante la herramienta Clip de Geoprocessing recortamos la textura del suelo para nuestra zona de estudio. Dicho polígono lo transformamos a formato raster, con la herramienta de conversión (Polygon to raster) resolución espacial de 20 m, posteriormente se reclasificó con la herramienta Reclassify de Spatial Analyst tools con su debida ponderación (Muenala Muenala, 2018, p.34). Para la ponderación de este factor se tomó en cuenta criterios citados en diferentes estudios:

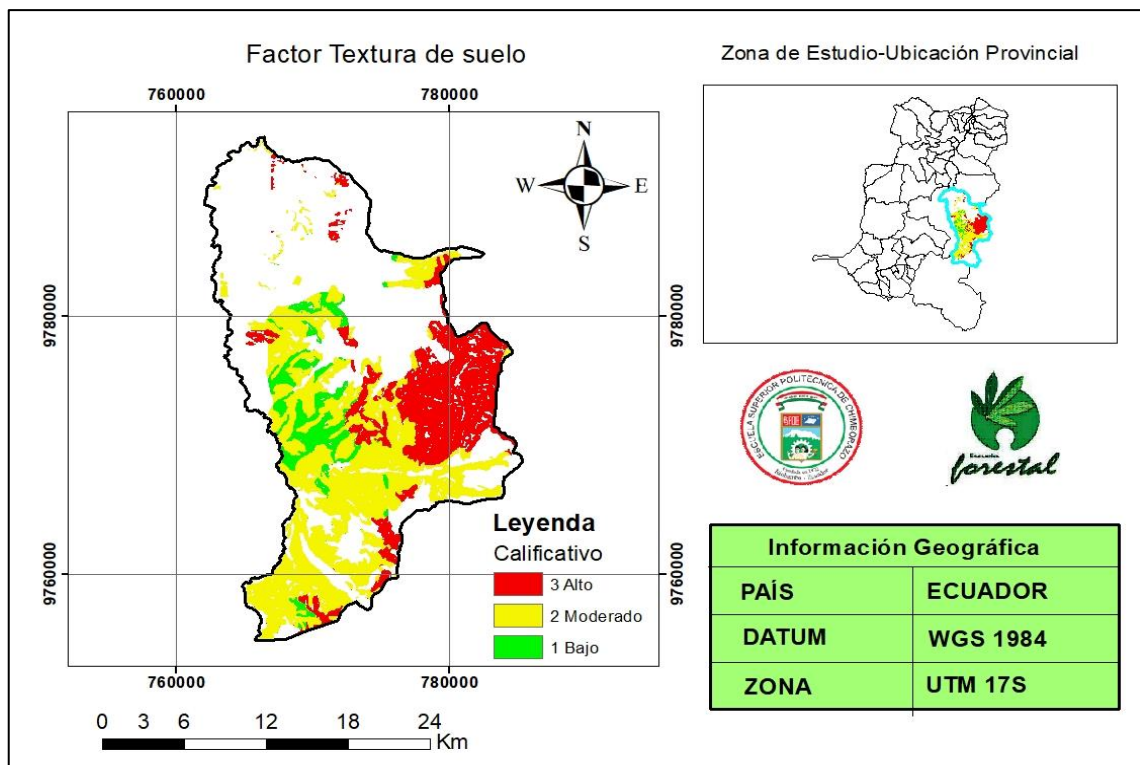
- De factores como estabilidad de los poros y del tamaño de partículas del suelo depende la capacidad de infiltración, suelos con elementos estables presentan una distribución uniforme de sus poros, por el contrario, suelos con alto contenido de arcillas presentan alto nivel de dificultad para la infiltración, lo que genera el movimiento del agua a favor de la pendiente generando erosión (Calero Pérez, 2017, p.47; Wilches y Vintimilla, 2008).
- Un alto porcentaje de arcilla dispersa en agua (ADA) indica que la solución del suelo es sódica, los poros del suelo se cierran y se forma una capa superficial sellada, lo cual afecta a la infiltración y aumenta el riesgo a erosión (Condé et al., 2012: p.103; citados en Novillo Espinoza et al., 2018: pp.178-179).
- A nivel de textura, los suelos con alto contenido de limo son más susceptibles a la erosión porque los poros del suelo son más impermeables por el limo, lo que reduce la capacidad de infiltración causando mayor escorrentía. Los suelos con alto contenido de arcilla tendrán baja capacidad de infiltración, y son muy susceptibles a la erosión en caso de aguaceros intensos. Los suelos arenosos tienen una gran capacidad de infiltración, absorbiendo la mayor parte del agua sin originar escorrentía superficial, sin embargo, la baja capacidad de unión de los agregados favorece el arrastre de sus partículas en lluvias intensas (Cubero Fernández, 1994; citado en Campaña, 2015, p.5).
- Suelos arcillosos o franco arcillosos. Son suelos con buena fertilidad y capacidad de almacenar nutrientes y agua, usualmente tienen altos contenidos de materia orgánica. Sin embargo, son de difícil manejo agronómico, se compactan si se mecaniza muy húmedo o

muy seco. Dependiendo de su posición en el paisaje y del régimen de lluvias, son erodables puesto que la infiltración superficial es lenta, (Yáñez-Yáñez, et al., 2017: p.156).

**Tabla 8-2:** Ponderación de la textura del suelo

Textura de suelo	Calificativo	Ponderación
No aplica	Bajo	1
Arenas finas	Moderado	2
Arenas	Alto	3
Arcillas	Alto	3
Limoso	Moderado	2
Roca	Bajo	1
Franca	Bajo	1
Franca arenosa	Alto	3

Realizado por: Sánchez Chacaguasay, Néstor, 2020.



**Figura 5-2.** Mapa de textura de suelo reclasificado

Realizado por: Sánchez Chacaguasay, Néstor, 2020.



### 2.9.2.2. Erosión por pendiente

Como insumo principal se utilizó las curvas de nivel de la provincia de Chimborazo, a partir de este se creó un TIN posteriormente se transformó a formato raster (TIN To Raster) creando un archivo DEM, posterior a esto se obtuvo el mapa de pendiente con la herramienta SLOPE con una resolución espacial de 20 m, la unidad de medida de los rangos de la pendiente fue en porcentaje (%), seguidamente con la herramienta reclassify la pendiente se reclasificó en 7 rangos (Muenala Muenala, 2018, p.28).

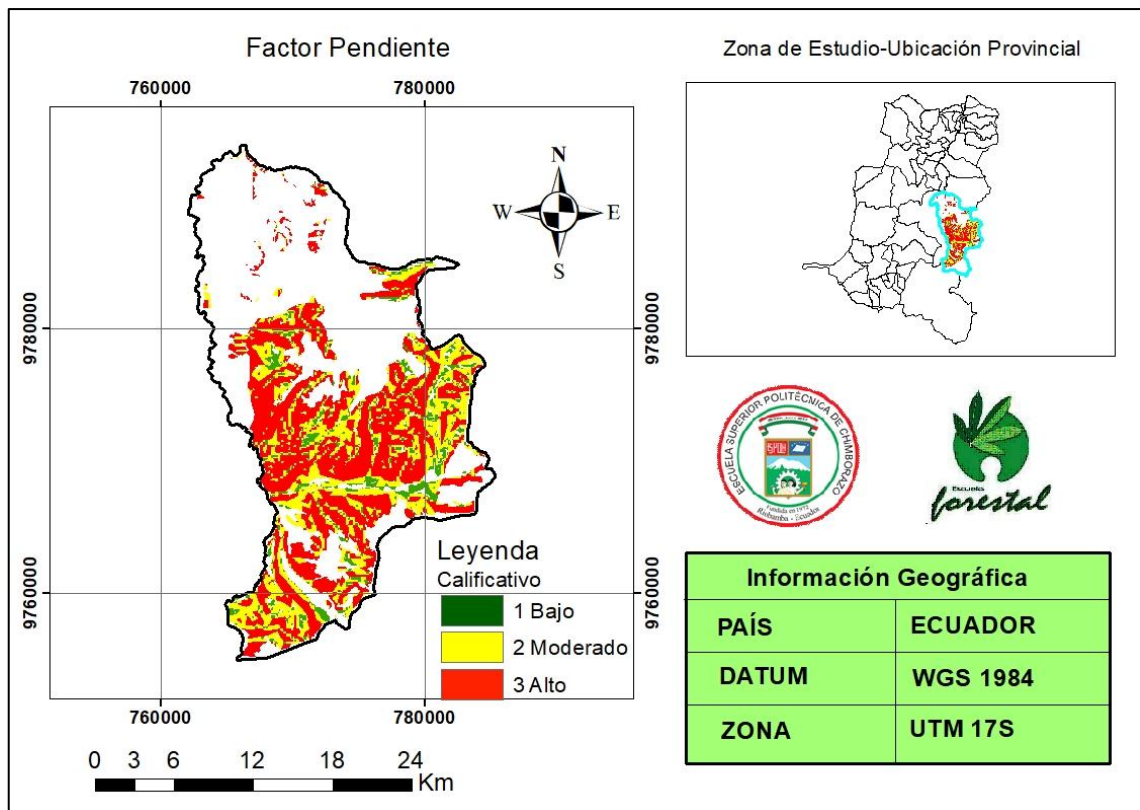
Para reclasificar la pendiente se basó en el Plan de Manejo y Cogestión del Territorio Hídrico de Cebadas: Yasepán, Tingo, Ichubamba y Guarguallá (Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Chimborazo, 2013, p.25). Los relieves inclinados (montañosos y escarpados) establecen un escenario más favorable que una zona plana (Muenala Muenala, 2018, p.27).

**Tabla 9-2:** Ponderación del factor pendiente para la erosión

Rango	Calificativo	Ponderación
0-5%	Leve	1
5%-12%	Leve	1
12%-25%	Moderado	2
25%-50%	Severo	3
50%-70%	Severo	3
> 70%	Severo	3

**Fuente:** Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Chimborazo, 2013, p.57

**Realizado por:** Sánchez Chacaguasay, Néstor, 2020.



**Figura 6-2.** Mapa de pendiente reclasificado para erosión

**Realizado por:** Sánchez Chacaguasay, Néstor, 2020.

### 2.9.2.3. Obtención del mapa de amenazas por erosión hídrica

Este mapa se crea una vez desarrollado los dos factores indicados precedentemente, los mismos que luego de realizar su ponderación de forma individual, estos factores deben estar previamente rasterizados, posteriormente se realiza su unión respectiva mediante la herramienta Weighted Overlay. A cada factor se le asignó un peso de acuerdo a su importancia sobre la amenaza (Muenala Muenala, 2018, p.37), en este caso la influencia de los factores se consideró equitativamente, textura de suelo 50% y pendiente 50 %.

Los valores para analizarse deben tener el mismo significado entre las dos capas. Seguidamente se establece la escala de evaluación, en este caso fue de 1 al 3 pasando uno en uno (1 to 3 by 1) finalmente se compara los polígonos que tengan la misma ponderación.

### 2.9.3. *Criterio de riesgos por intervención antrópica*

La metodológica para la identificación de amenazas antrópicas, se realizó mediante el criterio de Andrade Dávila (2018, p.33) la misma que fue adaptada al variar las características de la zona de estudio. Para determinar la amenaza por intervención antrópica se utilizó la capa de cobertura y uso de la Tierra 2018, actualizado por el Ministerio del Ambiente en septiembre del 2019 (MAE, 2019) es una capa vectorial de polígonos que nos indica los sitios que están ya intervenidos y los que se encuentran conservados a nivel Nacional, seguidamente cortamos para la zona de estudio.

Una vez generada esta capa se realizó la conversión a un archivo raster a una resolución espacial de 20 m a través de la herramienta de conversión **Polygon to Raster** finalmente con la herramienta Reclassify se procedió a su reclasificación (Muenala Muenala, 2018, p.38). ArcGIS Spatial Analyst permite realizar reclasificaciones de los valores de las celdas, es decir reemplazar los valores actuales de cada celda, por nueva información. Se puede reclasificar datos de cualquier variable almacenada en formato ráster. Los valores fueron agrupados de acuerdo a la ponderación con los valores 1,2 y 3, según la importancia de cada uno de ellos (Andrade Dávila, 2018, p.41).

**Tabla 10-2:** Ponderación de amenaza antrópica

Característica	Ponderación	Calificativo
Vegetación herbácea	1	Leve
Vegetación arbustiva	1	Leve
Tierra agropecuaria	3	Severo
Paramo	1	leve
Área sin cobertura vegetal	1	leve
Natural	1	leve
Plantación forestal	2	Moderado

Fuente: MAE, 2019.

Realizado por: Sánchez Chacaguasay, Néstor, 2020.

### 2.9.4. *Metodología para determinar la vulnerabilidad*

Para el cálculo de la vulnerabilidad del lugar, se utilizó la información cartográfica de la parroquia Cebadas, provincia Chimborazo. Los mapas temáticos elaborados presentan las características de acuerdo a las variables presentadas en la metodología para determinar la amenazas en la zona de

estudio, estas variables corresponden a los procesos geológicos donde incluye deslizamientos o derrumbes, erosión y amenazas por intervención antrópica (Nangüelú Hernández, 2018, p.28). “El uso de los Sistemas de Información Geográfica, tiende ser uno de los más importantes en la actualidad, gracias a la información espacial; el procesamiento de los datos, facilita los trabajos para la elaboración de mapas temáticos” (Nangüelú Hernández, 2018, p.61).

A estas variables se aplicó Buffer, lo cual crea polígonos de zona de influencia alrededor de los datos de entrada a una distancia especificada, para cada variable se le asignó valores de acuerdo a los diferentes mapas cartográficos, se realizó el buffer correspondiente para el cálculo de la vulnerabilidad del lugar (Nangüelú Hernández, 2018, p.29). Para las variables que contienen información cuantitativa y está representado por puntos o líneas en este estudio dichas variables fueron las fallas a las que se les aplico una zona de influencia de 100 m (Nangüelú Hernández, 2018, p.33).

Viltres Milan (2010, p.55) en su estudio de evaluación de riesgos por deslizamientos en taludes y laderas del Municipio Moa, utiliza un radio con intervalos de 100 m para la zona de influencia relacionada a la ocurrencia de deslizamientos. González-Baheza (2017) en su estudio para la obtención del mapa de superficies inundables por el desborde de arroyos en su zona de estudio considera valores de 50, 100 y 200 m, para las zonas de influencia. Para este estudio se considera las zonas de influencia de 100 m considerando aspectos como, el límite de la zona de estudio y el aumento de la frontera agrícola de cada año.

**Tabla 11-2:** Variables y zonas de influencia

Variable	Área de influencia
Deslizamientos	100 m
Erosión Hídrica	100 m
Intervención antrópica	100 m

**Realizado por:** Sánchez Chacaguasay, Néstor, 2021.

#### 2.9.4.1. Vulnerabilidad en las zonas de deslizamiento

Para determinar las zonas vulnerables se parte del mapa de amenazas por deslizamiento obtenido anteriormente, este mapa desarrollado en formato raster se transforma a un archivo de polígono a

través de la herramienta Raster to Polygon, este proceso se realiza para calcular el área de los calificativos de la amenaza. En la tabla de atributos seleccionamos los polígonos que pertenecen a un nivel de amenaza alto, mediante la opción Data y Export-data extraemos las zonas indicadas. Seguidamente se aplicó una zona de influencia con un radio de 100 m (Nangüelú Hernández, 2018, p.33). Para determinar las zonas de influencia o zonas muy vulnerables a deslizamientos, finalmente se calcula el área comprendida en los polígonos obtenidos.

#### *2.9.4.2. Vulnerabilidad por erosión hídrica*

Para determinar las zonas vulnerables se parte del mapa de erosión hídrica obtenido anteriormente, este mapa desarrollado en formato raster se transforma a un archivo de polígono a través de la herramienta Raster to Polygon, este proceso se realiza para calcular el área de los calificativos de la amenaza.

En la tabla de atributos seleccionamos los polígonos que pertenecen a un nivel de amenaza alto, mediante la opción Data y Export data extraemos las zonas indicadas. Seguidamente se aplicó una zona de influencia con un radio de 100 m (Nangüelú Hernández, 2018, p.33). Para determinar las zonas de influencia o zonas muy vulnerables a erosión hídrica, finalmente se calcula el área comprendida en los polígonos obtenidos. Al área del buffer se resta el área de las zonas con amenaza alta y se obtiene al área total de las zonas vulnerables.

#### *2.9.4.3. Vulnerabilidad en las zonas de intervención antrópica*

Para determinar las zonas vulnerables se parte del mapa de amenaza por intervención antrópica obtenido anteriormente, siendo la tierra agropecuaria con un índice de amenaza alto, este mapa obtenido en formato raster se transforma a un archivo de polígono a través de la herramienta Raster to Polygon, este proceso se realiza para calcular el área de los calificativos de la amenaza.

En la tabla de atributos seleccionamos los polígonos que pertenecen a un nivel de amenaza alto, mediante la opción Data y Export data extraemos las zonas indicadas. Seguidamente se aplicó un buffer de un radio de 100 m para determinar las zonas de influencia (Nangüelú Hernández, 2018, p.33) zonas muy vulnerables a erosión hídrica, finalmente se calcula el área comprendida en los

polígonos obtenidos. Al área del buffer se resta el área de las zonas con amenaza alta y se obtiene al área total de las zonas vulnerables.

## **2.10. Diseño de medidas de manejo y conservación en zonas con alto potencial de recarga hídrica**

Ya identificadas las zonas que presentan amenazas y vulnerabilidades, naturales y antrópicas se diseña este tipo de medidas que podrán ser aplicadas para preservar las zonas de alto potencial de recarga hídrica, el cumplimiento de este objetivo se lleva a cabo con la metodología de **Marco Lógico**.

Para comprender esta metodología analicemos lo expuesto por Ramos:

*El marco lógico permite hacer una planeación estratégica, para darle rumbo a un país, región, ciudad o territorio, esto en la medida en que se priorizan problemas o necesidades de las comunidades para poder darles solución, ya que de no ser así, las situaciones serían como antes y el país o territorio quedaría rezagado en materia de desarrollo, debido a que al no haber unos objetivos específicos, un plan estratégico con grandes metas, entonces las inversiones se hacen en sectores que no impactan en las comunidades, en su desarrollo y el desarrollo regional (Ramos Bedón, 2017, p.2).*

El propósito principal consiste en la estructuración del proceso de planificación y al mismo tiempo crear una comunicación entre la información esencial relativa al proyecto es esta la razón por la que puede ser utilizada en todas las etapas y fases del proyecto. Esto permitirá responder de forma más eficiente a los problemas que se presentan en los proyectos (Monroy Alvarado, 2018: p.31). Como resumen podemos decir que es la línea de partida, un instrumento generador, del cual nacen otros instrumentos de control del proyecto como el presupuesto, distribución de recursos, cronograma de ejecución y plan de seguimiento, mismos que dan más realce y enriquecen la matriz que se forma (Monroy Alvarado, 2018, p.33). Para la presente Metodología Monroy Alvarado (2018, p.43) establece los siguientes pasos:

- Análisis de involucrados
- Análisis de Problemas

- Análisis de Objetivos
- Identificación de las alternativas
- Matriz de marco lógico

### ***2.10.1. Análisis de involucrados***

“Este análisis trabaja con los grupos involucrados de forma indirecta o directa con los efectos del problema. Se busca determinar qué cambios son requeridos y factibles desde el punto de vista de los beneficiarios y desde los niveles de decisión” (Monroy Alvarado, 2018, p.44). El análisis de involucrados Según Ortegón, et al., (2015: p.16) implica:

- Identificar todos aquellos que pudieran tener interés o que se pudieran beneficiar directa e indirectamente (pueden estar en varios niveles, por ejemplo, local, regional, nacional).
- Investigar sus roles, intereses, poder relativo y capacidad de participación.
- Identificar su posición, de cooperación o conflicto, frente al proyecto y entre ellos y diseñar estrategias con relación a dichos conflictos.
- Interpretar los resultados del análisis y definir cómo pueden ser incorporados en el diseño del proyecto.

### ***2.10.2. Análisis de problemas***

“El Análisis de Problemas es una técnica para definir con claridad la cadena Causas – Problemas – Efecto y su visualización en un diagrama explicativo. De este modo, se visualizan los problemas principales y sus derivados en forma de árbol, así como su relación causal” (Gonzales Carella y Díaz, 2018: p.5).

“El análisis de los problemas permite analizar con mayor claridad cuál debe ser el objetivo y la alternativa a seguir para dar solución a las necesidades de la comunidad, las actividades que se deben realizar para alcanzar dicho objetivo y posteriormente identificar y planificar el proyecto” (Caro González, 2016, p.37).

Es importante señalar que este análisis no tiene como fin solo la identificación de los problemas que presenta una comunidad si no encontrar entre ellos el central, es decir el que origina la existencia de los demás problemas, el cual con darle solución los de más problemas o la mayor parte de ellos se solucionarán (Caro González, 2016, p.37). Para que un problema se identificado de forma correcta se recomienda lo siguiente:

- Tener en cuenta la participación de los involucrados y
- Redactar los problemas en presente continuo y de forma negativa (Caro González, 2016, p.37).

En la investigación las principales problemáticas destacadas tenemos, la afectación a las zonas de recarga hídrica de forma antrópica por el avance de la frontera agrícola, la erosión de los suelos y efectos naturales como los deslizamientos.

### ***2.10.3. Análisis de objetivos***

La formulación de los objetivos va ligada en gran medida al nivel de profundidad, claridad, objetividad y pertinencia del árbol de problemas establecido, y generar, a partir de este, los elementos que permitan dar solución a cada componente del árbol de problemas (Carvajal Muñoz y Carmona García, 2016: p.123). Cambiar todas las condiciones negativas del árbol de problemas a condiciones positivas que se estime que son deseadas y viables de ser alcanzadas. Al hacer esto, todas las que eran causas en el árbol de problemas se transforman en medios en el árbol de objetivos, los que eran efectos se transforman en fines y lo que era el problema central se convierte en el objetivo central o propósito del proyecto. Como se puede comprender, si el segundo (árbol de objetivos) no es más que poner en blanco el primero (árbol de problemas), es muy importante haber elaborado bien el árbol de causas y efectos, para poder llegar a buenos fines y medios, es un paso para construir el árbol de objetivos (Ortegón, et al., 2015: p.75).

### ***2.10.4. Identificación de las alternativas***

“El haber enlazado y ordenado de manera jerárquica los objetivos, permite pasar al análisis de las alternativas, que consiste en determinar las distintas estrategias que podrían contribuir al desarrollo del proyecto” (Monroy Alvarado, 2018, p.51). Para configurar las diferentes alternativas para la solución del problema se agruparán acciones complementarias. Cada acción sustituta, junto con



las que le sean complementarias, originará una alternativa de programa (Aldunate y Córdoba, 2011: p.57). En las alternativas se considera los siguientes aspectos:

- Viabilidad técnica de construirla o implementarla
- Aceptabilidad de la alternativa por la comunidad
- Financiamiento requerido versus disponible
- Capacidad institucional para ejecutar y administrar la alternativa de programa
- Impacto ambiental (Aldunate y Córdoba, 2011: p.57).

## 2.11. Matriz de Marco Lógico

Para entender la lógica de la matriz analicemos lo expuesto por Caro:

*La matriz de marco lógico es el resultado de cada uno de los análisis de la metodología de marco lógico, donde se exponen de forma ordenada y clara cada uno de los pasos que se realizarán en la planeación, ejecución y evaluación del proyecto. La cual consta de una lógica horizontal (resumen narrativo, indicadores, medios de verificación y supuestos) y una lógica vertical (fin, propósito, componentes y actividades), diseñada en un cuadro de cuatro filas y cuatro columnas (4X4) (Caro González, 2016, p.55).*

### 2.11.1. Columnas

**Fin:** “Es el objetivo al que el proyecto hará una contribución significativa, normalmente a nivel sectorial o de país. Se refiere al impacto del proyecto. El fin se coloca en la primera celda de la primera columna de la Matriz de Marco Lógico” (Huancas de la Cruz, 2019, p.41).

**Propósito:** Al propósito se lo puede conocer como una hipótesis que representa el efecto directo (resultado) que se debería alcanzar como resultado de la utilización de los Componentes (productos) financiados por el proyecto, por parte de sus beneficiarios. En el Sistema de Marco Lógico, todos los proyectos deben ser de calidad y deberían tener un único Propósito. El Propósito

se ubica en la segunda celda de la primera columna (Resumen Narrativo) de la Matriz de Marco Lógico (Huancas de la Cruz, 2019, pp.40-41).

**Componentes:** Son los productos o bienes a entregar: obras, servicios, entrenamiento, etc. Que la agencia debe proporcionar de acuerdo con el contrato. Se deberían llamar resultados conseguidos: sistemas instalados, personas capacitadas, etc. Los componentes están situados en la tercera celda de la primera columna de la Matriz de Marco Lógico (Huancas de la Cruz, 2019, p.40).

**Actividades:** Son todas las acciones que lleva a cabo el ejecutor del proyecto para producir cada uno de los componentes del proyecto (resultados), y que implican presupuesto o utilización de recursos. Las actividades están situadas en la cuarta casilla de la primera columna de la Matriz de Marco Lógico (Huancas de la Cruz, 2019, p.40).

### **2.11.2. Filas**

**Resumen narrativo de los objetivos:** Se describe el objetivo o resultado al que se espera que el proyecto contribuya significativamente, para lo cual se realizará la definición de cómo el proyecto contribuirá a la solución del problema o problemas del sector (Monroy Alvarado, 2018, p.55).

**Indicadores:** La identificación de los indicadores son los que permiten hacer un seguimiento a la operación logística para las actividades seleccionadas es el siguiente paso, y se basa en las actividades logísticas seleccionadas, se debe tomar en cuenta que los indicadores sean específicos, medibles, realistas y que sea posible establecer un período de tiempo para su seguimiento (Arango Serna et al., 2017: p.710).

**Medios de verificación:** Son los métodos y fuentes utilizados para recoger información que permitirán evaluar y monitorear los indicadores y metas propuestos para observar el cumplimiento y avance de los objetivos de la intervención (Ortegón et al., 2015: p.86). En la investigación los medios de verificación que se destacan son: los listados de asistentes, actas de reuniones y facturas del presupuesto destinado para dicha actividad, comprobantes de pago por la adquisición de especies forestales e insumos para la plantación e informes técnicos de hectáreas reforestadas.

**Supuestos:** Los supuestos son condiciones externas que no pueden ser controladas por el ejecutor del proyecto o la institución a cargo, los mismo tienden a influir en el desarrollo del mismo contribuyen al éxito o al fracaso. Son sucesos que deben ocurrir para cumplir con los niveles de los objetivos de la intervención. Las dificultades a las que puede ser sometido el proyecto pueden ser, ambientales, económicos, políticos, sociales u otros aspectos (Camacho Serge, 2019, p.71). En la investigación los supuestos considerados relevantes tenemos, la participación activa o no de la población y la participación activa o no de las Instituciones presentes.

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

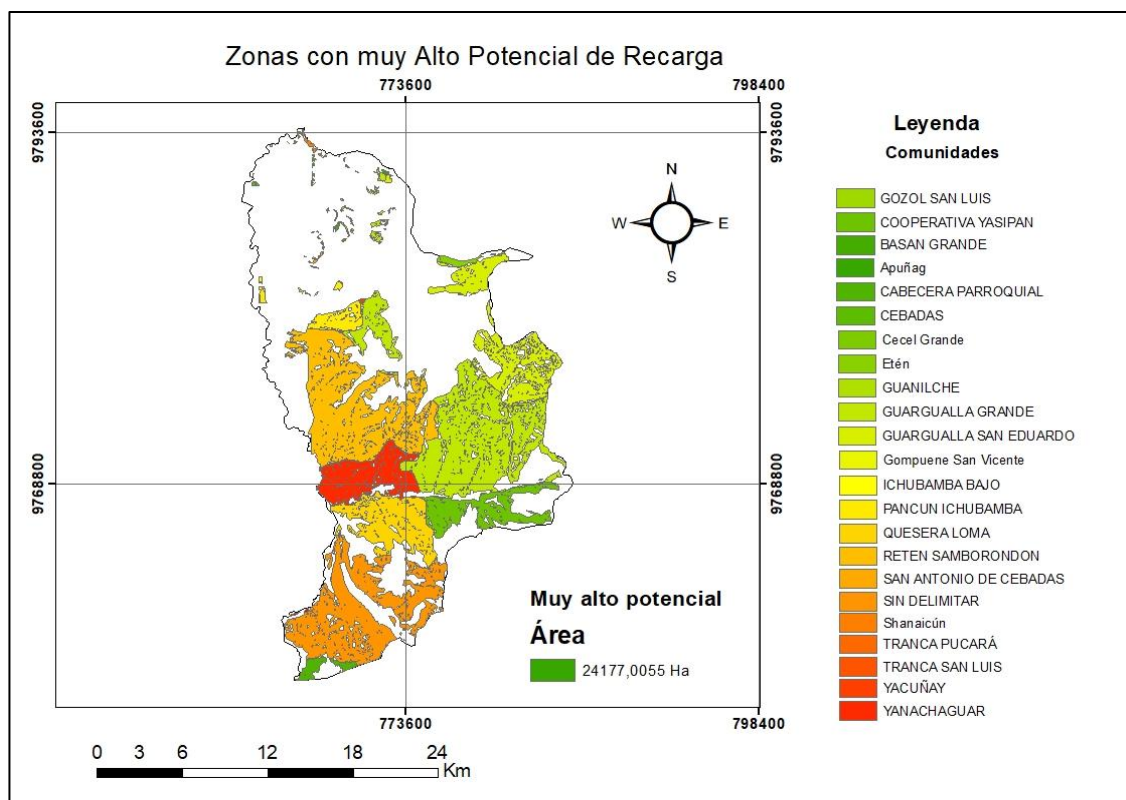
#### 3.1. Resultados

##### 3.1.1. *Zonas con muy alto potencial de recarga hídrica*

Se empleó la metodología Análisis multicriterio, con las variables: litología, pendiente, topografías, , textura del suelo, cobertura y uso del suelo y precipitación, a cada capa con pesos de: litología 35%, pendiente 20%, topografías 8%, textura de suelo 32% y Cobertura y uso del suelo 4%. Las zonas de recarga hídrica fueron clasificadas de la siguiente manera:

- Zonas con muy alto potencial de recarga,
- Zonas con alto potencial de recarga,
- Zonas con Moderado potencial de recarga,
- Zonas con Bajo potencial de recargas
- Zonas con Muy Bajo potencial de recarga.

En el presente estudio se trabajó con las zonas de muy alto potencial de recarga hídrica, con un área total de 24177 ha con las siguientes características: son áreas en donde existen rocas permeables, tiene una textura de suelo franco arcilloso, y con pendientes moderadas, se ubican en el suroeste, en la parte central y un bajo porcentaje en la parte norte de la parroquia Cebadas.



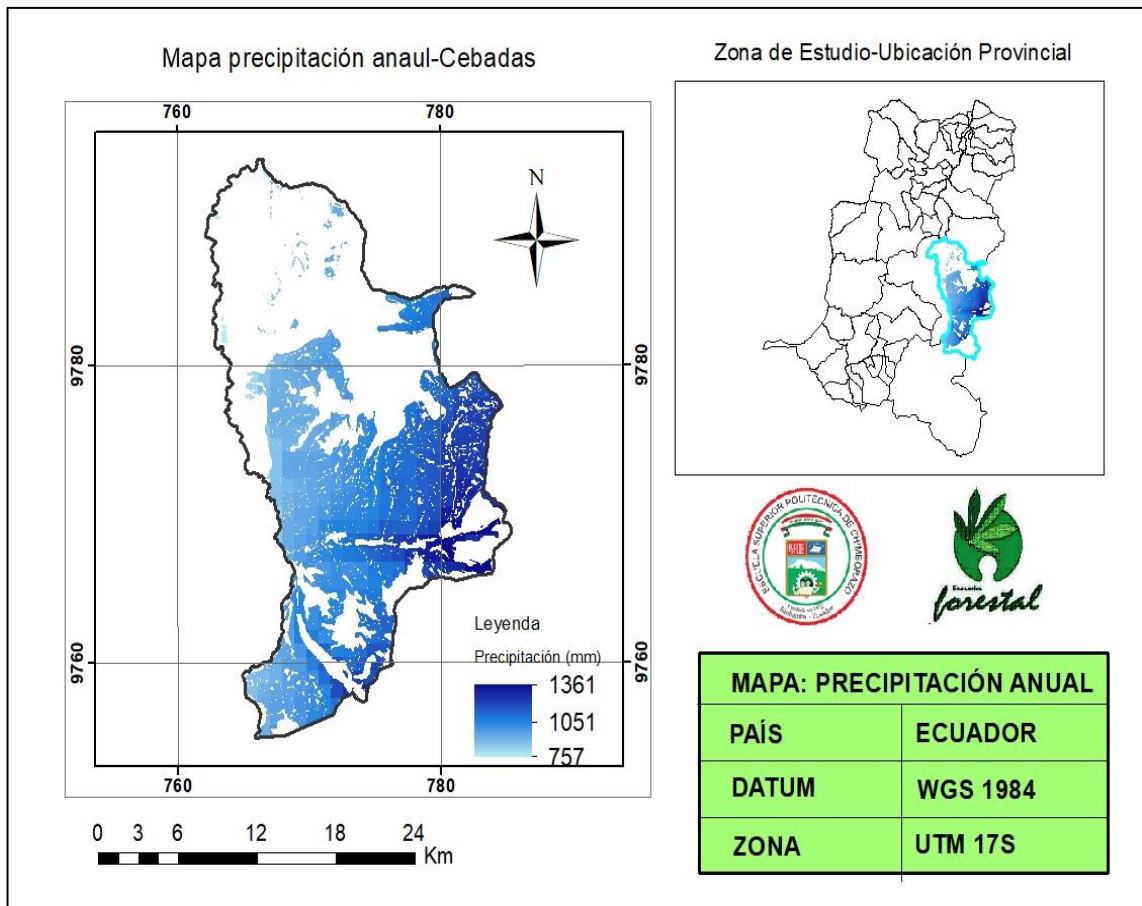
**Figura 1-3.** Mapa de zonas con muy alto potencial de recarga hídrica

**Realizado por:** Sanchez Chacaguasay, Nestor, 2021.

Las comunidades con aptitudes de recarga potencial son: Gompuene San Vicente 2,157709 ha, Cecel Grande 5,311399 ha, Etén 119,099583 ha, Apuñag 9,923425 ha, Shanaicún 37,621571 ha, Cabecera Parroquial 248,839542 ha, Quesera Loma 1941,625463 ha, Cooperativa Yasipán 1418,88565 ha, Yanachaguar 1749,078398 ha, Retén Samborondón 6105,847361 ha, Pancún Ichubamba 523,048778 ha, San Antonio de Cebadas 19,027554 ha, Guarguallá San Eduardo 3422,891068 ha, Tranca Pucará 1,621928 ha, Guarguallá Grande 7065,485157 ha, Gozol San Luis 31,984042 ha, Cebadas 10,188778 ha, Basán Grande 44,580868 ha, Guanilche 0,633788 ha, Yacuñay 18,470824 ha, Tranca san luis 3,028253 ha e Ichubamba Bajo 18,430899 ha.

### 3.1.2. Cálculo de la precipitación en las zonas con muy alto potencial de recarga hídrica

La mayor cantidad de precipitación se encuentra en la parte oriental de la parroquia cebadas, donde se encuentra el área del estudio, con una precipitación máxima de 1361 mm/año, mínima de 757 mm/año y un promedio de 1051 mm/año.

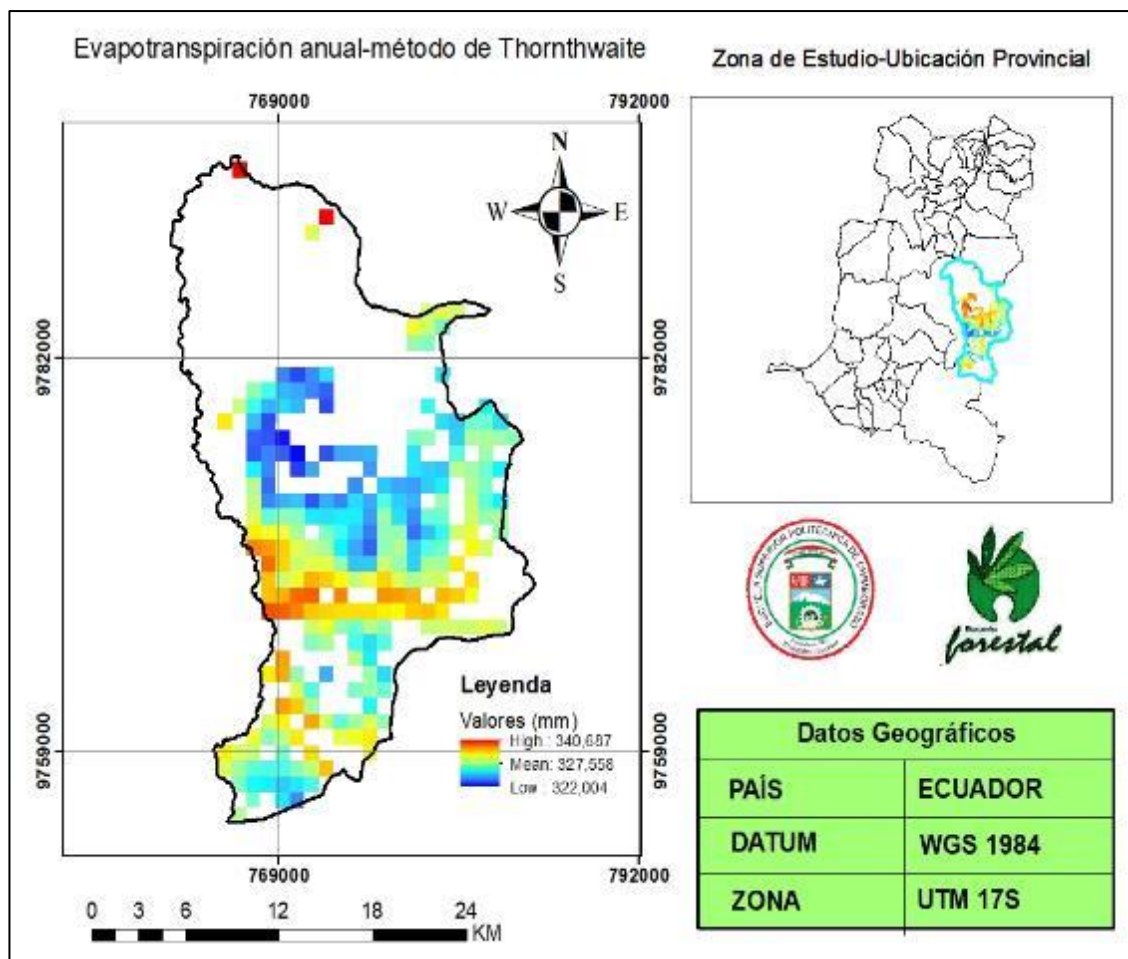


**Figura 2-3.** Mapa de precipitación anual

Realizado por: Sanchez Chacaguasay, Nestor, 2021.

### 3.1.3. Corrección de la Evapotranspiración en las zonas con muy alto potencial de recarga hídrica

La corrección de la evapotranspiración potencial nos muestra que existe una mayor pérdida por evapotranspiración en la parte central y suroriental de la zona de estudio, con una ETP máxima de 340,68 mm/año, mínima de 322,004 y un promedio de 327,55mm/año.



**Figura 3-3.** Mapa de evapotranspiración anual

**Realizado por:** Sanchez Chacaguasay, Nestor, 2021.

### 3.1.4. Recarga al acuífero

En la zona de estudio predomina el suelo franco arcilloso, con una densidad aparente de 1.07 gr/cm<sup>3</sup>, una humedad inicial de 297,16 mm, una capacidad de campo de 252,4986 mm, punto de marchitez de 121,5734 mm, una cantidad de agua disponible de 130,9252 mm.

Mediante los parámetros de ingreso para la hoja de cálculo como la precipitación, evapotranspiración, coeficiente de cultivo, profundidad del suelo, los resultados obtenidos de Rp aplicando las fórmulas detalladas en metodología se obtuvo una recarga potencial de 563,392009 mm/año, y dentro de las 24177, 0055 ha un volumen de 136211317,1 m<sup>3</sup>, como se detalla en la siguiente tabla.

**Tabla 1-3:** Balance hídrico de la recarga potencial al acuífero

Lugar	Muestra Coop. Ichubamba Yasepán, Cebadas	
Coordenadas	Latitud	Longitud
	781941	9770794
Textura	Franco Arcilloso	
Área	241770055,044 m2	
Estación Climática	Worldclim	
<b>Coefficiente de Infiltración</b>		
Infiltración base (Fc)	204	(mm/día)
Kfc	0,666	
Kp	0,06	
Kv	0,19	
Ci	0,916	
<b>PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO</b>		
profundidad efectiva	874	mm
Densidad aparente	1,07	gr/cm <sup>3</sup>
Humedad inicial (Hsi)	297,16	mm
Mes de la Hsi	6	mes (1-12)
	%	mm
Capacidad de campo (CC)	27	252,4986
Punto de marchitez permanente (PMP)	13	121,5734
Agua disponible (CC-PMP)	14	130,9252
Porcentaje de humedad (%)		0,34
coeficiente de follaje (Cfo)		0,12

Fuente: Schosinsky N. 2006, p.25

Realizado por: Sanchez Chacaguasay, Nestor, 2021.



**Tabla 2-3:** Cálculo de la Recarga potencial

Variables	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Rp Anual (mm)	Recarga anual m
Lluvia (mm)	62,10	99,98	114,84	127,23	110,62	94,79	79,91	63,32	76,66	83,49	83,31	54,17	1050,43	
Retención (mm)	7,45	12,00	13,78	15,27	13,27	11,37	9,59	7,60	9,20	10,02	10,00	6,50	126,05	
Infiltración (mm)	50,03	80,55	92,52	102,51	89,13	76,37	64,38	51,02	61,76	67,26	67,12	43,64	846,29	
Escorrentía (mm)	4,62	7,43	8,54	9,46	8,22	7,05	5,94	4,71	5,70	6,21	6,19	4,03	78,09	
Evapotranspiración potencial ETP (mm)	28,75	26,66	28,56	27,67	28,29	25,73	25,75	25,40	25,95	28,04	27,77	28,99	327,56	
Humedad Inicial (Hsi)	252,50	252,50	252,50	252,50	252,50	297,16	252,50	252,50	252,50	252,50	252,50	252,50		
ETP Real ETPR (mm)	28,75	26,66	28,56	27,67	28,29	34,50	25,75	25,40	25,95	28,04	27,77	28,99		
Coeficiente 1 (C1)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Coeficiente 2 (C2)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Humedad Disponible (HD) mm	180,95	211,48	223,45	233,43	220,05	251,95	195,30	181,94	192,69	198,19	198,05	174,57		
Evapotranspiración Real (ETR) mm	28,75	26,66	28,56	27,67	28,29	25,73	25,75	25,40	25,95	28,04	27,77	28,99		
Humedad final Hsf mm	252,50	252,50	252,50	252,50	252,50	252,50	252,50	252,50	252,50	252,50	252,50	252,50		
Recarga Potencial	21,28	53,89	63,96	74,84	60,83	95,30	38,63	25,62	35,81	39,22	39,35	14,65	563,39	0,563
Volumen de recarga anual m <sup>3</sup>	136211317	1362113171	Hm3											

Fuente: Schosinsky N. 2006, p.26.

Realizado por: Sánchez Chacaguasay, Néstor, 2020.

### 3.2. Resultados del objetivo específico N° 2

#### 3.2.1. Identificación de amenazas por deslizamiento

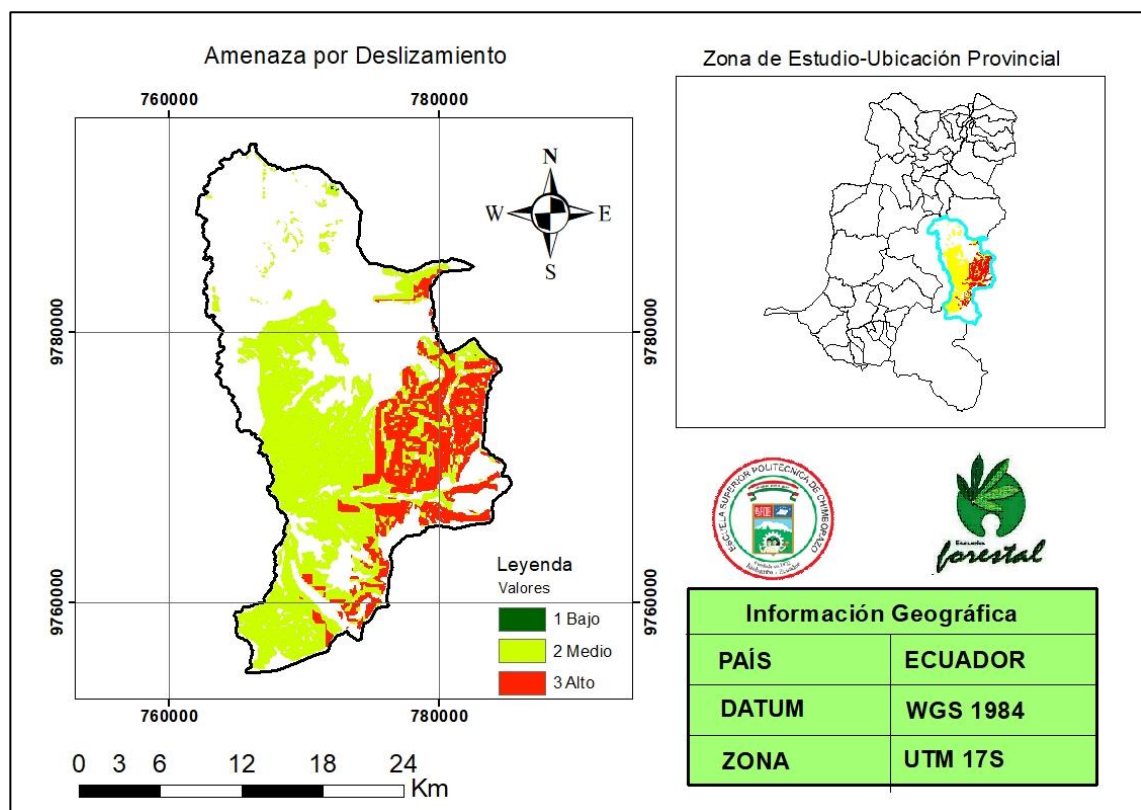
**Tabla 3-3:** Área de amenaza por deslizamiento

Calificativo	Ha	%
Bajo	4,599	0,020
Moderado	16270,078	71,004
Alto	6639,542	28,9756
<b>Total</b>	<b>22914,219</b>	<b>100</b>

Fuente: Muenala Muenala, 2018, p.51.

Realizado por: Sánchez Chacaguasay, Néstor, 2021.

La parroquia Cebadas con pendientes desde casi planas a pronunciadas, posee áreas susceptibles a amenazas por deslizamiento los que pueden repercutir en las zonas con muy alto potencial de recarga hídrica y en consecuencia a la población (Muenala Muenala, 2018, p.51).



**Figura 4-3.** Mapa de amenazas por deslizamiento

Realizado por: Sánchez Chacaguasay, Néstor, 2020.

**Amenaza alta:** Está comprendida por las zonas que resaltamos de color rojo y comprenden 6639,542 ha con un porcentaje equivalente 28.9756 % del área total de la zona de estudio y se encuentra en la parte sureste de la misma, dentro de esta zona se encuentran las comunidades: Quesera Loma 230,686565 ha, Cooperativa Yasepán 985,416831 ha, Yanachaguar 15,032147 ha, Retén Samborondón 97,801685 ha, Guarguallá San Eduardo 1121,167522 ha y Guarguallá Grande 3521,724339 ha. Este tipo de amenaza está directamente proporcional a la pendiente, a mayor pendiente mayor amenaza de deslizamientos, el nivel de esta amenaza encuentra en pendientes que van desde los 15° hasta pendientes que superan los 30°. Tomando en cuenta la cobertura vegetal se encuentra en superficies con cultivos pasto bosque, pasto cultivado, cultivos de altura y vegetación de paramo. Y en lo que respecta a la precipitación se encuentra en zonas que van desde los 1200 mm hasta los 1400mm.

**Amenaza moderada:** Estas zonas se encuentran con mayor predominancia al oeste y suroeste de la zona de estudio, y tan solo una pequeña porción se encuentra dispersa en la parte norte, representa el 71,004 % con una superficie de 16270,078 ha, las comunidades que se encuentran dentro de este nivel de amenaza son: Quesera Loma 1666,776064 ha, Cooperativa Yasepán 375,54116 ha, Yanachaguar 1670,510029 ha, Reten Samborondón 4883,731158 ha, Pancún Ichubamba 510,409276 ha, San Antonio de Cebadas 510,409276 ha, Guarguallá San Eduardo 1031,559826 ha, Tranca Pucará 0,772474 ha, Guarguallá Grande 2302,083024 ha, Gozol San Luis 25,487047 ha, Cebadas 8,188489 ha, Basan Grande 34,605491 ha, Guanilche 0,351642 ha, Yacuñay 15,641368 ha, Tranca San Luis 2,053222 ha, Ichubamba Bajo 16,377308 ha y una zona sin delimitar que comprende 3442,105939 ha. Las pendientes predominantes en estas zonas se encuentran desde los 7° hasta los 15 ° en relación la cobertura vegetal se encuentra en áreas con matorral húmedo y chaparro (Muenala Muenala, 2018: p.53) en cuanto a las precipitaciones van de 1100-1200 mm.

**Amenaza baja:** Presenta un nivel muy bajo de probabilidad a ocurrencia de deslizamientos comprende el 0.02 % con un área de 4,599 ha, se encuentra en la parte noreste de la parroquia cebadas, comprende pequeñas áreas de pocas comunidades, como es el caso de Guarguallá San Eduardo con 1,19 ha, Tranca Pucará con 0,05 ha y Guarguallá grande con 1,63 ha. Estas áreas tienen un bajo índice de amenaza por deslizamiento por ser terrenos denominados planos o casi planos con pendientes que van de los 0°-7° y asociados a precipitaciones que van de 800-1100 mm.

### 3.2.2. Identificación de amenazas por erosión

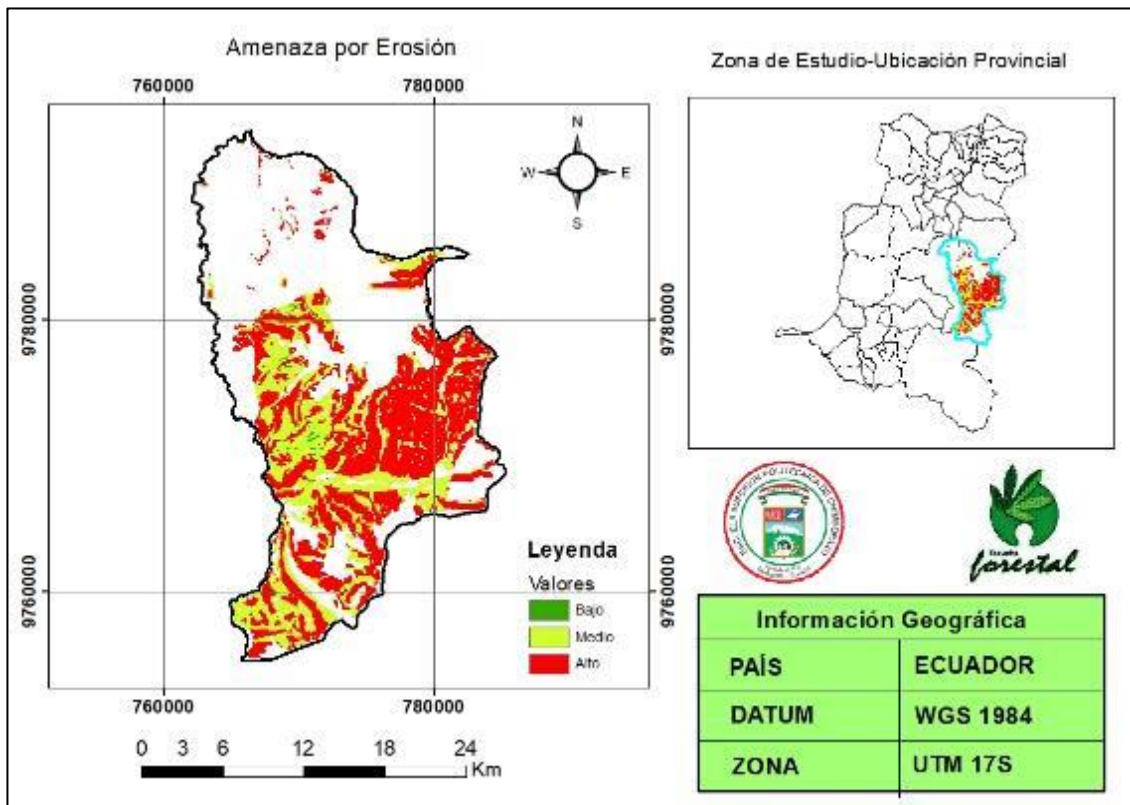
**Tabla 4-3:** Área de amenaza por erosión hídrica

Calificativo	Área (Ha)	Porcentaje %
Bajo	145,912	0,630
Moderado	8483,653	36,656
Alto	14514,170	62,713
Total	23143,735	100

Fuente: Muenala Muenala, 2018, p.51

Realizado por: Sánchez Chacaguasay, Néstor, 2020.

La caracterización se realizó mediante el análisis, reclasificación y ponderación de los factores implicados en este tipo de amenaza, esta información procesada y transformada a modelo cartográfico presenta tres niveles de amenaza (Muenala Muenala, 2018, p.54).



**Figura 5-3.** Mapa de amenazas por erosión

Realizado por: Sánchez Chacaguasay, Néstor, 2020.

**Amenaza alta.** Este tipo de amenaza comprende un área de 14514,170 Ha, correspondiente al 62,713 % de la zona de estudio, su mayor concentración se encuentra en la parte sur y centro norte de la Parroquia Cebadas y pequeñas áreas se encuentran en la parte norte. Las comunidades pertenecientes a este nivel de amenaza son: Quesera Loma 1129,635879 ha, Cooperativa Yasepán 745,102402 ha, Yanachaguar 863,594797 ha, Reten Samborondón 2441,705118 ha, Pancún Ichubamba 271,963843 ha, San Antonio de Cebadas 15,961203 ha, Guarguallá San Eduardo 1748,960104 ha, Tranca pucará 0,960981 ha, Guarguallá grande 4751,108258 ha, Gozol San Luis 23,021717 ha, Cebadas 7,875428 ha, Basan Grande 29,660887 ha, Guanilche 0,319778 ha, Yacuñay 7,809966 ha, Tranca San Luis 2,115819 ha, e Ichubamba Bajo 5,42342 ha.

**Amenaza moderada:** Corresponde al 36,656 % de la zona en estudio con una superficie de 8483,653 ha, en el mapa cartográfico está representada de color amarillo oscuro, se encuentran en mayor proporción al sur, centro y centro norte de la Parroquia mientras que al este y norte se encuentran en pequeñas proporciones. Las comunidades que presentan este nivel de amenaza son Quesera Loma 779,185714 ha, Cooperativa Yasepán 628,574301 ha, Yanachaguar 806,595491 ha, Reten Samborondón 2506,404641, Pancún Ichubamba 225,005512 ha, San Antonio de Cebadas 0,059991 ha, Guarguallá san Eduardo 426,10934 ha, tranca pucará 0,054296 ha, Guarguallá grande 1126,72963 ha, Gozol San Luis 4,18128 ha, cebadas 0,577624 ha, basan grande 8,843264 ha, Guanilche 0,079609 ha, Yacuñay 8,967776 ha, Tranca San Luis 0,12 ha, e Ichubamba bajo 11,254891 ha.

**Amenaza baja.** Comprende 145,912 ha correspondiente al 0,630 % de la zona de estudio, en el mapa cartográfico se encuentra representado de color verde oscuro y se encuentra distribuidas en la parte central y centro norte de la Parroquia, se halla distribuida en las comunidades Quesera Loma 3,432314 ha, Yanachaguar 23,650934 ha, Reten Samborondón 77,185496 ha, Pancún Ichubamba 17,906894 ha, Guarguallá San Eduardo 1,869154 y Guarguallá Grande 15,558654 ha.

### **3.2.3. *Identificación de amenazas por intervención antrópica***

La parroquia Cebadas una zona dedicada a la agricultura posee distintas actividades humanas y específicamente en las zonas de alto potencial de recarga hídrica existe la presencia de actividades agropecuarias siendo una amenaza para los ecosistemas frágiles, que proveen de agua a la población.

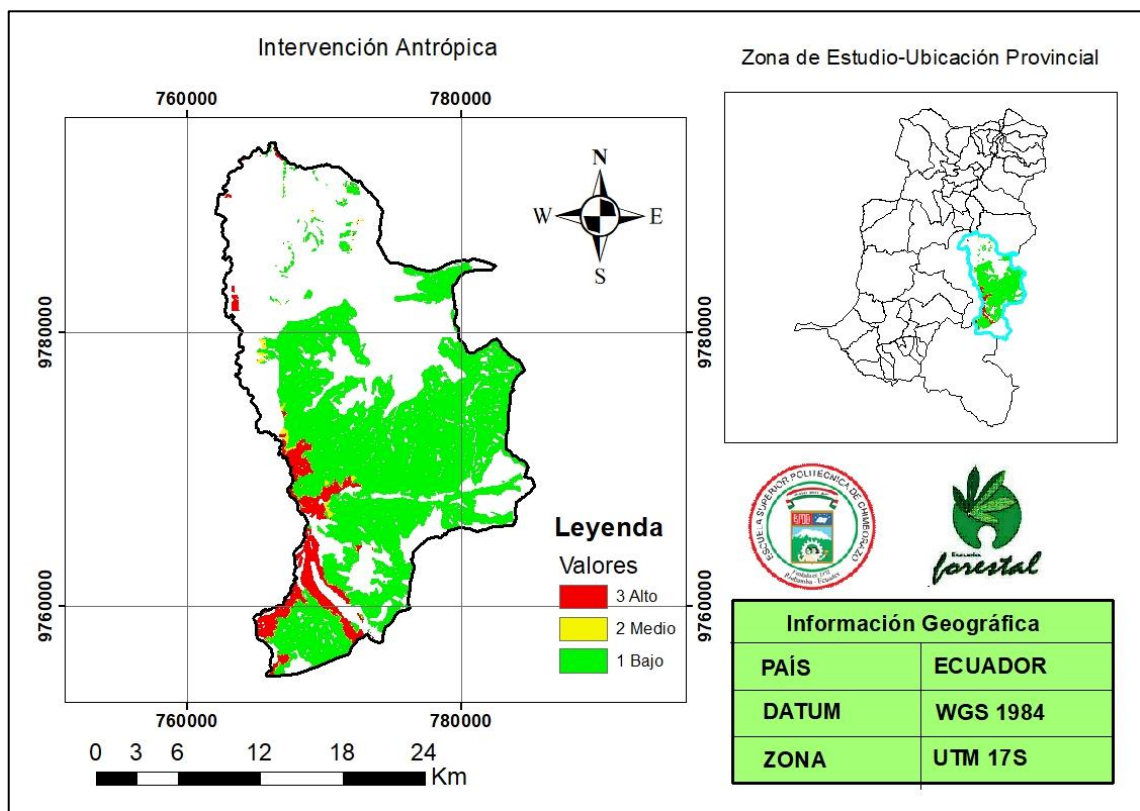
**Tabla 5-3:** Área de amenaza por intervención antrópica

Calificativo	Área (Ha)	Porcentaje (%)
Bajo	21772,053	89,955
Moderado	168,366	0,696
Alto	2262,724	9,349
Total	24203,143	100

Fuente: Muenala Muenala, 2018, p.51

Realizado por: Sánchez Chacaguasay, Néstor, 2021.

La identificación de este tipo de amenaza se efectuó mediante el análisis, reclasificación y ponderación, esta información procesada y convertida a un modelo cartográfico nos presenta tres niveles de amenaza (Muenala Muenala, 2018, p.54) como se puede apreciar en siguiente mapa.



**Figura 6-3.** Mapa de amenazas por intervención antrópica

Realizado por: Sánchez Chacaguasay, Néstor, 2020.

**Amenaza alta:** Esta zona abarca 2262,724 ha que corresponde al 9,349 % de la zona de estudio, en la cartografía está representada de color rojo y se encuentra en mayor proporción al sur-oeste

de la zona en estudio y pequeñas áreas al norte y nor-oeste de la misma, se relaciona con las comunidades Quesera Loma 163,661339 ha, Yanachaguar 424,266444 ha, Reten Samborondón 285,580688 ha, Pancún Ichubamba 37,318521 ha, San Antonio de Cebadas 0,160569 ha, Guarguallá san Eduardo 0,591998 ha, Tranca Pucará 0,159858 ha, Guarguallá Grande 2,32455 ha, Gozol San Luis 0,340784 ha, Cebadas 10,036508 ha, Basan Grande 1,110233 ha, Guanilche 0,04 ha, Yacuñay 0,025615 ha, Tranca San Luis 0,000191 ha, e Ichubamba Bajo 18,368165 ha.

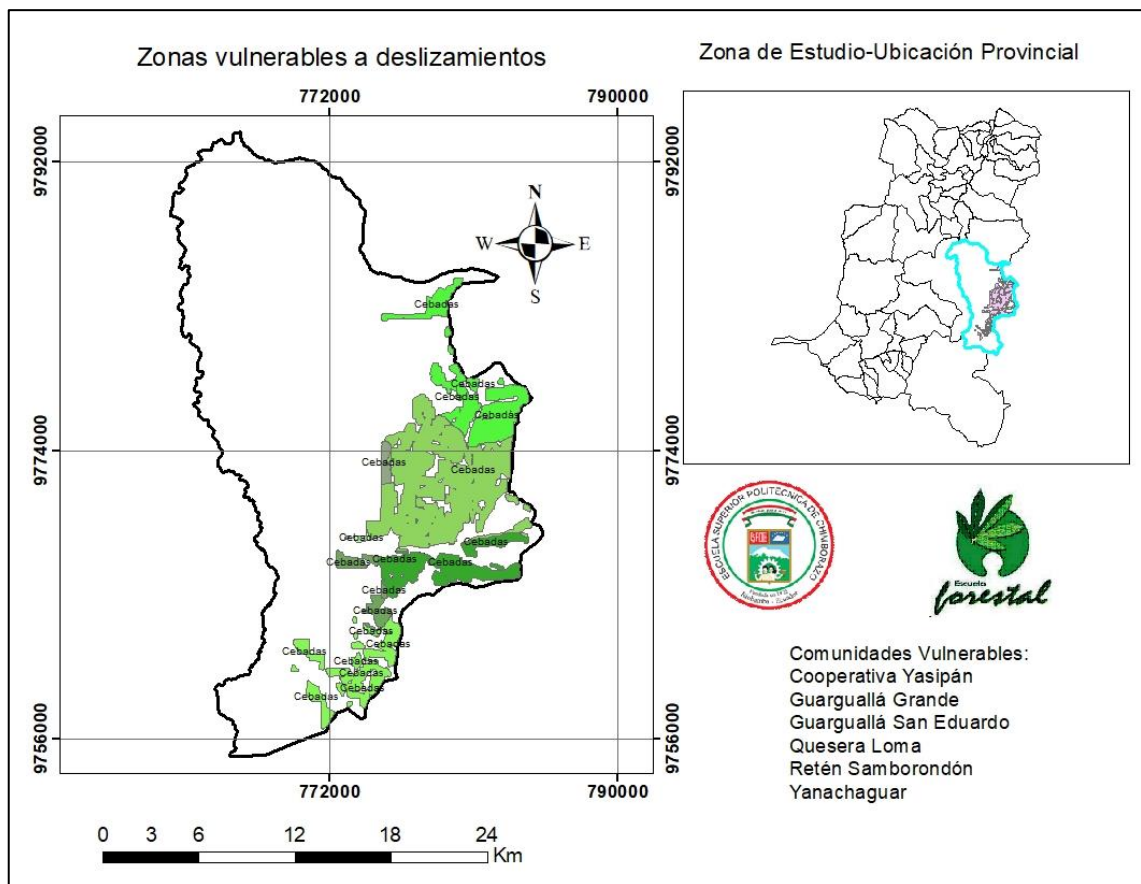
**Amenaza moderada:** Este nivel de amenaza comprende una superficie de 168,366 ha que corresponde al 0,696 % de la zona de estudio, comprende pequeñas superficies que se encuentran al oeste al centro y al norte de las áreas anteriormente mencionadas, se encuentra resaltada de color amarillo dentro de la cartografía, las entidades relacionados son Quesera Loma 32,859283 ha, Yanachaguar 29,875748 ha, Reten Samborondón 98,238313 ha, Guarguallá San Eduardo 2,971134 ha, Guarguallá grande 1,988467 ha y Gozol San Luis 2,43344 ha.

**Amenaza baja:** Este nivel de amenaza comprende una superficie de 21772,053 ha que corresponde al 89,955 %, como se observa en el mapa está delimitado de color verde, se encuentran distribuidas en mayor porcentaje en el centro, centro norte y sur de la parroquia y pequeñas áreas se ubican en la parte norte, se relaciona con las comunidades Quesera Loma 1748,16805 ha, Cooperativa Yasepán 1420,955092 ha, Yanachaguar 1297,103005 ha, reten Samborondón 4727,336223 ha, Pancún Ichubamba 485,773094 ha, San Antonio de Cebadas 18,257211 ha, Guarguallá San Eduardo 2424,167883 ha, Tranca Pucará 1,391806 ha, Guarguallá Grande 6068,644733 ha, Gozol San Luis 28,496238 ha, Cebadas 0,055808 ha, Basan Grande 42,775971 ha, Guanilche 0,573014 ha, Yacuñay 18,396436 ha y Tranca San Luis 3,094743 ha.

#### **3.2.4. Identificación de Vulnerabilidad por deslizamiento**

La existencia de fenómenos naturales debido al cambio climático, y junto a esto las elevadas pendientes de la zona, la variabilidad de las precipitaciones y la cobertura vegetal, muestran un aumento gradual de la vulnerabilidad en los asentamientos humanos que se encuentran en esas zonas.

La identificación de la vulnerabilidad se efectuó mediante el análisis de los tres factores considerados para la amenaza, aplicando un buffer de 100 m a las zonas de amenaza alta obteniendo de esta forma una vulnerabilidad alta como se observa en el siguiente mapa.



**Figura 7-3.** Mapa de vulnerabilidad por deslizamiento

**Realizado por:** Sánchez Chacaguasay, Néstor, 2020.

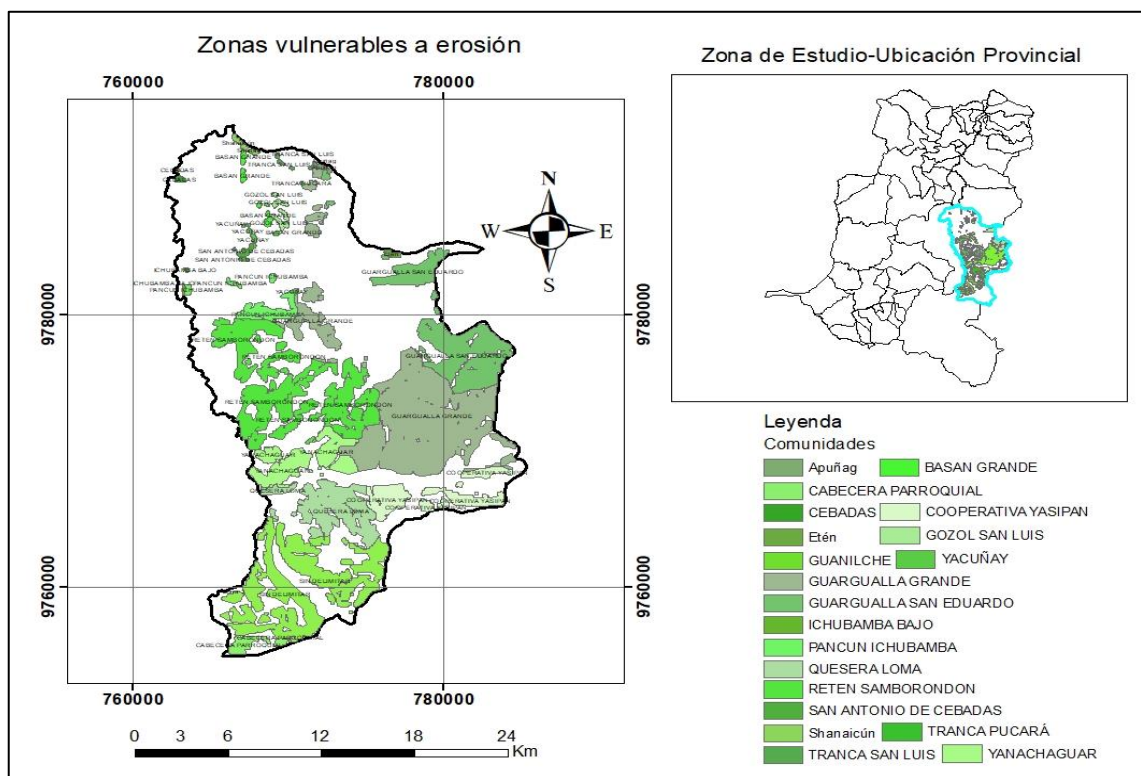
La superposición de tres capas como se detalla en la metodología, cobertura vegetal, pendiente y precipitación. Este tipo de vulnerabilidad se analizó de acuerdo a su proximidad, de esta forma, se determina que mientras más cercano se encuentra a un punto a estas variables su probabilidad de ocurrencia a un deslizamiento es mayor (Escalante Amaya y Sandoval Hidalgo 2019: p.26). En este estudio la variable considerada fue distancia a las áreas determinadas como amenaza alta, obteniendo un total de 3705,928 ha, vulnerables a deslizamientos. La cartografía nos indica que las zonas de recarga hídrica con riesgos de deslizamiento se encuentran al **Noreste y Sureste** de la parroquia Cebadas y las comunidades propensas a este tipo de riesgo son: Cooperativa Yasepán con 1451,027558 ha, Guarguallá Grande con 4946,388646 ha, Guarguallá San Eduardo con 1849,565012 ha, Quesera Loma con 410,249207 ha, Retén Samborondón con 144,573124 ha y



Yanachaguar con 42,418875 ha. Las zonas de influencia abarcan amenazas y vulnerabilidades altas lo que supone un riesgo alto para las zonas de recarga hídrica, y para la población que realiza sus actividades en dichos sectores.

### 3.2.5. Identificación de vulnerabilidad por erosión

Procesada la información de los dos factores considerados para amenazas y mediante la aplicación de un buffer de 100 se obtuvo las zonas vulnerables alrededor de las áreas de amenaza alta, con los resultados que se aprecian en el siguiente mapa.



**Figura 8-3.** Mapa de vulnerabilidad por erosión

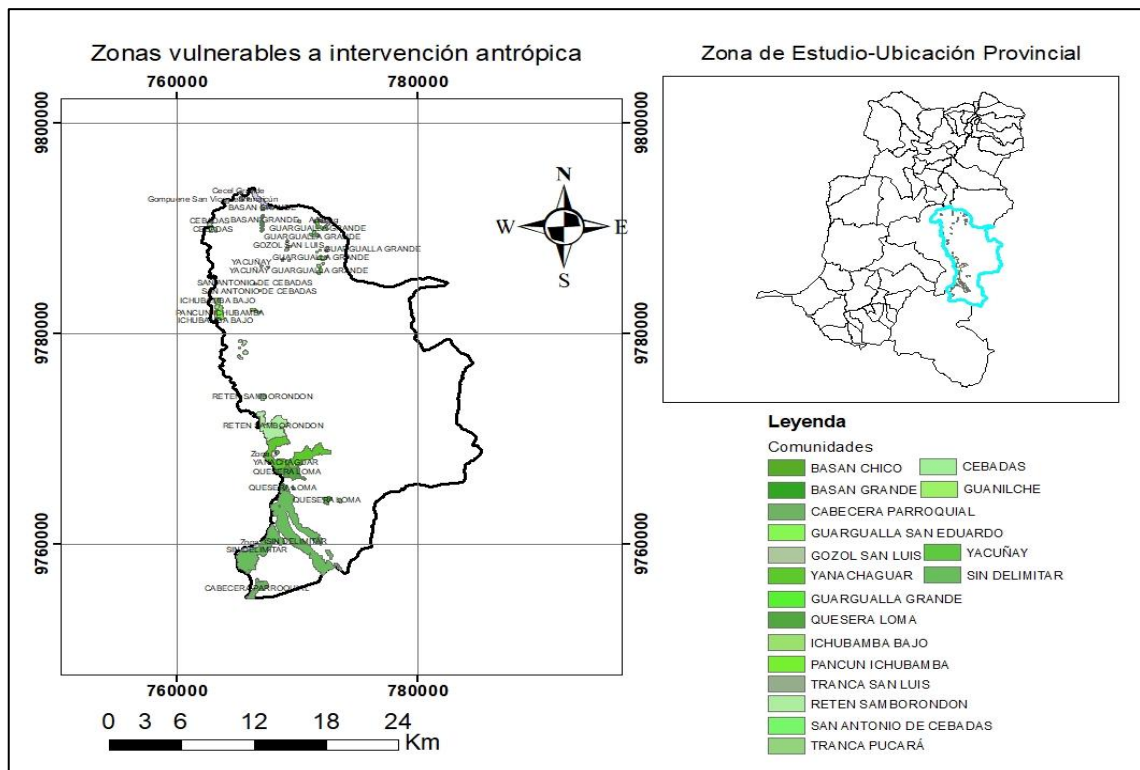
**Realizado por:** Sánchez Chacaguasay, Néstor, 2021.

Las zonas de influencia abarcan amenazas y vulnerabilidades altas lo que supone que el riesgo por erosión es alto, las zonas de alto potencial de recarga hídrica con dicho riesgo son las ubicadas en la parte Norte en las siguientes comunidades: Tranca Pucarà 19,014344 ha, Tranca San Luis 21,619209 ha, Guanilche 5,474393 ha, Cebadas 29,087914 ha, Shanaicún 62,502573 ha, Basán Grande 144,836865 ha, Apuñag 33,046561 ha, Gozol San Luis 127,104163 ha, Yacuñay

55,173472 ha y Guarguallá Grande 6324,516962 ha. En la parte Oeste en las comunidades Retén Samborondón 4124,687025 ha, San Antonio de Cebadas 75,657895 ha, Ichubamba Bajo 20,813364 ha y Pancún Ichubamba 481,333356 ha. En la parte Este y Sureste en las comunidades Etén 41,764609 ha, Cooperativa Yasepán 1159,634537 ha y Guarguallá San Eduardo 2600,079279 ha, en la parte Suroeste en las comunidades Yanachaguar 1285,493236 ha y Quesera Loma 1686,410784 ha y en la parte Sur colindación parroquial 231,613214 ha.

### 3.2.6. Identificación de vulnerabilidad por intervención antrópica

Esta variable se trabajó en base al tipo de usos que tienen los moradores de la parroquia cebadas en las zonas con alto potencial de recarga hídrica, siendo el avance de la frontera agrícola la principal vulnerabilidad que presenta esta zona. Al mapa cartográfico de amenazas antrópicas, mediante la aplicación de un buffer de 100 m, se obtuvo el porcentaje de vulnerabilidad.



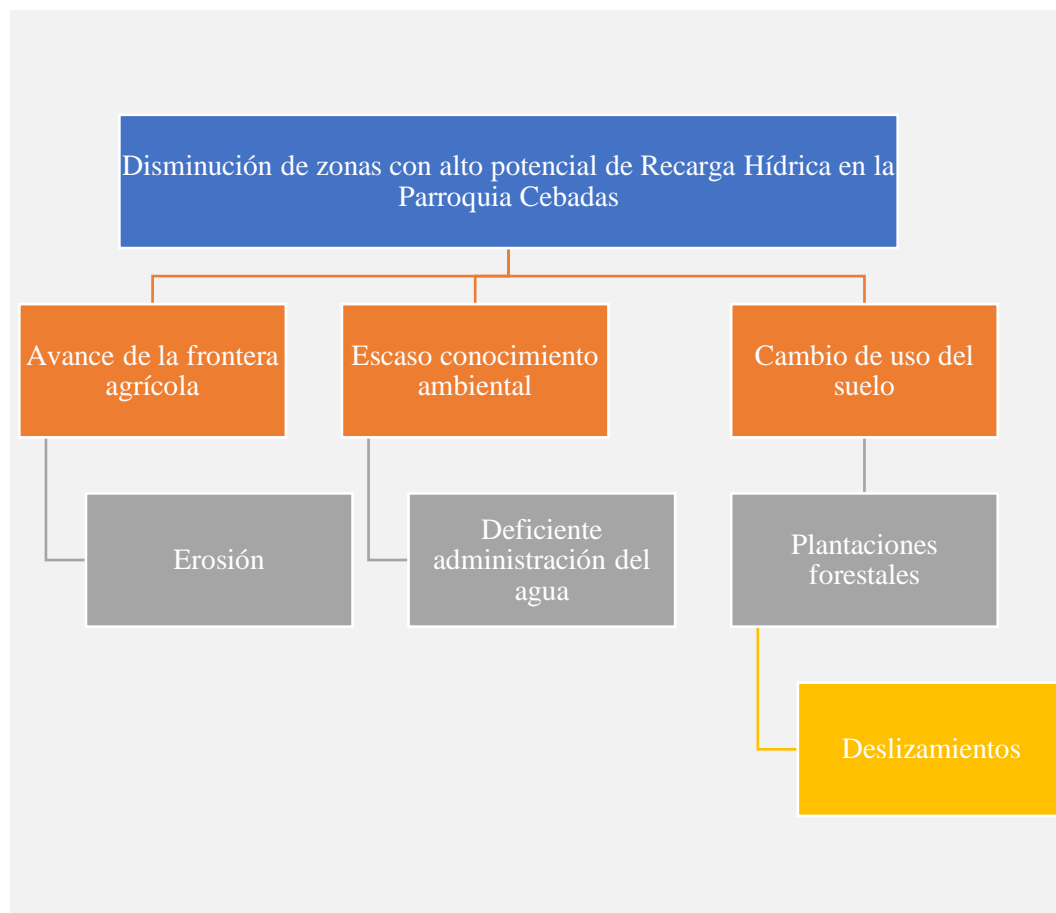
**Figura 9-3.** Mapa de vulnerabilidad por intervención antrópica

Realizado por: Sánchez Chacaguasay, Néstor, 2021.

Las zonas de influencia abarcan amenazas y vulnerabilidades altas en consecuencia el riesgo de intervención antrópica en las zonas de recarga hídrica es alto, estas zonas por este tipo de intervención se localizan en un pequeño porcentaje en la parte Norte en los polígonos de las siguientes comunidades Basán Chico, Basán Grande, Guanilche, Yacuñay, Cebadas, Guarguallá Grande, Guarguallá San Eduardo, Tranca Pucará, Gozol San Luis y San Antonio de Cebadas. En la parte Noreste un polígono de la comunidad Tranca San Luis. En la parte Oeste en las comunidades Ichubamba Bajo, Pancún Ichubamba y Reten Samborondón, y en la parte Sur en las comunidades Yanachaguar, Quesera Loma y Limites parroquiales.

### 3.3. Resultados del objetivo específico N° 3

#### 3.3.1. Análisis árbol de problemas



**Gráfico 1-3:** Árbol de problemas en las zonas de alto potencial de recarga hídrica

**Realizado por:** Sánchez Chacaguasay, Néstor, 2021.

### 3.3.2. Actores involucrados

**Tabla 6-3:** Análisis de involucrados

Diseñar medidas de manejo y conservación en zonas con alto potencial de recarga hídrica.				
Instituciones/Organizaciones	Competencias/Funciones/Actividades	Intereses	Potencialidades	Limitaciones
GAD Parroquial de Cebadas	COOTAD Art. 65.- Competencias exclusivas d) Incentivar el desarrollo de actividades productivas comunitarias la preservación de la biodiversidad y la protección del ambiente	Gestionar el desarrollo territorial	Marco legal e instrumentos de planificación. Información local	Personal especializado en áreas específicas
GAD Cantonal de Guamote	COOTAD Art. 55.- Competencias exclusivas d) Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley j) Delimitar, regular, autorizar y controlar el uso de las playas de mar, riberas y lechos de ríos, lagos y lagunas, sin perjuicio de las limitaciones que establezca la ley	Proyecto Sistemas de Agua del Desarrollo Rural	Insumos para la construcción Medios de Transporte	Falta de mano de obra capacitada

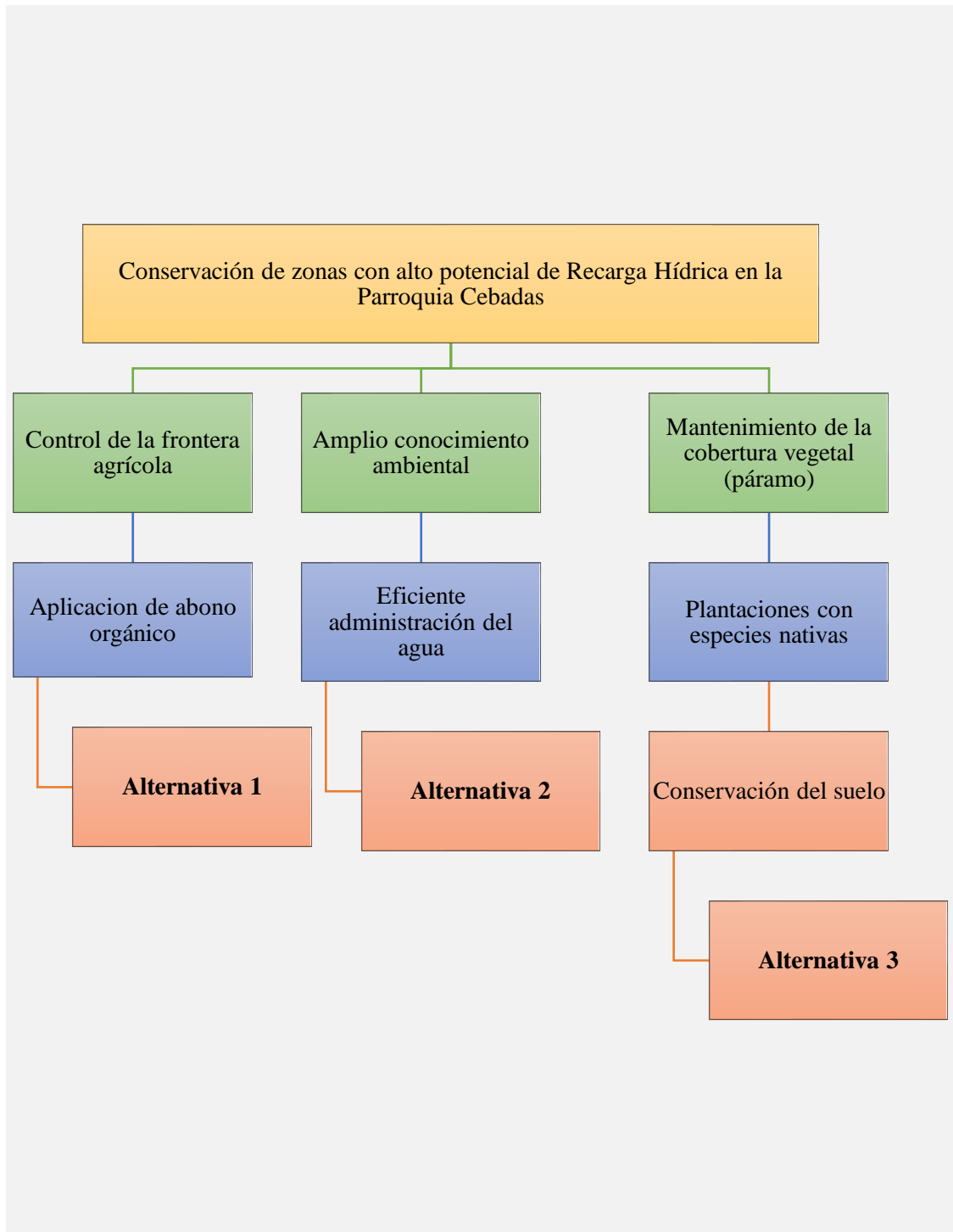
GAD Provincial de Chimborazo	COOTAD Art. 42 Competencias exclusivas  c) Ejecutar, en coordinación con el gobierno regional y los demás gobiernos autónomos descentralizados, obras en cuencas y microcuencas e) Planificar, construir, operar y mantener sistemas de riego de acuerdo con la Constitución y la ley	Elaborar la línea base agro-socioeconómica del territorio de intervención del proyecto de riego Yasepán	Fondos para capacitaciones. Insumos para la construcción.	Falta de tecnificación en la producción Falta de financiamientos Falta de incentivos
SENAGUA	Dirigir la gestión integral e integrada de los recursos hídricos en todo el territorio nacional a través de políticas, normas, control y gestión descentrada para generar una eficiente administración del uso y aprovechamiento del agua.	Asesoría a Directorios de agua. Estudio de sistemas de riego.	Movilidad, Equipos tecnológicos, personal especializado.	Presencia de la Institución limitada
MAE	Es el organismo del Estado ecuatoriano encargado de diseñar las políticas ambientales y coordinar las estrategias, los proyectos y programas para el cuidado de los ecosistemas y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.	Protección de vertientes de agua y páramos	Movilidad, Equipos tecnológicos Personal especializado.	Presencia de la Institución limitada
MAG	Agropecuario Tierras y Suelos Rurales y Territorios Ancestrales	Generar política pública y mecanismos de rectoría, regulación, planificación, control, coordinación, ejecución y gestión según distintos niveles.	Movilidad Personal Técnico Insumos Agrícolas Disponibilidad de variedad en semillas	Limitado financiamiento económico

MIES	Entidad pública que ejerce la rectoría y ejecuta políticas, regulaciones, programas y servicios para la inclusión social y atención durante el ciclo de vida con prioridad en la población de niños, niñas, adolescentes, jóvenes, adultos mayores, personas con discapacidad.	Proponer, ejecutar y evaluar las políticas de desarrollo infantil integral y el funcionamiento de calidad y excelencia de los centros infantiles del buen vivir.	Bonos de desarrollo humano, para personas de escasos recursos económicos y personas de la tercera edad.	Limitaciones en el presupuesto Limitaciones técnicas, sin planificación de largo plazo
MINISTERIO DE SALUD (SUBCENTRO DE SALUD CEBADAS)	El papel del ministerio de Salud Pública es velar por el mejoramiento permanente del nivel de salud y bienestar de la población.	Manejar la, atención comunitaria en salud preventiva y curativa, capacitación constante en coordinación interinstitucional y manejo gerencial	Personal de Salud especializado	Limitaciones presupuestarias

Fuente: COOTAD, 2020; Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Cebadas, 2015; Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Chimborazo, 2013; MAG, 2017

**Realizado por:** Sánchez Chacaguasay, Néstor, 2021.

### 3.3.3. Análisis de Objetivos y alternativas



**Gráfico 2-3:** Árbol de Objetivos

**Realizado por:** Sánchez Chacaguasay, Néstor, 2021.

Resaltando la importancia del proyecto, y por lo que la población necesita el abastecimiento del agua para sus actividades, se encaminará a la conservación de las zonas de alto potencial de recarga hídrica por lo que se genera el árbol de objetivos y alternativas para cumplir con el objetivo esperado.

El árbol de objetivos se elaboró describiendo el árbol de problemas en aspectos positivos, una mejor conservación en las fuentes de abastecimiento de agua es el punto principal para que la población tenga una buena calidad de vida.

### 3.3.3.1. Alternativas

**Tabla 7-3:** Determinación de alternativas

<b>Alternativa 1</b>	Mecanismos de compensación
<b>Alternativa 2</b>	Formación Ambiental Integral y Asistencia Técnica dirigida
<b>Alternativa 3</b>	Restauración de la cobertura vegetal

**Realizado por:** Sánchez Chacaguasay, Néstor. 2021.



### 3.4. Matriz de Marco Lógico

**Tabla 8-3:** Matriz de Marco Lógico

RESUMEN NARRATIVO DE LOS OBJETIVOS	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACION	SUPUESTOS
<b>FIN</b>			
Contribuir al mantenimiento, restauración y manejo de la cobertura vegetal y recursos hídricos especialmente en las zonas con alto potencial de recarga hídrica, para garantizar la calidad y cantidad de agua en la parroquia Cebadas.	Cantidad de hectáreas que presentan zonas con potencial de recarga hídrica	Informe final con mapas que indiquen las zonas de alto potencial de recarga hídrica.	La población coopera y las Instituciones financian para las medidas de conservación.
<b>PROPÓSITO</b>			
Conservar las zonas con alto potencial de recarga hídrica, con un manejo sostenible y sustentable.	Propuesta para la ejecución de tres proyectos para el año 2022 y 2023	Documentos con los tres proyectos detallados para la conservación de zonas con alto potencial de recarga hídrica	Los actores involucrados participan de forma activa. Disponibilidad de información
<b>COMPONENTES</b>			
<b>Componente 1. Mecanismos de compensación</b>	Hectáreas con implementación de sistemas silvopastoriles (50%)	2022 100	Informes técnicos de avance del proyecto Informe técnico final del proyecto Fotografías
	Comunidades beneficiadas	2022 15	
			La población participa de forma activa Condiciones climáticas favorables

<b>PROYECTOS DEL COMPONENTE 1</b>				
1.1. Implementación de un sistema silvopastoril en 100 ha del área afectada	<b>PRESUPUESTO</b>		Informes técnicos del avance Informe técnico final	Pendientes pronunciadas
	\$ 49.312,50			
1.2. Aplicación de abono orgánico en el 50 % del área afectada	\$ 40.000,00		Facturas por adquisición del abono	Autoridades competentes disponen de recursos económicos
<b>Componente 2: Formación Ambiental Integral y Asistencia Técnica dirigida</b>	Número de familias	2022	Estudios e informes de la calidad del recurso hídrico	Gestión de los GADs involucrados.
	capacitadas	1133		
<b>PROYECTOS DEL COMPONENTE 2</b>				
2.1. Capacitación sobre los servicios que proporciona el medio ambiente a la población en general	<b>PRESUPUESTO</b>		Registros de asistencia	Equipo Técnico del GAD Cantonal participa de forma activa
	\$ 600,00			
2.2. Asistencia técnica para que la población adopte una eficiente administración del agua	\$ 800,00		Registros de asistencia	Equipo Técnico del GAD Provincial participa de forma activa

<b>Componente 3: Restauración de la cobertura vegetal</b>	Número de hectáreas reforestadas      2023 90	Informes técnicos sobre el estado de la cobertura vegetal.	Alto interés de instituciones, organizaciones y población involucrada
<b>PROYECTOS DEL COMPONENTE 3</b>			
3.1. Restauración de la cobertura vegetal	<b>PRESUPUESTO</b>	Informes técnicos de recuperación de cobertura vegetal.	Participación activa de las Autoridades comunales
	<b>\$ 63.819,00</b>	Facturas por compra de material vegetativo. Informe de hectáreas reforestadas	Participación activa de las comunidades

**Realizado por:** Sánchez Chacaguasay, Néstor. 2021.

Debido a los presupuestos elevados que involucra a cada programa, las decisiones que tomen las Instituciones interesadas en las medidas de conservación y manejo deben ser seleccionadas de acuerdo a su prioridad, todas están enfocadas al cuidado y mantenimiento de las zonas de recarga hídrica. Cabe recalcar que los presentes programas detallados son preliminares todos están enfocados para una orientación de como poder contrarrestar el deterioro del recurso hídrico a nivel nacional.

### **3.5. Programa de Mecanismos de Compensación**

#### **3.5.1. Proyecto de implementación de un sistema silvopastoril en el 50% del área afectada**

El objetivo general del proyecto buscará compensar a la población que su principal fuente que genera ingresos económicos son las actividades agrarias y pecuarias y contrarrestar el avance de la frontera agrícola debido a que la población se beneficiará de los servicios de la plantación a mediano y corto plazo, los beneficios serían: la sombra que generan los árboles en la época de elevadas temperaturas y también protegerles contra el viento y la producción de forraje para su alimentación, con esta implementación la alimentación de los semovientes será balanceada con las gramíneas del sector.

En el proyecto la especie que se utilizará para la implementación del sistema será la *Leucaena leucocephala*, que es una especie arbustiva que sirve para alimentación de los semovientes y su constante caída de hojas aporta materia orgánica al suelo. Según Gaviria, Rivera y Barahona (2015: p.197) el contenido de materia cruda de esta especie oscila entre 19 a 28 % y de materia seca por hectárea al año produce 308 kg.

**Unidad Ejecutora:** Gobierno Autónomo Descentralizado de la provincia de Chimborazo.

**Localización:** El proyecto se desarrollará en las zonas de Alto Potencial de Recarga Hídrica, Parroquia Cebadas amenazadas por actividades antrópicas, específicamente en las comunidades: Quesera Loma Yanachaguar, Reten Samborondón, Pancún Ichubamba, San Antonio de Cebadas, Guarguallá San Eduardo, Tranca Pucará, Guarguallá Grande, Gozol San Luis, Cebadas, Basan Grande, Guanilche, Yacuñay, Tranca San Luis e Ichubamba Bajo.

**Monto total:** El costo del proyecto es de **\$ 493,13** Dólares de los Estados Unidos de América este presupuesto está relacionado a lo establecido por el MAE (2013: p.26) por hectárea de implementación un monto de **\$ 490,00** Dólares de los Estados Unidos de América. El presente proyecto para el año 2022 está enfocado en beneficiar 100 ha de las zonas afectadas el presupuesto total del proyecto ascendería a **\$ 49.312,50** Dólares de los Estados Unidos de América.

**Actividades y presupuestos:** Las actividades están basadas en el estudio realizado por Chóez Veintimilla (2017) , quien realiza la implementación de un sistema silvopastoril en el Centro Nacional de Mejoramiento genético caprino, granja el Azúcar.

**Tabla 9-3:** Costos por actividad a desarrollarse del proyecto silvopastoril

Descripción	Unidad de medida	Cantidad total	costo/unidad	Costo total
Marcación para el Ahoyado	Jornal	2 jornales	\$ 15,00	\$ 30,00
Ahoyado	Jornal	4 jornales	\$ 15,00	\$ 60,00
Compra de plantas	Planta	100	\$ 0,50	\$ 50,00
Transporte de las plantas	Viaje	1 viaje	\$ 100,00	\$ 100,00
Distribución y siembra de las plantas	Jornal	4 jornales	\$ 15,00	\$ 60,00
Muriato de Potasio	kg	6,25	\$ 0,50	\$ 3,13
Fertilización	Jornal	2 jornales	\$ 15,00	\$ 30,00
Trasplante	Plantas	20	\$ 0,50	\$ 10,00
	Jornal	2 jornales	\$ 15,00	\$ 30,00
Rodajea	Jornal	3 jornales	\$ 15,00	\$ 45,00
Riego	Jornal	5 jornales	\$ 15,00	\$ 75,00
<b>Costo/ha</b>				<b>\$ 493,13</b>
<b>Costo para 100 ha</b>				<b>\$ 49.312,50</b>

Fuente: MAE, 2014; Chóez Veintimilla, 2017, pp.33-35

Realizado por: Sánchez Chacaguasay, Néstor. 2021.

### 3.5.2. *Proyecto de aplicación de abono orgánico en las zonas afectadas para prevenir la erosión*

Las actividades agrarias en su mayoría los cultivos de ciclo corto, la constante remoción del suelo y los residuos de fertilizantes químicos erosionan los suelos, también las fuertes precipitaciones en pendientes pronunciadas producen un inicio de erosión laminar. El objetivo de este proyecto es controlar la erosión antrópica y natural de los suelos mediante la aplicación de abonos orgánicos (Humus). El proyecto está enfocado para intervenir durante un año en 1000 ha de las 14514,170 ha afectadas por erosión, lograr recuperar de esta forma la dinámica del ecosistema.

**Institución encargada:** Gestión del Gobierno Autónomo Descentralizado Cantonal

**Localización:** El proyecto se desarrollará en las zonas de alto potencial de recarga hídrica que están siendo afectadas por erosión en la Parroquia Cebadas con las siguientes comunidades: Quesera Loma, Cooperativa Yasepán, Yanachaguar, Reten Samborondón, Pancún Ichubamba, San Antonio de Cebadas, Guarguallá San Eduardo, Tranca pucará, Guarguallá grande, Gozol San Luis, Cebadas, Basan Grande, Guanilche, Yacuñay, Tranca San Luis e Ichubamba Bajo.

#### **Actividades y presupuesto:**

**Tabla 10-3:** Costo por actividad a desarrollarse, proyecto de abono orgánico

Actividades	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
Compra de humus	1	5 sacos	\$ 5,00	\$ 25,00
Aplicación de humos	1	1 jornal	\$ 15,00	\$ 15,00
<b>Costo por hectárea</b>				<b>\$ 40,00</b>
<b>Costo para 1000 ha.</b>				<b>\$ 40.000,00</b>

**Realizado por:** Sánchez Chacaguasay, Néstor. 2021.

### 3.6. Programa de Asistencia Técnica dirigida y Formación Ambiental Integral

#### 3.6.1. Proyecto de capacitación técnica a la población sobre los beneficios que proporciona el medio ambiente

Este proyecto recae directamente en la responsabilidad, participación y empeño de la población demostrando interés, participando de forma activa y acudiendo a las reuniones para interactuar con conocimientos en materia de conservación del medio ambiente y sus recursos enfocándose principalmente en el recurso hídrico.

**Institución encargada:** Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Cebadas.

**Localización:** El proyecto se desarrollará en las comunidades: Quesera Loma Yanachaguar, Reten Samborondón, Pancún Ichubamba, San Antonio de Cebadas, Guarguallá San Eduardo, Tranca Pucará, Guarguallá Grande, Gozol San Luis, Cebadas, Basan Grande, Guanilche, Yacuñay, Tranca San Luis e Ichubamba Bajo, de la Parroquia Cebadas, al tratarse de un proyecto de capacitación ambiental estaría dirigido a todas las comunidades que presentan amenazas antrópicas y a ciertas amenazas producidas por la naturaleza.

**Monto total:** El proyecto constará de dos talleres de capacitación cada 6 meses con un costo de \$ 600,00, según Chávez Heredia (2020, pp.35-36) en su estudio data que el costo por cada taller de capacitación es de \$ 200,00.

**Tabla 11-3:** Costo por actividad a desarrollarse, proyecto de capacitación técnica

Descripción	Unidad de medida	Cantidad total	costo/unidad	Costo total
Socializar y explicar a la población los servicios que nos proporciona el medio ambiente bajo un apropiado manejo de sus recursos.	Taller/semestre	2	\$ 200,00	\$ 400,00
Elaboración de trípticos	Unidad/semestre	200	\$ 1,00	\$ 200,00
<b>Costo del proyecto</b>				<b>\$ 600,00</b>

**Realizado por:** Sánchez Chacaguasay, Néstor. 2021.

### 3.6.2. *Proyecto de Asistencia técnica para que la población adopte una eficiente administración del agua*

El proyecto radica en educar a la población en el ámbito ambiental, concientizar sobre la importancia de las fuentes de agua, tomando en cuenta que la principal medida de conservación es la prevención donde interviene la educación, cultura, compromiso y respeto de la ciudadanía con la naturaleza. Para de esta forma lograr reducir el deterioro del Recurso Hídrico y los consecuentes daños a la población que depende de este recurso potencialmente renovable.

**Institución encargada:** Gestión por parte del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Cebadas.

**Localización:** El proyecto se desarrollará en las comunidades: Qesera Loma Yanachaguar, Reten Samborondón, Pancún Ichubamba, San Antonio de Cebadas, Guarguallá San Eduardo, Tranca Pucará, Guarguallá Grande, Gozol San Luis, Cebadas, Basan Grande, Guanilche, Yacuñay, Tranca San Luis e Ichubamba Bajo, de la Parroquia Cebadas, al tratarse de un proyecto de capacitación ambiental estaría dirigido a todas las comunidades que presentan amenazas antrópicas y a ciertas amenazas producidas por la naturaleza.

#### **Actividades y presupuesto**

**Tabla 12-3:** Costo por actividad a desarrollarse, proyecto de asistencia técnica

Descripción	Unidad de medida	Cantidad total	costo/unidad	Costo total
Taller de capacitación para que la población administre correctamente el agua.	Taller	2	\$ 200,00	\$ 400,00
Campañas para difundir y dar a conocer los beneficios de proteger los recursos naturales.	Campaña	2	\$ 200,00	\$ 400,00
<b>Costo del proyecto</b>				<b>\$ 800,00</b>

**Realizado por:** Sánchez Chacaguasay, Néstor, 2021.



### 3.7. Programa de Restauración de la cobertura vegetal

#### 3.7.1. Proyecto de Restauración de la Cobertura Vegetal

Con este proyecto se busca recuperar la cobertura vegetal de los suelos afectados por deslizamientos a causa del cambio de uso del suelo, con el avance del proyecto ir recuperando la funcionalidad del ecosistema y garantizar una vida digna a todas las comunidades de la Parroquia.

**Institución encargada:** Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial, Cantonal y Provincial, Ministerio del Ambiente y Agua.

**Localización:** El proyecto se desarrollará en las comunidades que presentan amenazas aproximadas a las zonas de alto potencial de recarga hídrica de la Parroquia Cebadas: Quesera Loma, Cooperativa Yasepán, Yanachaguar, Retén Samborondón, Guarguallá San Eduardo y Guarguallá Grande.

**Costo referencial del proyecto:** La meta para un año es reforestar 90 ha con especies nativas que correspondería a 15 ha por comunidad. MAE (2014) en Plan Nacional de Restauración Forestal 2014-2017 la estimación de costos de reforestar una hectárea en la sierra oscila los \$ **621.77** con sus respectivas actividades, en el presente proyecto varió el costo de un jornalero que hoy en día es de \$ 15,00 teniendo un costo de \$ **709,10** por ha y para las 90 ha del proyecto un costo aproximado de \$ **63.819,00**.

#### Actividades y presupuesto

**Tabla 13-3:** Costo por actividad a desarrollarse, reforestación

Marcación para el ahoyado	1	2 jornaleros	\$ 15,00	\$ 30,00
Rodajea inicial	1	5 jornaleros	\$ 15,00	\$ 75,00
Ahoyado	1	5 jornaleros	\$ 15,00	\$ 75,00
Compra de plantas	1	400	\$ 0,50	\$ 200,00
Distribución de las plantas	1	2 jornaleros	\$ 15,00	\$ 30,00

siembra de plantas	1	2 jornaleros	\$ 15,00	\$ 30,00
compra de fertilizante	1	50	\$ 0,75	\$ 37,50
Fertilización	1	1 jornal	\$ 15,00	\$ 15,00
Compra de plantas para replantar	1	80	\$ 0,57	\$ 45,60
Replantar	1	2 jornal	\$ 15,00	\$ 30,00
Control de malezas	1	5 jornaleros	\$ 15,00	\$ 75,00
compra de hidrogel	1	2 hidrogel	\$ 18,00	\$ 36,00
Aplicación de Hidrogel	1	2 jornaleros	\$ 15,00	\$ 30,00
<b>Costo por Ha</b>				<b>\$ 709,10</b>
<b>Costo en 90 ha</b>				<b>\$ 63.819,00</b>

Fuente: MAE, 2014.

Realizado por: Sánchez Chacaguasay, Néstor, 2021.

### 3.8. Discusión

#### 3.8.1. Recarga al acuífero

En el estudio balance hídrico en los páramos de Jatunsacha realizado por Torres Romero y Proaño Santos (2018: p.63) obtiene como resultado que su área de estudio posee una recarga al acuífero de 513,38 mm., que es similar a la recarga calculada en los ecosistemas frágiles de la parroquia Cebadas con una recarga de 563,392 mm. Las áreas con una recarga potencial muy alta están relacionadas directamente con la textura del suelo, la cobertura vegetal, e indirectamente con la pendiente del suelo, a mayor pendiente disminuye la capacidad de retención de agua en los suelos, razón por la cual en la parte norte de la zona de estudio podemos apreciar que existen pocas áreas determinadas como zonas de recarga potencial muy alta.

Según Andrade Valdospinos (2020, p.69) en la recarga potencial del acuífero de la subcuenca del Río Chambo bajo una perspectiva de la hidrología física, menciona que las zonas de recarga hídrica se ubican al noreste de la zona de estudio, y en la parte central cercana a los volcanes tiene precipitaciones de 1000 a 1200 mm valores que son similares a los destacados en la presente investigación, por lo que concluye que, las zonas potenciales de recarga se encuentran en la parte oriental de la subcuenca y en ciertas áreas de la parte central cercanas a los volcanes Tungurahua, Altar, Igualata y Chimborazo.

La metodología del balance hídrico de suelos, suele ser muy utilizada por considerar varias variables que influyen en la recarga de los acuíferos, tales como: la precipitación mensual, la retención pluvial, la capacidad de infiltración de los suelos y sus características, la cobertura vegetal, profundidad de raíces, evapotranspiración real, uso del suelo y pendiente del terreno, esta metodología es bastante utilizada por generar un error en el cálculo de la recarga inferior al 80% (Schosinsky, 2006, p.13); en este contexto: la capacidad de recarga anual de las microcuencas DEL SISTEMA ACUÍFERO NOROCCIDENTAL NANEGALITO – GUALEA DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO (Guamán Chiluisa, 2017, p.83) tiene valores que van desde los 271,06 mm/año Q. Chiriacu hasta los 1160,54 mm/año la microcuenca Pachijal Bajo, mientras que en las zonas de recarga hídrica potencial de la parroquia Cebadas se tiene un valor de 563,392 mm/año, los valores inferiores se deben a las bajas precipitaciones y los valores superiores al aumento de las mismas, existen dos microcuencas que presentan valores próximos como es Pachijal Alto con 496,97 mm/año y con la microcuenca Anope con 656,77 mm/año.

Es importante considerar las metodologías utilizadas para los estudios de recarga potencial, para tener una referencia de la variación en los resultados, Alvarado-Batres (2020, p.57) en su estudio de Análisis de la recarga potencial del acuífero superficial en Isla de Méndez, Jiquilisco, Usulután empleando la metodología de Schosinsky, la misma que en este estudio obtiene una recarga potencial de 493.85 mm/año.

### **3.8.2. Amenazas y Vulnerabilidades**

Según Guamán Agualongo (2019, pp.44-45) en su estudio de Identificación de amenazas en las áreas de recarga hídrica de mayor importancia en el piso bioclimático en la parroquia el Tingo Provincia de Cotopaxi, realiza la identificación de amenazas en su zona de estudio, teniendo como resultado en amenazas naturales los deslizamientos o movimientos en masa, peligros volcánicos y otros, en amenazas antrópicas la deforestación, avance de la frontera agrícola, minerías resultados que se relacionan a los del presente estudio obteniendo de la misma manera amenazas de deslizamientos y el avance de la frontera agrícola y se le añadió la amenaza por erosión.

**Amenazas por deslizamiento:** Los resultados obtenidos en este estudio en el criterio de amenaza por deslizamientos es similar a lo detallado en Gobierno Autonomo Descentralizado Provincial de Chiborazo (2013, p.71) el PLAN DE MANEJO Y COGESTIÓN DEL TERRITORIO HÍDRICO DE

CEBADAS, que presenta amenazas naturales entre ellas los deslizamientos de tierra en zonas con pendientes de 45 a 60%, sumado la cobertura vegetal propensa a que estas amenazas se incrementen en épocas de lluvia. Los dos estudios coinciden, a pendientes fuertes, incremento de lluvias y cobertura vegetal escasa originan deslizamientos. Y entre amenazas antrópicas con un análisis in situ detalla la quema de paramos, sobrepastoreo en zonas de recarga hídrica y el avance de la frontera agrícola a favor de la pendiente.

Según Guamán Agualongo (2019, p.59) en la susceptibilidad de movimientos en masa presenta resultados de 4.28% con el calificativo alto, 93.09% calificativo medio y 2,63% bajo, los valores varían en cierto porcentaje con los hallados en este estudio pero ambos conservan el mismo criterio, la zona alta se produce mayor susceptibilidad debido a las pendientes de acuerdo al grado de inclinación del terreno pueden incrementar la probabilidad de ocurrencia de fenómenos de movimientos en masa.

Frías Vasco (2019, p.43) en su zona de estudio como es El bosque siempreverde pie montano, en el sector La Esperanza, cantón Pujilí, también destaca a los deslaves como la amenaza natural con más influencia para los moradores, por causa de las precipitaciones y la deforestación.

**Amenaza por erosión hídrica:** En el mapa cartográfico las zonas delimitadas de color rojo representa a este tipo de amenaza, la presencia de erosión alta en estos lugares se debe a la presencia de pendientes fuertes que van desde los 25 % hasta pendientes que superan los 70 % y sumado a esto la textura de suelo que existe en el lugar son arenas, arcillas y franca arenosa, con la presencia de pendientes fuertes y suelos cuyas partículas no favorezcan a la infiltración del agua o partículas no homogéneas que faciliten su desplazamiento, se convierten en zonas con un nivel de amenaza alta.

**Amenaza moderada:** Este nivel de amenaza corresponde a pendientes que van desde 12 % hasta 25 % y una textura de suelo con presencia de arenas finas que permiten la infiltración, pero por el tamaño de sus partículas son propensas a desplazamientos por la acción de la lluvia.

**Amenaza baja.** Presentan escasa susceptibilidad a erosión debido a la presencia de pendientes bajas que van desde 0% hasta 12 %, considerados como terrenos planos y casi planos con textura

franca, este tipo de suelo presenta proporciones óptimas de arena, limo y arcilla o muy próximo a ello, lo que permite una excelente infiltración y asociado a las bajas pendientes evita la erosión. En conclusión, se puede decir que la amenaza por erosión es alta al comprender un porcentaje mayor al 50% de la zona de estudio.

En un estudio realizado por Benitez López (2017, p.69), en la parroquia Ilapo del Cantón Guano provincia Chimborazo considera como amenaza natural a todo efecto que sea generado por la naturaleza la misma que genera efectos negativos sobre el medioambiente de una localidad, entre las amenazas naturales, destaca la erosión con una ocurrencia alta, como el obtenido en este estudio.

La presente investigación también concuerda con el estudio realizado por López Parco (2017, p.27) en la Unidad Hidrográfica del Río Ambato obtiene pendientes con valores altos, los terrenos de esa zona de estudio son propensos al arrastre de cultivos desde su raíz, partículas texturales, minerales y nutrientes por eventos de precipitación desde un punto alto hasta un punto muy bajo siendo esta su deposición final, menciona que las pendientes son incidentes en la fuerza con la que baja y arrastra el componente físico, químico y natural del suelo por el flujo hídrico superficial cambiando su aspecto paisajístico.

La erosión por el factor textura de suelo va a variar dependiendo de la pendiente si un suelo es arenoso y se encuentra en pendientes bajas no presentara amenazas de escorrentía, y si un suelo posee un alto contenido de arcilla y una elevada pendiente esta propenso a erosionarse al no tener capacidad de infiltración, de acuerdo con el estudio realizado por Jaramillo (2015, p.91) en su estudio del riesgo por erosión hídrica considera a suelos de erodabilidad intermedia a los de textura franca, como franco arcilloso y franco arcillo arenoso, por el contrario en la parroquia Cebadas zona de estudio la textura franco arenosa presenta un nivel alto de erosión ligado a la pendiente.

En la presente investigación la textura de suelo Franca Arenosa presenta un severo potencial erosivo como lo afirma González et al., (2016: p.49) en su estudio de riesgo por erosión hídrica y estimación de pérdida de suelos en México donde la erodabilidad alta y muy alta corresponde a suelos de textura arenosa o franco arenosa, poco profundos y con bajo contenido en materia orgánica y en suelos de textura franco arenosa, mediano a poco profundos y bajo contenido en materia orgánica.

**Amenaza por intervención antrópica:** La fuente de ingreso más importante de las comunidades a nivel parroquial es la actividad agropecuaria, hoy en día la baja producción debido a la erosión, malas prácticas agrícolas, uso inadecuado de productos químicos han obligado a la población extender la frontera agrícola que hoy en día está afectando a los ecosistemas frágiles razón por la cual existe un nivel de amenaza alta determinada por tierras agropecuarias.

**Amenaza moderada:** Este porcentaje de amenaza corresponde al aprovechamiento de la floresta nativa del lugar, este accionar de la población repercute al ecosistema suelo alterando su estructura física, disminuyendo la capacidad de retención del recurso hídrico, fauna microbiana y contenido de carbono orgánico las especies introducidas alteran el pH y contribuyen al desgaste del suelo (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Chimborazo, 2013, p.68).

Las especies forestales en su adaptación y desarrollo necesitan de abundante agua y materia orgánica, al disponer de raíces que penetran con facilidad el suelo y son de grandes dimensiones absorben estos elementos sin dificultad, también su follaje retiene gran cantidad de agua lluvia impidiendo que esta llegue a la superficie y con el accionar de los rayos solares se pierde al evaporarse, razón por la cual estas actividades se convierten amenazas para las zonas de recarga hídrica (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Chimborazo, 2013, p.68).

**Amenaza baja:** En el estudio realizado por Guamán Agualongo (2019, p.66), también hace referencia a la vegetación de páramo, la deforestación para implementación de plantaciones forestales y la actividad agrícola dentro de las amenazas antrópicas, teniendo una amenaza alta de 18.09 % superior en un 9% a los resultados de este estudio debido al aumento de la frontera agrícola y una amenaza baja de 81.90%, en las dos zonas de estudio los páramos aún se encuentran conservados al mantener más del 80% de la cobertura sin intervención humana. Sin embargo, las actividades agropecuarias hoy en día son una amenaza que ya se está evidenciando en las zonas de recarga hídrica a nivel nacional.

**Vulnerabilidades:** La superposición de tres capas como se detalla en la metodología, cobertura vegetal, pendiente y precipitación. Escalante Amaya y Sandoval Hidalgo (2019: p.26) proponen el análisis de proximidad de esta forma, se determina que mientras más cercano se encuentra a un punto estas variables su probabilidad de ocurrencia a un deslizamiento es mayor, en este estudio la variable considerada fue distancia a las áreas determinadas como amenaza alta, obteniendo un total de 3705,928 ha vulnerables a deslizamientos.

La vulnerabilidad por intervención antrópica debido a las actividades agropecuarias se relaciona al estudio realizado por Vera Rodríguez y Albarracín Calderón (2017: p.116) quien considera como vulnerabilidad por exposición de sistemas de producción: Cultivos, producción pecuaria, plantaciones forestales y otros, toma en cuenta el criterio: Menos del 20% de elementos en amenaza alta y más del 60 % del total de los elementos expuestos se encuentran en zonas de nivel de amenaza baja, vulnerabilidad baja (1).

Basándose en el criterio antes mencionado tenemos una amenaza alta del 9,349 % y una amenaza baja con el 89,955 % se estima que la vulnerabilidad por intervención antrópica en las zonas de alto potencial de recarga hídrica es baja con un valor de 1. No obstante con la aplicación de un buffer con radio de 100 m se obtiene que 2058,78 ha son vulnerables a intervención humana. Debemos considerar que esta amenaza es baja pero hoy en día el avance de la frontera agrícola se está expandiendo a un ritmo acelerado.

### **3.8.3. *Medidas de manejo y conservación***

El presente trabajo consta de tres programas para la conservación de las zonas con alto potencial de recarga hídrica, los tres están enfocados a solucionar los problemas de los recursos naturales de la parroquia Cebadas. Según Cuzco Argos (2016, p.49) en su plan de manejo para la conservación del páramo de COBSHE en el cantón Alausí el desconocimiento sobre el uso y manejo adecuado del agua, la compactación del suelo por ganadería, la plantación con plantas de pino y sobrepastoreo son problemas que afectan a las fuentes de agua.

Las medidas de conservación y manejo con programas de: Restauración ecológica con lo que pretende conservar la dinámica y funcionamiento de manera que asegure la prestación de servicios eco-sistémicos mediante la forestación y reforestación en áreas deterioradas del ecosistema páramo, esperando la restauración de algunos sitios (Cuzco Argos, 2016, p.82). En el presente estudio también existen las plantaciones forestales por lo que se propone el programa de Recuperación de la cobertura vegetal mediante la plantación con especies nativas.

La propuesta de un programa de Educación Ambiental formal con la emisión de una guía didáctica, un programa de educación Ambiental no formal con la finalidad de crear una conciencia de cuidado y sensibilidad hacia los recursos naturales a través del análisis del valor de estos

recursos para la sobrevivencia del ser humano (Torres, 2016, p.233). Dicho estudio se relaciona con la presente investigación mediante la implementación de proyectos que enmarcan con el programa de educación ambiental propuesto.

Es por esto que resulta importante tomar medidas en conjunto a través de los proyectos ciudadanos de educación ambiental, donde toda la comunidad y ciudadanía se conecten con la realidad que tenemos en el ambiente, asuman responsabilidades mediante acciones orientadas al cuidado y conservación del entorno y generando actividades que cambien las costumbres que se tienen en pro de una mejor calidad de vida (Álvarez Lema, 2017, pp.124-125). En el presente estudio para implementar una cultura ambiental en la población se planteó el programa de Programa de Asistencia Técnica dirigida y Formación Ambiental Integral.



## CONCLUSIONES

- Al determinar las zonas con muy alto potencial de recarga hídrica y su acúmulo anual en la parroquia Cebadas que tiene un área total de 57078 hectáreas se concluye que el 42,36 % con 24177 ha, son fuentes de almacenamiento de recurso hídrico con 563,39 mm/año debido a la presencia del ecosistema herbazal de páramo que por su cobertura vegetal única en la biósfera permite el acaparamiento de agua y una descarga gradual en la época de estiaje para el desarrollo productivo y social de 36 comunidades.
- Según los resultados obtenidos mediante un análisis multicriterio se llega a concluir que las amenazas que vuelven vulnerables a estas zonas son las antrópicas con la transición de la cobertura vegetal para generar recursos económicos como las actividades agrícolas y pecuarias, dejando al suelo descubierto y susceptible a erosión (hídrica y eólica) y movimientos en masa. También se concluye que estos problemas se originan por falta de una educación ambiental en la mayor parte de la población, la falta de presencia de las instituciones gubernamentales de control.
- De los problemas encontrados en la investigación y los efectos que estos producen se concluye que la principal medida de manejo y conservación que se debe implementar en las comunidades limítrofes a las áreas de recarga son los programas de Asistencia Técnica y Educación Ambiental porque la población es el principal actor que origina acciones que amenazan la estabilidad de los ecosistemas, por otra parte, sería la reforestación para recuperar la cubierta vegetal hoy en día degradada.
- La implementación de un programa de Mecanismos de Compensación, tiene un costo de \$ 89,312.50, cuyo objetivo es compensar a la población por sustituir sus actividades agrarias, implementar un programa de Asistencia Técnica Dirigida y Educación Ambiental tiene un valor de \$ 1,400 que tiene como objetivo concientizar a la población sobre los recursos naturales y la implementación del programa de Restauración de la cobertura vegetal con el objetivo de recuperar la vegetación de los suelos afectados tiene un costo de \$ 63,819.00.

## RECOMENDACIONES

- Para complementar la investigación se recomienda añadir datos meteorológicos de precipitación, temperatura e insolación registrados en estaciones meteorológicas cercanas a la zona de estudio o a su vez establecer pluviómetros en distintas áreas para registrar esta variable climática, y verificar el rango de variabilidad con los resultados aquí obtenidos.
- Para trabajar en los sistemas de información geográfica, los mismos que poseen distintas herramientas, todos los archivos cartográficos deben estar en los formatos correspondientes para que la herramienta pueda procesar la información y devolvernos los resultados esperados, especialmente en la aplicación de fórmulas donde los datos que ingresan deben estar entre los signos y espacios correspondientes.
- En el presente estudio se calculó la recarga anual únicamente de las zonas con muy alto potencial de recarga hídrica, por lo que se recomienda a futuras investigaciones realizar un cálculo de las zonas con alto, medio y bajo potencial para obtener un volumen de almacenamiento global de la parroquia Cebadas.
- La metodología del balance hídrico de suelos de Schosinsky es muy utilizada y muy confiable, se recomienda realizar este tipo de estudios empleando otras metodologías o a su vez realizar una comparación entre ellas para analizar la variación en los resultados de cada una.

## BIBLIOGRAFÍA

**ABDALLA, Fathy.** "Mapping of groundwater prospective zones using remote sensing and GIS techniques: A case study from the Central Eastern Desert, Egypt". *Journal of African Earth Sciences* [en línea], 2012, (Egipto) 70, pp. 8-17. [Consulta: 20 noviembre 2020]. ISSN 1464343X. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2012.05.003>

**AGUIRRE, Nikolay; et al.** "GUÍA PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN LOS PÁRAMOS DEL ANTISANA". [en línea], 2013, Quito, Pichincha, Ecuador. [Consulta: 15 noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/07/Guía-Metodológica-restauracion-páramos.pdf>

**ALDUNATE, Eduardo. & CÓRDOBA, Julio.** *Formulación de programas con la metodología de marco lógico*. N° 68. Santiago de Chile: CEPAL - Serie Manuales, 2011. ISBN 978-92-1-054778-9, P. 57.

**ALLEN, Richard; et al.** "Crop evapotranspiration guidelines for computing crop requirements. FAO Irrig. Drain. Report modeling and application". *Journal of Hydrology* [en línea], 1998, Roma, 56 (285), pp. 9-12. [Consulta: 16 noviembre 2020]. ISSN 0022- 1694. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/290988983\\_Crop\\_evapotranspiration\\_guidelines\\_for\\_computing\\_crop\\_requirements\\_FAO\\_Irrig\\_Drain\\_Report\\_modeling\\_and\\_application](https://www.researchgate.net/publication/290988983_Crop_evapotranspiration_guidelines_for_computing_crop_requirements_FAO_Irrig_Drain_Report_modeling_and_application)

**ALVARADO-BATRES, César A.** "Análisis de la recarga potencial del acuífero superficial en Isla de Méndez , Jiquilisco, Usulután". *Revista Minerva* [en línea], 2020, (El Salvador) 3 (2), pp. 46-59. [Consulta: 22 diciembre 2020]. ISSN 2521-8794. Disponible en: <https://minerva.sic.ues.edu.sv/index.php/Minerva/article/view/77>

**ALVARADO BATRES, César.; & BARAHONA-PALOMO, Marco.** "Comparación de tres métodos de infiltración utilizados para el cálculo del balance hídrico del suelo, en la Cuenca del río Suquiapa, El Salvador". *Cuadernos de Investigación UNED* [en línea], 2017, (El Salvador) 9 (1), pp. 23-33. [Consulta: 16 noviembre 2020]. ISSN 1659-4266. Disponible en: [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1659-42662017000100023](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-42662017000100023)

**ÁLVAREZ LEMA, José Gabriel.** Plan de manejo ambiental para la quebrada Las Abras, cantones Riobamba y Guano, Provincia de Chimborazo [en línea] (Trabajo de titulación). (Grado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería en Ecoturismo, Riobamba, Ecuador. 2017. pp. 125-126. [Consulta: 15-02-2021]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/6557>

**ANDRADE DÁVILA, Danny Hernán.** Identificación de las amenazas en el área de recarga

hídrica de mayor importancia en el piso Bioclimático (bsmn03) en la parroquia el Tingo cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi [en línea] (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería en Medio Ambiente, Latacunga, Ecuador. 2018. p. 30. [Consulta: 20-12-2020]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/5260>

**ANDRADE VALDOSPINOS, Amalia Francisca.** Recarga potencial del acuífero de la Subcuenca del río Chambo bajo una perspectiva de la hidrología física [en línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. 2020. p. 69. [Consulta: 20-12-2020]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21034>

**ARANGO SERNA, Martín Darío; et al.** "Indicadores de desempeño para empresas del sector logístico: Un enfoque desde el transporte de carga terrestre". *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería* [en línea], 2017, (Chile) 25 (4), pp. 707-720. [Consulta: 10 febrero 2021]. ISSN 07183305. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/772/77254022014.pdf>

**ARGEL ROMÁN, Juan Gabriel.** Respuesta Espacial de la Productividad al Nivel Freático de la Finca El Paso en el Cultivo de Banano (musa acuminata), Basado en el Uso de Sistemas de Información Geográfica [en línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad San Francisco de Quito, Ecuador. 2012. pp. 48-55. [Consulta: 2021-12-08]. Disponible en: <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/1696>

**BARRENO COLINDRES, Indira Ixquic.** Comparación de metodologías para identificación de zonas potenciales de recarga hídrica en la microcuenca del río Agua Tibia, Zona 24, Guatemala [en línea] (Trabajo de Titulación). (Doctoral) Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 2016. p. 28. [Consulta: 2020-11-15]. Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/5939>

**BARROS LÓPEZ, Juan Gabriel, & y TRONCOSO SALGADO, Adriana Yolanda.** Atlas climatológico del Ecuador [en línea] (Trabajo de titulación). (Grado) Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. 2010. [Consulta: 2020-11-16]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1720>

**BENITEZ LÓPEZ, Janneth Mercedes.** Plan de reducción de riesgos por desastres naturales, de la parroquia Ilapo, cantón Guano, provincia de Chimborazo, 2017-2020 [en línea] (Trabajo de titulación). (Grado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2017. p. 69. [Consulta: 2021-01-05]. Disponible en: <http://dspace.espech.edu.ec/handle/123456789/12852>

**BLICK, Sandra A; et al.** *New Jersey Stormwater Best Management Practices Manual* [en línea]. New Jersey-USA: Department of Environmental Protection, 2004. [Consulta: 19 noviembre

2020]. Disponible en: <https://rucore.libraries.rutgers.edu/rutgers-lib/44586/>

**BÖHNER, Jürgen; et al.** "Soil regionalisation by means of terrain analysis and process parameterisation". *European Soil Bureau-RESEARCH REPORT*. n° 7 (2002), (Germany) pp. 213-222.

**CAJAMARCA RIVADENEIRA, Ronald Enrique.** Estudio del balance hídrico superficial de las cuencas hidrográficas, sector Jadán y Zhidmad en el área de interceptación con el Bosque y Vegetación Protectora Aguarongo (BVPA) [en línea] (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca. Ecuador. 2017. p. 28. [Consulta: 2020-11-17]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/14595>

**CALCI QUISPE, Bertziss Eufemia.** Aplicación de modelos climáticos globales para la caracterización climática en la microcuenca de la Laguna de Chacas y sus Proyecciones de cambio Climático al 2050 y 2070 [en línea] (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez”, Juliaca, Perú. 2018. p. 13. [Consulta: 2021-11-10]. Disponible en: <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/1487>

**CALERO PÉREZ, Pablo Andrés.** Aplicación del modelo U.S.L.E para la determinación de la pérdida de suelo por procesos erosivos en los páramos de la zona noroccidental del volcán Casahuala, provincia de Tungurahua, Ecuador [en línea] (Trabajo de titulación). (Grado) Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Tungurahua, Ecuador. 2017. p. 47. [Consulta: 2020-12-22]. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/14101>

**CAMACHO SERGE, Carlos Andrés.** Diseño de una herramienta para la formulación de proyectos con enfoque de marco lógico , integrada con el ítem 8 . 3 de la norma ISO 9001 : 2015 “ diseño de desarrollo de los productos y servicios ” [en línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universitat Politècnica de València, España. 2019. p. 71. [Consulta: 2021-01-10]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/115911>

**CAMPAÑA ZAPATA, Franklin David.** Aplicación Del Modelo Rusle Para El Cálculo De Erosión Hídrica En La Microcuenca Del Río Perlaví [en línea] (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador. 2015. p. 5. [Consulta: 2020-12-22]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/5225>

**CARO GONZÁLEZ, Leidy Sofía.** La Metodología de Marco Lógico aspecto indispensable en la identificación de proyectos agropecuarios (Caso Práctico) [en línea] (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Duitama, Colombia. 2016. p. 37. [Consulta: 2021-02-09]. Disponible en: <https://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/2036>

**CARTAYA RÍOS, Scarlet; et al.** "Validación de la técnica compensatoria aditiva para la

ponderación de variables que intervienen en la génesis de procesos de remoción en masa". *Sapiens* [en línea], 2010, (Venezuela) 11 (1), pp. 13-30. [Consulta: 20 diciembre 2020]. ISSN 1317-5815. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1317-58152010000100002&script=sci\\_arttext](http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1317-58152010000100002&script=sci_arttext)

**CARVAJAL MUÑOZ, Juan S.; & CARMONA GARCÍA, Charlie Esperanza.** "Gestión integral de residuos de construcción y demolición en Colombia: una aproximación basada en la metodología del marco lógico". *Producción + Limpia* [en línea], 2016, (Colombia) 11 (1), pp. 117-128. [Consulta 20 febrero 2021]. ISSN 2323-0703. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1909-04552016000100012&script=sci\\_abstract&tlng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1909-04552016000100012&script=sci_abstract&tlng=en)

**CHACPI CERNA, Lizeth Karol.** Modelos para estimar la evapotranspiración de referencia con las ecuaciones de Hargreaves y Turc, respecto de la ecuación estándar Penman Monteith. sector Mataquita-Jangas-Huaraz [en línea] (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" Huaraz, Perú. 2019. p. 9. [Consulta: 2020-12-02]. Disponible en: <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/3619>

**CHAMORRO CASTILLO, Katherine Mishell.** Identificación y caracterización de las zonas de recarga hídrica mediante herramientas SIG de los acuíferos La Carbonería, Guaraczapas, Yuyucocha y Santa Clara para la protección de las fuentes de aprovisionamiento de agua en la zona urbana de Ibarra [en línea] (Trabajo de titulación). (Grado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. 2016. [Consulta: 2020-12-03]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/6920>

**CHÁVEZ HEREDIA, Luis Alberto.** Diseño de un Plan de Manejo Ambiental en la microcuenca del Río Yasepán de la Parroquia Cebadas, Cantón Guamote, Provincia de Chimborazo [en línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador. 2020. pp. 35-36. [Consulta: 2020-23-11]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/5998>

**CHÓEZ VEINTIMILLA, Holger Andrés.** Diseño e implementación de un sistema silvopastoril en el centro nacional de mejoramiento genético caprino ,Granja el Azúcar [en línea] (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad, Ecuador. 2018. pp. 33-35. [Consulta: 2021-03-05]. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/4284>

**CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE.** Registro Oficial Suplemento 983 de 12-abr.-2017. *LEXISFINDER* [en línea], Quito, Ecuador. 2017 pp. 12-32. [Consulta: 02 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/09/Codigo->

Organico-del-Ambiente.pdf

**CONDÉ, Marisa Serna; et al.** "Influência Da Aplicação De Águas Residuárias De Criatórios De Animais No Solo : Atributos Químicos E Físicos". *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)* [en línea], 2012, (Brasil) 2 (1), pp. 99-106. [Consulta: 10 diciembre 2020]. Disponible en: <https://periodicos.ufv.br/rbas/article/view/2662>

**CONDORI ESPINOZA, Joul Diraks.** Evaluación de los recursos hídricos superficiales enfocados a una gestión integral como propuesta base de la regulación hídrica en la Cuenca del Río Lampa [en línea] (Trabajo de titulación). (Grado). Universidad Nacional del Altiplano de Puno, Perú. 2020. p. 43. [Consulta: 2020-28-11]. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/13776>

**CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR.** Registro Oficial 449 de 20-oct.-2008. Última modificación: 01-ago.-2018. *LEXISFINDER* [en línea], Quito, Ecuador. 2008. pp. 1-222. [Consulta: 17 diciembre 2020]. Disponible en: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/09/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador.pdf>

**CÓDIGO ORGÁNICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL, AUTONOMÍA Y DESCENTRALIZACIÓN, (COOTAD).** *Registro Oficial Suplemento 303 de 19-oct.-2010* [en línea], Quito, Ecuador. 2020. pp. 1-243. [Consulta: 29 enero 2021]. Disponible en: <https://www.derechoecuador.com/codigo-organico-de-organizacion-territorial-cootad>

**CRESPO, Patricio; et al.** Impactos del cambio de uso de la tierra sobre la hidrología de los páramos húmedos andinos. En: Cuesta F, Sevink J, Llambí LD, De Bièvre B, Posner J, Editores. Avances en investigación para la conservación de los páramos andinos, CONDESAN. 2014. p.290

**CUBERO FERNÁNDEZ, Diógenes.** *Manual de Manejo y Conservación de Suelos y Aguas.* 2ª ed. San José-Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia, 1994. ISBN 9789977647494, p. 16.

**CUNALATA RUGEL, Cristian Geovanny, & INGA CÓNDOR, Carlos Patricio.** Cuantificación de Carbono Total Almacenado en Suelos de Páramos en las Comunidades Shobol - Chimborazo, San Juan Chimborazo [en línea] (Trabajo de titulación). (Grado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2012. p. 121. [Consulta: 2020-12-08]. Disponible en: <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/2012>

**CUSHQUICULLMA COLCHA, Diego Francisco.** Diseño de un plan de manejo eco turístico para los páramos de Ichubamba Yasepan, Parroquia Cebadas, Cantón Guamote, Provincia de Chimborazo [En línea] (Trabajo de titulación). (Grado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2013. p. 136. [Consulta: 2020-11-26]. Disponible en:

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2989>

**CUZCO ARGOS, Sanaida Verónica.** Plan de manejo para la conservación del páramo de la comunidad Cobshe Alto, Parroquia Achupallas, Cantón Alausí, Provincia de Chimborazo [En línea] (Trabajo de titulación). (Grado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2016. p. 49-82. [Consulta: 2021-03-03]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5436>

**ESCALANTE AMAYA, Jorge Andrés, & SANDOVAL HIDALGO, Shyrley Dayana.** Determinación del riesgo a deslizamientos en redes vitales dentro de la subcuenca del río Mataquí – Cantón Pimampiro, Provincia de Imbabura [En línea] (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. 2019. p. 26. [Consulta: 2021-01-03]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9416>

**ESPINOSA QUIÑONES, Karla Alejandra.** Cambio de uso del suelo en las comunidades: Gaurón, Illshbug, San Vicente, Utucún y Vía Oriente pertenecientes a la Parroquia rural Cebadas, Cantón Guamote, Provincia de Chimborazo, año 2013 – 2019, para evaluar la pérdida de páramo [En línea] (Trabajo de titulación). [Grado] Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador. 2019. p. 22. [Consulta: 2020-12-05]. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/17103>

**FICK, Stephen E.; & HIJMANS, Robert J.** "WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas". *International Journal of Climatology* [En línea], 2017, (United State of Americavol) 37 (12). pp. 4302-4315. [Consulta: 22 noviembre 2020]. ISSN 10970088. Disponible en: <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/joc.5086>

**FREEZE, Allan; & CHERRY, John.** *Effect of Geology on Regional Flow Systems. En Groundwater* [en línea]. New Jersey-USA: Prentice-Hall, 1979. [Consulta: 08 diciembre 2020]. Disponible en: [https://www.un-igrac.org/sites/default/files/resources/files/Groundwater\\_book\\_-\\_English.pdf](https://www.un-igrac.org/sites/default/files/resources/files/Groundwater_book_-_English.pdf)

**FRÍAS VASCO, Ibeth Alexandra.** Identificación de la vulnerabilidad física en las áreas de recarga hídrica de mayor importancia en el Piso Bioclimático BsPn01 bosque siempreverde pie montano, en el sector La Esperanza, cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi, 2018 [En línea] (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador. 2019. p. 43. [Consulta: 2020-12-20]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/5256>

**GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PARROQUIAL DE CEBADAS.** *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial.* Cebadas, Riobamba-Ecuador. 2015. pp. 9-44.

**GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE CHIMBORAZO.**



*Plan de manejo y cogestión del territorio hídrico de Cebadas (Yasipán, Tingo, Ichubamba y Guarguallá). Cebadas, Riobamba-Ecuador. 2013. pp. 25-68.*

**GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE CHIMBORAZO..**

*Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. Riobamba-Ecuador. 2020. pp. 78-79.*

**GAVIRIA, Xiomara; et al.** "Calidad nutricional y fraccionamiento de carbohidratos y proteína en los componentes forrajeros de un sistema silvopastoril intensivo". *Pastos y Forrajes* [En línea], 2015, (Colombia) 38 (2), pp. 194-201. [Consulta: 01 marzo 2021]. ISSN 2078-8452. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942015000200007&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942015000200007&script=sci_arttext&tlng=en)

**GOMÉZ PICADO, Jorge Eduardo.** Análisis de disponibilidad del recurso hídrico para propuesta de una guía Cantón de Orotina y uso domiciliario en el para un plan de gestión [En línea] (Trabajo de titulación). (Grado) Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería en Construcción, Costa Rica. 2005. p. 6. [Consulta: 2020-11-17]. Disponible en: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/245>

**GÓNZALES CARELLA, María Inés.; & DÍAZ, Maximiliano.** El uso del enfoque del marco lógico en la evaluación de políticas públicas. *VI Encuentro Latinoamericano de Metodología de las Ciencias Sociales (ELMeCS) Innovación y creatividad en la investigación social (Ecuador, 7 al 9 de noviembre de 2018).* [en línea]. Cuenca-Ecuador: pp. 18. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/108708>

**GONZÁLEZ-BAHEZA, Arturo.** Modelo de riesgo-vulnerabilidad integral por amenazas clave asociadas a cambio climático en zonas costeras de Baja California Sur [en línea] (Trabajo de titulación). (Doctorado) Universidad Autónoma de Baja California Sur, México. 2017. p. 122. [Consulta: 2020-12-18]. Disponible en: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/55153640/Tesis\\_Doctorado\\_Arturo\\_Gonzalez\\_Baheza\\_02082017.pdf?1511993065=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DMODELO\\_DE\\_RIESGO\\_VULNERABILIDAD\\_INTEGRAL.pdf&Expires=1619713399&Signature=UuuubRKf0LdnDhxvC9vn4ueplEzK72IVXqLAIP3dEYuYyWSv-6DuNIOmjSIH3oQuFANZgPXobuGGSRYqSSQTTSyCTWMBivNv~L5dj3r~5RdqLbFmSvbpn1OWxnDzeUn-6-ppMhe3yBcn-mkWaKxRW3tqi92Ue-8A7DBdWVYf6Mg31JxfnyxIk3IMj9koxnYawCM9Q-TloLCiXL6FApw9~KDITVTkGpGOe-~KB-0fNz1Uk~Z8eXGssh4nQPnO9wLajAdaQNBuZEjvTicXoNHG7q1MW1pf2TKoC5oZApEdEXT6YPyYQa2vQNH7IVtpqho88f12YFIWdqg2CvmMB7k3eQ\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/55153640/Tesis_Doctorado_Arturo_Gonzalez_Baheza_02082017.pdf?1511993065=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DMODELO_DE_RIESGO_VULNERABILIDAD_INTEGRAL.pdf&Expires=1619713399&Signature=UuuubRKf0LdnDhxvC9vn4ueplEzK72IVXqLAIP3dEYuYyWSv-6DuNIOmjSIH3oQuFANZgPXobuGGSRYqSSQTTSyCTWMBivNv~L5dj3r~5RdqLbFmSvbpn1OWxnDzeUn-6-ppMhe3yBcn-mkWaKxRW3tqi92Ue-8A7DBdWVYf6Mg31JxfnyxIk3IMj9koxnYawCM9Q-TloLCiXL6FApw9~KDITVTkGpGOe-~KB-0fNz1Uk~Z8eXGssh4nQPnO9wLajAdaQNBuZEjvTicXoNHG7q1MW1pf2TKoC5oZApEdEXT6YPyYQa2vQNH7IVtpqho88f12YFIWdqg2CvmMB7k3eQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

**GRASSI, C.** *Resumen de propiedades físicas del suelo, métodos de riego*. CIDIAT. Mérida, Venezuela, 1976, 265 págs.

**GRIZZETTI, Bruna; et al.** "Assessing water ecosystem services for water resource management". *Environmental Science and Policy* [En línea], 2016, (Italia) 61. pp. 194-203. [Consulta: 30 noviembre 2020]. ISSN 18736416. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1462901116300892>

**GUAMÁN AGUALONGO, Washington Andrés.** Identificación de las amenazas en las áreas de recarga hídrica de mayor importancia en el piso bioclimático BsBn04 en la parroquia el Tingo Cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi 2018 [En línea] (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador. 2019. pp. 44-66. [Consulta: 2020-12-21]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/5898>

**GUAMÁN CHILUISA, Ana Lucía.** Estudio hidrogeológico del sistema acuífero Noroccidental Nanegalito – Gualea del Distrito Metropolitano de Quito [En línea] (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador. 2017. p. 83. [Consulta: 2020-12-28]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/8215>

**GUAMBO LEMA, Ana Verónica.** Valoración económica ambiental del servicio hidrológico de la microcuenca del río Cebadas del Cantón Guamate, Provincia de Chimborazo [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2016. p. 123. [Consulta: 2020-11-28]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/4760>

**GUAMBO LEMA, Ana; et al.** "El valor económico ambiental de los usuarios del servicio hidrológico de la Microcuenca del Río Cebadas, Provincia de Chimborazo". *SATHIRI* [en línea], 2016, (Ecuador) (11), pp. 206-219. [Consulta: 28 noviembre 2020]. ISSN 1390-6925. Disponible en: <https://revistasdigitales.upec.edu.ec/index.php/sathiri/article/view/20>

**GUAYAQUIL RODRÍGUEZ, María Fernanda.** Marco regulatorio actual y perspectivas jurídicas del ecosistema frágil de páramo en el Ecuador [En línea] (Trabajo de titulación). (Grado) Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador. 2013. p. 9. [Consulta: 2020-11-20]. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/5918>

**GUERRA AMÁN, María José.** Estimación de la variabilidad espacial y temporal de la escorrentía en microcuencas que drenan los páramos del Ecuador [En línea] (Trabajo de titulación). (Grado) Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. 2019. p. 1. [Consulta: 2020-11-18]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20479>

**HERNÁNDEZ-JÚAREZ, Rodrigo; et al.** "Identificación de zonas potenciales de recarga y

descarga de agua subterránea en la cuenca del río Ayuquila-Armería mediante el uso de SIG y el análisis multicriterio". *Investigaciones Geográficas* [en línea], 2020, (México) (101), pp. 1-19. [Consulta: 12 diciembre 2020]. ISSN 2848-7279. Disponible en: <http://132.247.70.148/index.php/rig/article/view/59892>

**HERRERA JIMÉNEZ, Katheryne Fernanda.** Identificación hidrológica de zonas de recarga de las fuentes de abastecimiento de agua en la Comuna La Esperanza, provincia del Carchi [En línea] (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. 2017. p 16. [Consulta: 2020-11-22]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/6547>

**HIJMANS, Robert; et al.** "Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas". *International Journal of Climatology* [en línea], 2005, (Reino Unido) 25 (15), pp. 1965-1978. [Consulta: 08 abril 2021]. ISSN 0899-8418. Disponible en: <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/joc.1276>

**HIZA SÁNCHEZ, Edwin Fernando.** "IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RECARGA HÍDRICA EN LA MICRO CUENCA RINCÓN DE LA VITORIA PROVINCIA MÉNDEZ - TARIJA". *AGROCIENCIAS* [en línea], 2019, (Bolivia) 4 (7), pp. 11-26. [Consulta: 18 noviembre 2020]. ISSN 2519-7568. Disponible en: <http://dicyt.uajms.edu.bo/revistas/index.php/agrociencias/article/view/225>

**HOFSTEDE, Robert; et al.** *Los Páramos Andinos ¿Qué sabemos? Estado de conocimiento sobre el impacto del cambio climático en el ecosistema páramo.* Quito-Ecuador: UICE, 2014, pp. 1-79.

**HUANCAS DE LA CRUZ, Wilmer Casely.** Propuesta de un programa de comprensión lectora riesgos de gestión de desastres prospectivos y la matriz de marco lógico de un proyecto de inversión pública [en línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo", Lambayeque, Perú. 2019. pp. 40-41. [Consulta: 2021-01-10]. Disponible en: <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/6082>

**IUSS WORKING GROUP WRB.** *Base referencial mundial del recurso suelo 2014 Sistema internacional de clasificación de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Informes sobre recursos mundiales de suelos 106* [en línea]. 3ª ed. Roma: International Union of Soil Sciences-World Reference Base for Soil Resources-FAO. 2015. ISBN 9789253083695. Disponible en: <http://www.fao.org/3/i3794es/I3794es.pdf>

**JARAMILLO VELIZ, Julio Javier.** Estudio Del Riesgo Por Erosión Hídrica Del Suelo Utilizando El Modelo U.S.L.E, Mediante Herramientas S.I.G, Aplicado En La Subcuenca Río Portoviejo, Provincia De Manabí [en línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador. 2015. p. 91. [Consulta: 2021-01-05]. Disponible en:

<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/4235>

**JARAMILLO LOAYZA, Marelys Lizbeth, & MERCHÁN ROSERO, Tatiana Lisseth.** Evaluación de las zonas de recarga hídrica en relación a las formaciones vegetales en la Parroquia Angochagua [en línea] (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. 2018. pp. 4-9. [Consulta: 2020-11-29]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8654>

**LLUGSA PAREDES, Mayra Elizabeth, & DUCHE GUAMAN, Vanessa Brigith.** Estimación De Carbono Orgánico Total En El Suelo Y Biomasa Del Páramo Andino De Yasipan Y Atillo [en línea] (Trabajo de titulación). (Grado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2020. p. 2. [Consulta: 2020-11-20]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/13956>

**LÓPEZ PARCO, Jorge Andrés.** Erosión hídrica en la unidad hidrográfica del Río Ambato, en un escenario de cambio climático, mediante el modelo USLE/RUSLE. [en línea] (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2017. p. 27. [Consulta: 2021-01-07]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/4261>

**LOZANO, Patricio; et al.** "Estrategias para la conservación del ecosistema páramo en Pulinguí San Pablo y Chorrera Mirador, Ecuador". *Enfoque UTE* [en línea], 2016, (Ecuador) 7 (4), pp. 55-70. [Consulta: 10 octubre 2020]. ISSN 1390-9363. Disponible en: [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1390-65422016000400055](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422016000400055)

**MADEREY RASCÓN, Laura Elena.** *Principios de hidrogeografía. Estudio del ciclo hidrológico* [en línea]. México-México: Serie Textos Universitarios, Num.1, 2005. [Consulta: 09 noviembre 2020]. Recuperado de: <http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/view/27/27/80-1>

**MAE, Ministerio del Ambiente.** Mapa de Cobertura y Uso del Suelo del Ecuador continental año 2018. Quito-Ecuador [En línea]. 2019. [Consulta: 15 abril 2021]. Disponible en: <http://mapainteractivo.ambiente.gob.ec/>

**MARTÍNEZ VALDÉS, Yaset.; & VILLALEJO GARCÍA, Víctor Michel.** "La gestión integrada de los recursos hídricos: una necesidad de estos tiempos". *Ingeniería Hidráulica y Ambiental* [en línea], 2018, (Cuba) 39 (1), pp. 58-72. [Consulta: 10 octubre 2020]. ISSN 1680-0338. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1680-03382018000100005&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1680-03382018000100005&script=sci_arttext&tlng=en)

**MASACHE POVEDA, Roberto Alejandro.** Priorización de zonas de recarga hídrica al sur occidente del Parque Nacional Cayambe-Coca para abastecimiento del Distrito Metropolitano de

Quito [en línea] (Trabajo de titulación). (Grado) Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador. 2018. p. 20. [Consulta: 2020-11-20]. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/15289>

**MATUS, Oscar.** Elaboración participativa de una metodología para la identificación de zonas potenciales de recarga hídrica en subcuencas hidrográficas, aplicada a la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa Nicaragua [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Escuela de Posgrado, Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación, Turrialba, Costa Rica. 2007. p. 18. [Consulta: 2020-11-23]. Disponible en: <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/3299>

**MATUS, Oscar; et al.** "Guía para la identificación participativa de zonas con potencial de recarga hídrica. Aplicación práctica en la subcuenca del río Jucuapa, Nicaragua. Turrialba- Costa Rica." *Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)* [en línea], 2009, (Costa Rica) (38), pp. 21. [Consulta: 23 noviembre 2020]. Disponible en: [http://201.207.189.89/bitstream/handle/11554/8339/Guia\\_para\\_la\\_identificacion\\_participativa.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://201.207.189.89/bitstream/handle/11554/8339/Guia_para_la_identificacion_participativa.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA, ACUACULTURA Y PESCA (MAGAP).** Archivos de Información Geográfica - Sistema Nacional de Información [En línea], 1990. [Consulta: 13 abril 2021]. Disponible en: <https://sni.gob.ec/coberturas>

**MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA (MAG).** Plan Estratégico del Ministro de Agricultura y Ganadería periodo 2017-2021 [En línea] Quito-Ecuador. 2017. [Consulta: 12 abril 2021]. Disponible en: [https://www.agricultura.gob.ec/wp-content/uploads/2020/09/AM\\_068\\_PEI2.pdf](https://www.agricultura.gob.ec/wp-content/uploads/2020/09/AM_068_PEI2.pdf)

**MINISTERIO DEL AMBIENTE (MAE).** Plan Nacional de Forestación y Reforestación Acuerdo No. 010 [En línea] Quito-Ecuador. 2013. [Consulta: 12 abril 2021]. Disponible en: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu155382.pdf>

**MINISTERIO DEL AMBIENTE (MAE).** Plan Nacional de Restauración Forestal 2014-2017 [en línea] Quito-Ecuador. 2014. [Consulta: 11 abril 2021]. Disponible en: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu155383anx.pdf>

**MINISTERIO DEL AMBIENTE Y AGUA.** Acuerdo Ministerial No. MAAE-2020-011. [en línea] Quito-Ecuador. 2020. [Consulta: 11 abril 2021]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/08/ACUERDO-MINISTERIAL-ESTATUTO-ORGANICO.pdf>

**MOLERO MELGAREJO, Emilio; et al.** "Escenarios de aptitud y modelización cartográfica

del crecimiento urbano mediante técnicas de evaluación multicriterio". *Geofocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica* [en línea], 2007, (España) S.1 (7), pp. 120-147. [Consulta: 10 diciembre 2020]. ISSN 1578-5157. Disponible en: <http://www.geofocus.org/index.php/geofocus/article/viewFile/114/276>

**MONROY ALVARADO, Gustavo Adolfo.** Propuesta para la implementación de la matriz del marco lógico en la planificación, administración y ejecución de proyectos de construcción [En línea] (Trabajo de titulación). (Doctoral) Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 2018. pp. 31-55. [Consulta: 2021-02-07]. Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/9996/>

**MORA JIMÉNEZ, Luis Diego.; & RUIZ VALVERDE, Jeffrey.** "Determinación de áreas de recarga hídrica en las subcuencas de los ríos Frijoles y Guacalito, Upala, Costa Rica". *Repertorio Científico* [en línea], 2018, (Costa Rica) 21 (2), pp. 23-36. [Consulta: 15 noviembre 2020]. ISSN 1021-6294. Disponible en: <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/repertorio/article/view/2407>

**MORALES-BETANCOURT, Juan Alejandro.; & ESTÉVEZ-VARÓN, Jaime Vicente.** "El páramo: ¿Ecosistema en vía de extinción?" *Revista Luna Azul* [en línea], 2015, (Colombia) (22), pp. 39-51. [Consulta: 10 noviembre 2020]. Disponible en: <https://revistasojs.ucaldas.edu.co/index.php/lunazul/article/view/1524>

**MUENALA MUENALA, Martha del Rocío.** Vulnerabilidad ante amenazas de deslizamientos e inundaciones de la cuenca del río Blanco, provincia de Imbabura-Ecuador [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Técnica del Norte., Imbabura, Ecuador. 2018. pp. 27-35. [Consulta 2020-12-15]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8212>

**NÁJERA GONZÁLEZ, Oyolsi; et al.** "Riesgo De Erosión Hídrica Y Estimación De Pérdida De Suelo En Paisajes Geomorfológicos Volcánicos En México". *Cultivos Tropicales* [En línea], 2016, (México) 37 (2), pp. 45-55. [Consulta: 19 diciembre 2020]. ISSN 0258-5936. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362016000200006](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362016000200006)

**NANGÜELÚ HERNÁNDEZ, Raúl Antonio.** Análisis de la vulnerabilidad en el lugar (aspectos sociales) y del lugar (aspectos físicos) del municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, utilizando técnicas Geomáticas [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca de Lerdo, México. 2018. pp. 28-33. [Consulta: 2020-12-15]. Disponible en: <http://148.215.1.182/handle/20.500.11799/98742>

**NOVILLO ESPINOZA, Indira Dayanara; et al.** "Propiedades físicas del suelo en diferentes sistemas agrícolas en la provincia de Los Ríos, Ecuador". *Temas Agrarios* [en línea], 2018, (Ecuador) 23 (2), pp. 177-187. [Consulta: 18 diciembre 2020]. ISSN 0122-7610. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6587923>

**OLAYA, Víctor.** Sistemas de información geográfica. Universidad de Girona-España, 2014, p. 7

**ORDOÑEZ GÁLVEZ, Juan Julio.** Aguas Subterráneas-Acuíferos: Contribuyendo al desarrollo de una Cultura del Agua y la Gestión Integral de Recurso Hídrico [En línea]. Lima-Perú: Sociedad Geográfica de Lima, 2011. [Consulta: 20 noviembre 2020]. Disponible en: [https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam\\_files/publicaciones/varios/aguas\\_subterraneeas.pdf](https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/aguas_subterraneeas.pdf)

**ORTEGÓN, Edgar; et al.** *Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas* [en línea]. Santiago de Chile-Chile: CEPAL, 2015. ISBN 92-1-322719-1, pp. 17-75.

**OSORIO GÓMEZ, Juan Carlos.; & OREJUELA CABRERA, Juan Pablo.** "El proceso de análisis jerárquico (AHP) y la toma de decisiones multicriterio. Ejemplo de aplicación". *Scientia Et Technica* [en línea], 2008, (Colombia) 14 (39), pp. 247-252. [Consulta: 10 diciembre 2020]. ISSN. 0122-1701. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/849/84920503044.pdf>

**PANAGOS, Panos; et al.** "Towards estimates of future rainfall erosivity in Europe based on REDES and WorldClim datasets". *Journal of Hydrology* [en línea], 2017, (Italia) 548, pp. 251-262. [Consulta: 25 noviembre 2020]. ISSN 00221694. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.03.006>

**PAÑUELA ARÉVALO, Liliana A.; & CARRILLO RIVERA, J. Joel.** "Definición de zonas de recarga y descarga de agua subterránea a partir de indicadores superficiales: Centro-sur de la Mesa Central, México". *Investigaciones Geográficas* [en línea], 2013, (México) (81), pp. 18-32. [Consulta: 25 noviembre 2020]. ISSN 01884611. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-46112013000200003&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-46112013000200003&script=sci_arttext)

**PERALTA, Antonella.; & LÓPEZ SARDI, Estela Mónica.** "Los Acuíferos de nuestro país: un tesoro para las generaciones venideras". *Ciencia y Tecnología* [En línea], 2012, (Argentina) 1 (12), pp. 73-82. [Consulta: 25 noviembre 2020]. ISSN 1850-0870. Disponible en: [https://www.palermo.edu/ingenieria/pdf2013/12/12CyT\\_06losacuiferos.pdf](https://www.palermo.edu/ingenieria/pdf2013/12/12CyT_06losacuiferos.pdf)

**PÉREZ ÁLVAREZ, Pedro.; & RODRÍGUEZ LUGO, Dulce María.** "Determinación de la recarga hídrica potencial en la cuenca hidrográfica Guara, de Cuba". *Aqua-LAC* [en línea], 2014, (Cuba) 6 (2), pp. 58-70. [Consulta: 08 octubre 2020]. Disponible en: <http://aqua-lac.org/index.php/Aqua-LAC/article/view/127>

**POSADA FANDIÑO, Heidy Bibiana.** Evaluación multicriterio y SIG., como herramientas para la gestión territorial (Caso de estudio ubicación del terminal de transporte en Zipaquirá

Cundinamarca) [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Santo Tomás, Bogotá, Colombia. 2015. p. 28. [Consulta: 2020-11-28]. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/2270>

**PRINCIPI, Noelia.** Evaluación Multicriterio con Sistemas de Información Geográfica para la determinación de zonas de potencial conflicto entre usos del suelo en el noroeste de la provincia de Buenos AIRES (ARGENTINA) [En línea] (Trabajo de titulación). (Doctoral) Universidad Nacional de Luján, Argentina. 2014. p. 20. [Consulta: 2020-12-15]. Disponible en: <https://ri.unlu.edu.ar/xmlui/handle/rediunlu/724>

**RAMOS BEDÓN, Deisman Armando.** "PROYECTO PMI EN COMPARACION CON LA MGA. (PROJECT MANAGEMENT). *Universidad Cooperativa de Colombia. Gestión de proyectos PMI* (2017), (Colombia) p. 2.

**RUIZ PALACIOS, Jean Pierre.** Susceptibilidad a deslizamientos en el Valle de Joa [En línea] (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador. 2020. p. 39. [Consulta: 2020-12-22]. Disponible en: <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2563/1/PROYECTO%20DE%20TITULACION%20POOL.pdf>

**SAATY, Thomas L.** "Decision making with the Analytic Hierarchy Process". *International journal of services sciences* [En línea], 2008, (United State of America) 1 (1), pp. 83-98. [Copsulta: 08 diciembre 2020]. ISSN 1753-1454. Disponible en: [https://www.people.iup.edu/rhoch/ClassPages/EnvPlanningSeminar\\_X/Readings/AHP/Saaty\\_AHP\\_2008.pdf](https://www.people.iup.edu/rhoch/ClassPages/EnvPlanningSeminar_X/Readings/AHP/Saaty_AHP_2008.pdf)

**SCHOSINSKY, Gunther.; & LOSILLA, Marcelino.** "Modelo analítico para determinar la infiltración con base en la lluvia mensual". *Revista Geológica de América Central* [En línea], 2000, (Costa Rica) (23), pp. 43-55. [Consulta: 26 noviembre 2020]. ISSN 0256-7024. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/geologica/article/view/8579/8102>

**SCHOSINSKY, Gunther.** "Cálculo de la recarga potencial de acuíferos mediante un balance hídrico de suelos". *Revista Geológica de América Central* [en línea], 2006, (Costa Rica) (34-35), pp. 13-30. [Consulta: 02 octubre 2020]. ISSN 0256-7024. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/454/45437342002.pdf>

**SECRETARÍA DEL AGUA.** Plan Nacional de Riego Y Drenaje 2019-2027 [En línea]. Quito-Ecuador. 2019. [Consulta: 10 noviembre 2020]. Disponible en: [http://prefecturadeesmeraldas.gob.ec/docs/8\\_plan\\_nacional\\_de\\_riego\\_y\\_drenaje.pdf](http://prefecturadeesmeraldas.gob.ec/docs/8_plan_nacional_de_riego_y_drenaje.pdf)

**SEGOVIA PUENTE, Fausto Xavier.** Zonificación y evaluación de amenazas por



deslizamientos y caídas de roca en el Cantón Guano - Provincia de Chimborazo, escala 1: 25 000 [En línea] (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador. 2017. p. 24. [Consulta: 2020-12-12]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/10533>

**THORNTHWAITE, C.W.** "An Approach toward a Rational Classification of Climate". *Geographical Review* [en línea], 1948, (United State of America) 38 (1), pp. 55-94. [Consulta: 03 noviembre 2020]. ISSN 00223115. Disponible en: [https://journals.lww.com/soilsci/Citation/1948/07000/An\\_Approach\\_Toward\\_a\\_Rational\\_Classification\\_of.7.aspx](https://journals.lww.com/soilsci/Citation/1948/07000/An_Approach_Toward_a_Rational_Classification_of.7.aspx)

**TORRES GUADALUPE, Jaime Fernando.** Evaluación e impacto ambiental y plan de manejo ambiental del proyecto: «Malecón escénico Laguna de Colta» cantón Colta, provincia de Chimborazo [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2016. p. 233. [Consulta: 2021-03-10]. Disponible en: <http://dspace.espech.edu.ec/handle/123456789/4818>

**TORRES ROMERO, Sergio Fernando.; & PROAÑO SANTOS, Carlos Oswaldo.** "Componentes del balance hídrico en los páramos de Jatunsacha, Ecuador". *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida* [en línea], 2018, (Ecuador) 28 (2), pp. 52-66. [Consulta: 03 enero 2021]. ISSN 1390-8596. Disponible en: [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1390-85962018000200052](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-85962018000200052)

**VALLEJO ILIJAMA, María; et al.** "Gestión integral de riesgos de desastres y manejo sostenible del agua". *Universidad y Sociedad* [en línea], 2019, (Ecuador) 11 (4), pp. 267-275. [Consulta: 09 octubre 2020]. ISSN 2218-3620. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202019000400267](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202019000400267)

**VARGAS ROJAS, Ronald.** *Factores de formación del suelo. En Guía para la descripción de suelos.* 4ª ed. Roma-Italia: FAO, 2009. p. 12.

**VERA RODRÍGUEZ, Jorge Mario.; & ALBARRACIN CALDERÓN, Adriana Paola.** "Metodología para el análisis de vulnerabilidad ante amenazas de inundación, remoción en masa y flujos torrenciales en cuencas hidrográficas". *Ciencia e Ingeniería Neogranadina* [en línea], 2017, (Colombia) 27 (2), pp. 109-136. [Consulta: 29 diciembre 2020]. ISSN 1909-7735. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0124-81702017000200109&script=sci\\_abstract&tlng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0124-81702017000200109&script=sci_abstract&tlng=en)

**VILLACRESES RIVADENEIRA, Geovanna Patricia.** Geolocalización de sitios para el emplazamiento de granjas solares en la región Sierra del Ecuador [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad de Salzburg, Quito, Ecuador. 2019. p. 32. [Consulta: 2020-

11-29]. Disponible en: [https://americalatina.unigis.net/files/tesis/TESIS\\_VILLACRESES1.pdf](https://americalatina.unigis.net/files/tesis/TESIS_VILLACRESES1.pdf)

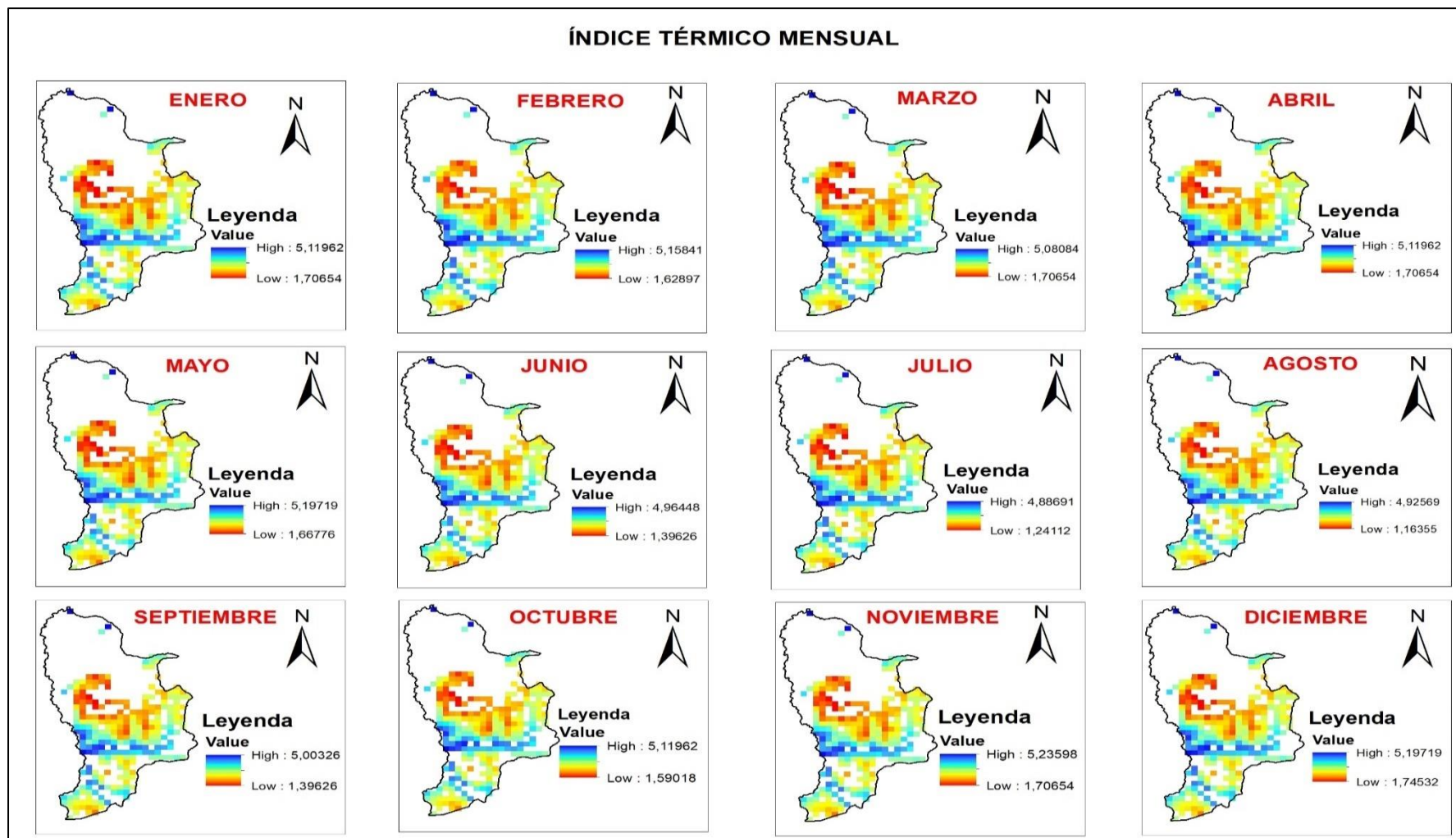
**VILTRES-MILÁN, Yexenia; et al.** "Cartografía de la peligrosidad por deslizamientos en el municipio de Mayarí, Holguín". *Minería y Geología* [en línea], 2019, (Cuba) 35 (2), pp. 126-146. [Consulta: 13 diciembre 2020]. ISSN 1993-8012. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1993-80122019000200126](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1993-80122019000200126)

**VILTRES MILAN, Yexenia.** Evaluación de riesgos por deslizamiento en taludes y laderas del sector Este del Municipio Moa [En línea] (Trabajo de titulación). (Doctoral) Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa "Dr. Antonio Núñez Jiménez", Holguín, Cuba. 2010. p. [Consulta 2020-12-12]. Disponible en: <http://ninive.ismm.edu.cu/handle/123456789/1353>

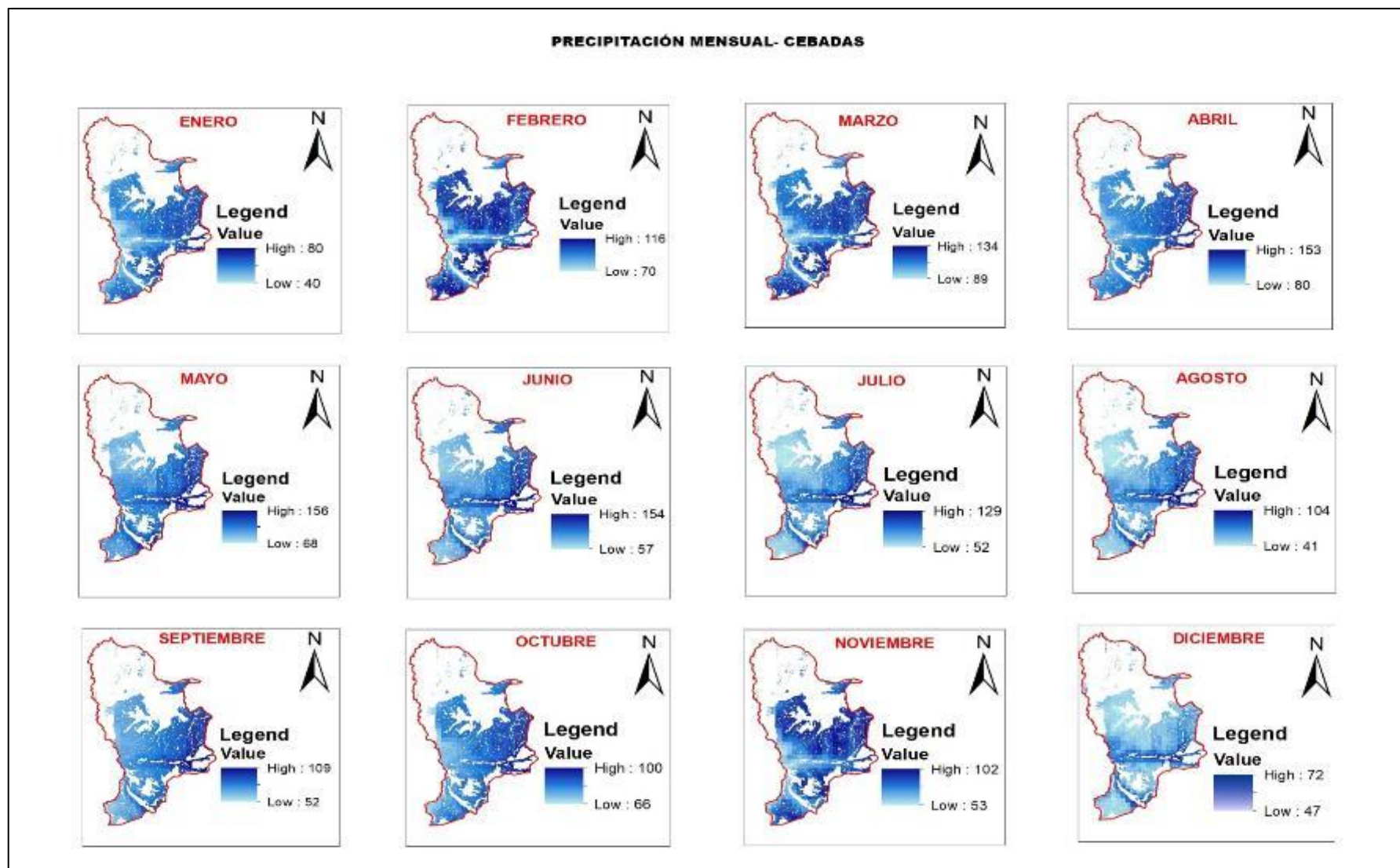
**YÁNEZ-YÁNEZ, Wilfrido; et al.** "Niveles de nitrógeno en suelos del cantón Chambo, provincia de Chimborazo". *Journal of the Selva Andina Biosphere* [en línea], 2017, (Ecuador) 5 (2), pp. 152-159. [Consulta: 08 diciembre 2020]. ISSN 2308-3859. Disponible en: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2308-38592017000200010&script=sci\\_abstract&tlng=en](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2308-38592017000200010&script=sci_abstract&tlng=en)

## ANEXOS

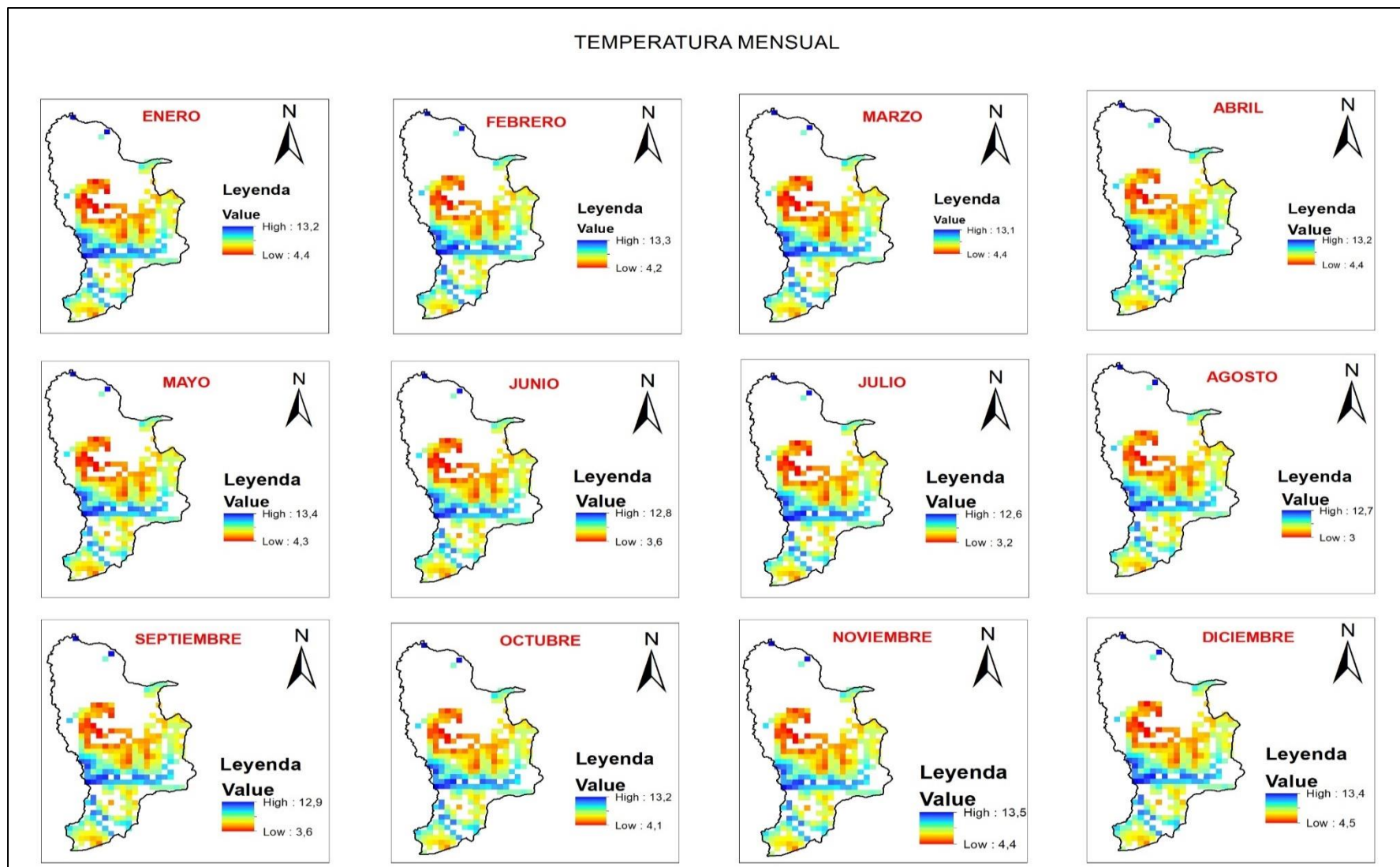
### ANEXO A: Índice térmico mensual en las zonas con muy alto potencial de recarga hídrica



**ANEXO B:** Precipitación mensual en las zonas con muy alto potencial de recarga hídrica

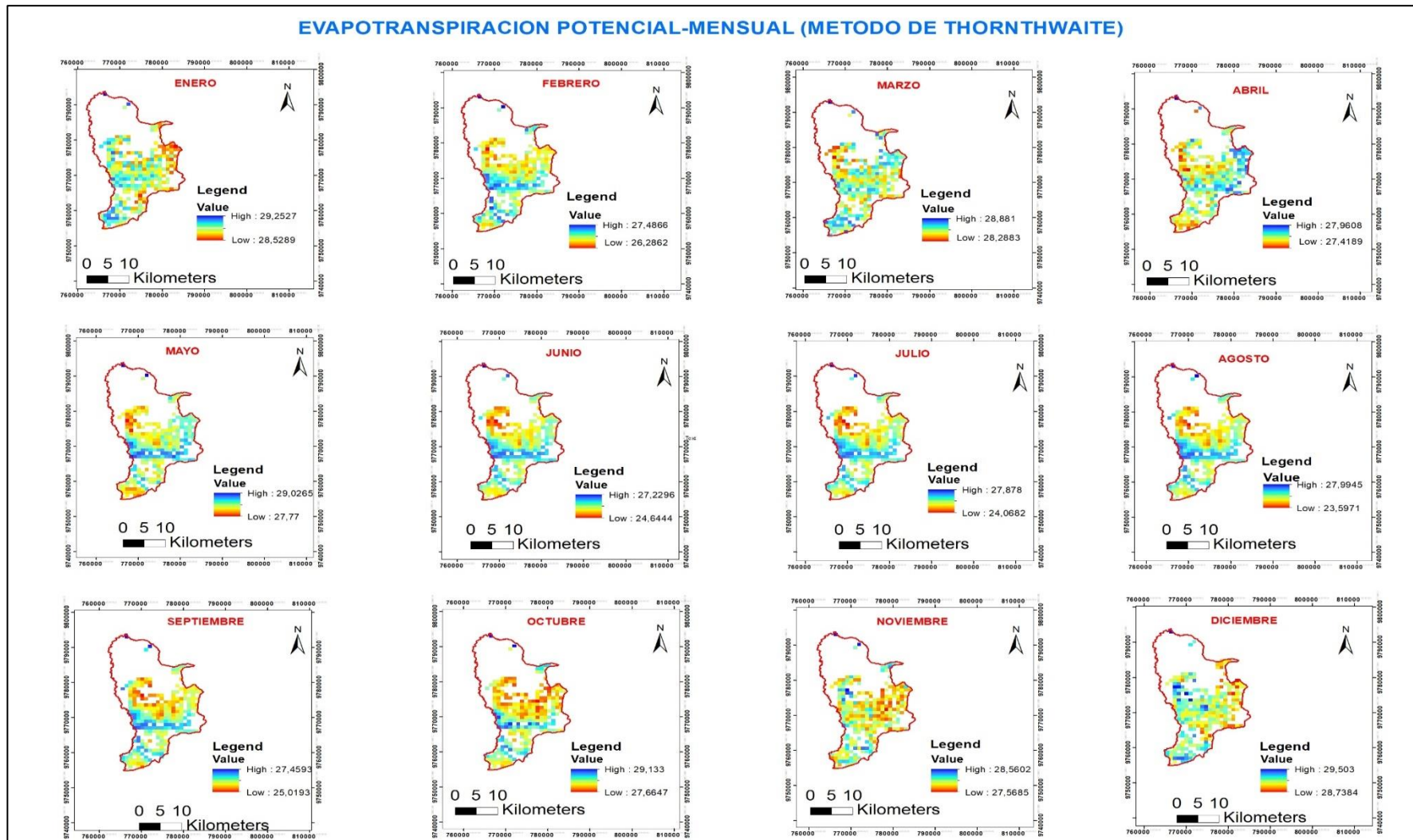


ANEXO C: Temperatura mensual en las zonas con muy alto potencial de recarga hídrica

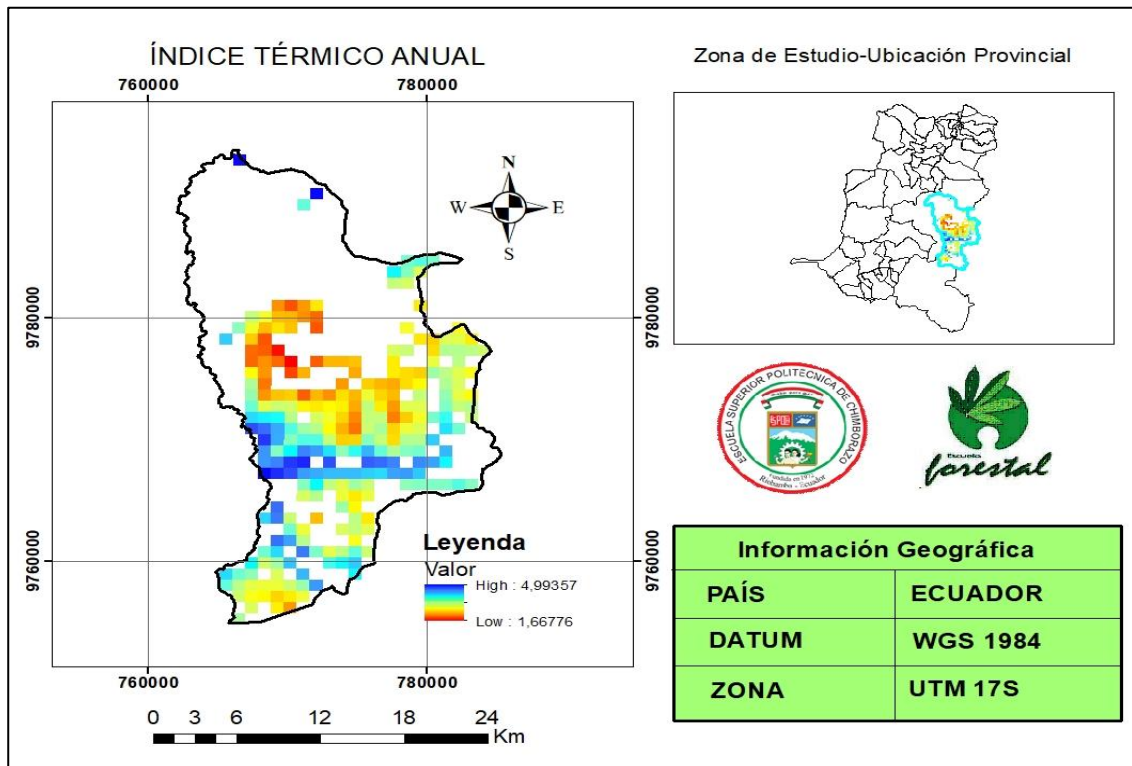




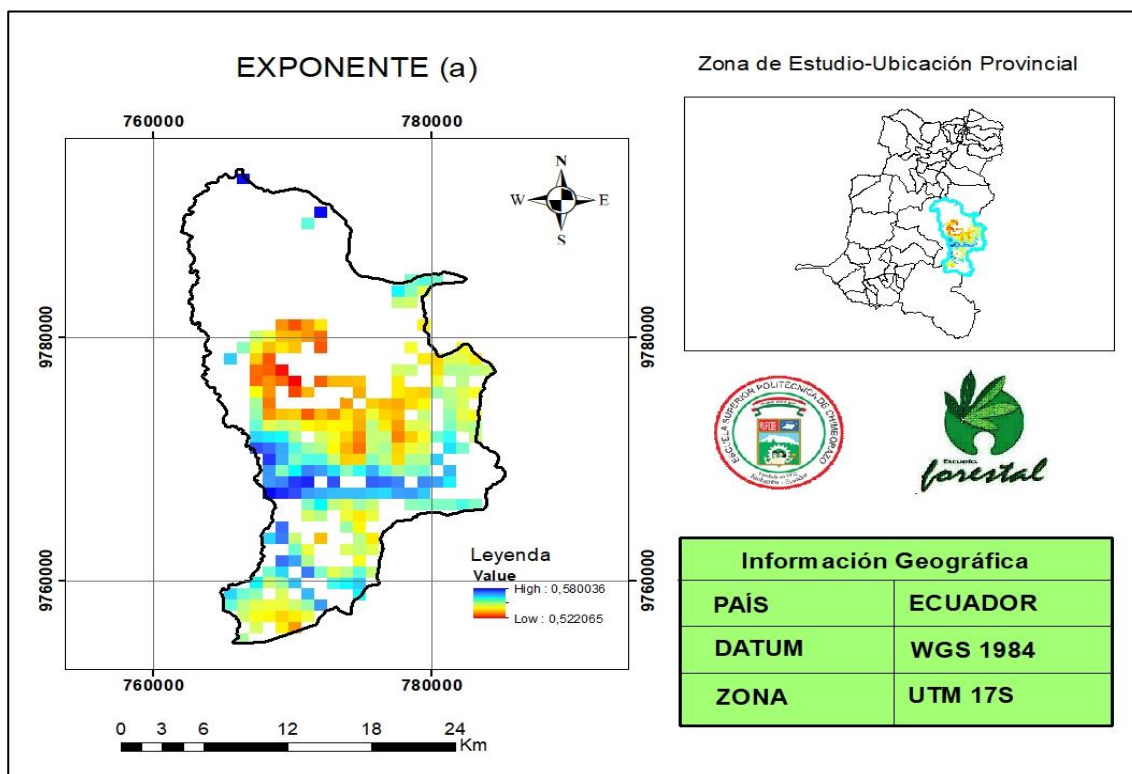
## ANEXO D: Evapotranspiración potencial mensual en las zonas con muy alto potencial de recarga hídrica



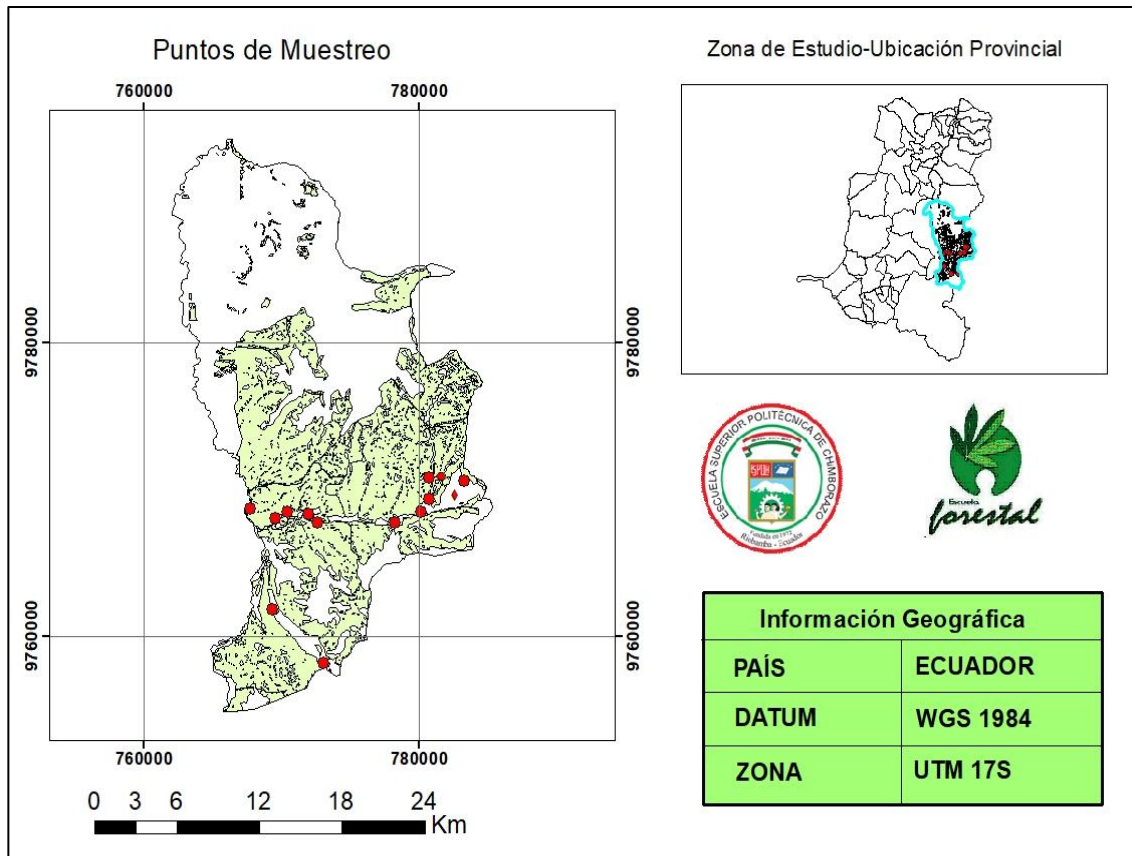
**ANEXO E: Índice térmico anual en las zonas con muy alto potencial de recarga hídrica**



**ANEXO F: Exponente (a) de las zonas con muy alto potencial de recarga hídrica**



**ANEXO G: Puntos de muestreo en las zonas con muy alto potencial de recarga hídrica**







**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL APRENDIZAJE  
UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL**

**REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA**

**Fecha de entrega:** 04 / 08 / 2021

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> <i>Néstor Freddy Sánchez Chacaguasay</i>
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> <i>Recursos Naturales</i>
<b>Carrera:</b> <i>Ingeniería Forestal</i>
<b>Título a optar:</b> <i>Ingeniero Forestal</i>
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b> <i>Lic. Luis Caminos Vargas Mgs.</i>

**LUIS  
ALBERTO  
CAMINOS  
VARGAS**

Firmado digitalmente por  
LUIS ALBERTO CAMINOS  
VARGAS  
Nombre de reconocimiento  
(DN): cn=EC, ln=RIOBAMBA,  
serialNumber=0602766974,  
c=LUIS ALBERTO CAMINOS  
VARGAS  
Fecha: 2021.08.04 15:23:59  
-05'00'



1427-DBRA-UTP-2021