

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



CENTRO DE POSGRADOS

MAESTRÍA ACADÉMICA (MA) CON TRAYECTORIA PROFESIONAL (TP) EN GESTIÓN AMBIENTAL COHORTE 2021

TEMA: EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO COMO
AMENAZA PARA LOS PÁRAMOS DE LLANGAHUA, CANTÓN
AMBATO

Trabajo de Titulación previo a la obtención del Grado Académico de Magister
en Gestión Ambiental Mención Planificación Ambiental

Modalidad del Trabajo de Titulación: Proyecto de Titulación con
Componente de Investigación Aplicada

Autor: Ingeniero Jose Luis Flores Paredes

Director: Ingeniero Jorge Olmedo Chóez Pin Magister

Ambato – Ecuador

Año 2022

A la Unidad Académica de Titulación del Centro de Posgrados

El Tribunal receptor del Trabajo de Titulación, presidido por el Ingeniero Héctor Fernando Gómez Alvarado PhD, e integrado por: la Ingeniera Natalia Alexandra Montalvo Zamora Magister, Ingeniero Víctor Hugo González Jaramillo PhD, designados por la Unidad Académica de Titulación del Centro de Posgrados de la Universidad Técnica de Ambato, para receptor el Trabajo de Titulación con el tema: “EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO COMO AMENAZA PARA LOS PÁRAMOS DE LLANGAHUA, CANTÓN AMBATO” elaborado y presentado por el señor Ingeniero Jose Luis Flores Paredes, para optar por el Grado Académico de Magíster en Gestión Ambiental; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Titulación, el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

Ing. Héctor Fernando Gómez Alvarado PhD.
Presidente y Miembro del Tribunal

Ing. Natalia Alexandra Montalvo Zamora Mg.
Miembro del Tribunal

Ing. Víctor Hugo González Jaramillo PhD.
Miembro del Tribunal

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Titulación presentado con el tema: “EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO COMO AMENAZA PARA LOS PÁRAMOS DE LLANGAHUA, CANTÓN AMBATO”, le corresponde exclusivamente al: Ingeniero Jose Luis Flores Paredes, Autor bajo la Dirección del Ingeniero Jorge Olmedo Chóez Pin Magister, Director del Trabajo de Titulación, y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

Ingeniero Jose Luis Flores Paredes
c.c.: 1803862307

AUTOR

Ingeniero Jorge Olmedo Chóez Pin, Mg
c.c.: 0915325765

DIRECTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Titulación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ingeniero Jose Luis Flores Paredes
c.c.: 1803862307

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
A la Unidad Académica de Titulación del Centro de Posgrados.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
AGRADECIMIENTO.....	x
DEDICATORIA.....	xi
RESUMEN EJECUTIVO.....	xii
EXECUTIVE SUMMARY.....	xiv
CAPÍTULO I.....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Objetivos.....	4
1.3.1. General.....	4
1.3.2. Específicos.....	4
CAPÍTULO II.....	5
CAPÍTULO III.....	10
3.1. Ubicación.....	10
3.3.2 Equipos y materiales.....	12
3.3.4 Tipo de investigación.....	13
3.3.5 Método de investigación.....	13
3.4 Muestreo.....	13
3.5 Recolección de información.....	13
3.5.1 Fase de campo.....	14
3.5.2 Fase de gabinete.....	14
CAPÍTULO IV.....	15

4.1 Determinación del estado de salud del páramo de Llangahua, a través del análisis de la cobertura vegetal y recurso hídrico.....	15
4.1.1 Precipitación.....	16
4.1.2 Temperatura	21
4.1.3 Humedad relativa	24
4.1.4 Dirección y velocidad del viento.....	27
4.2 Tipos y características del suelo	29
4.2.1 Horizontes del suelo del sector del páramo de Llangahua	29
4.2.2 Uso actual y potencial del suelo.....	30
4.3 Relieve de la zona.....	30
4.4 Determinación del estado de conservación del páramo de Llangahua a través del diagnóstico de la flora del sector	32
4.4.1 Flora típica del páramo de Llangahua	33
4.5 Determinación de los impactos ocurridos en los páramos de Llangahua frente a los efectos del cambio climático	41
4.5.1 Impacto humano.....	41
4.5.2 Agricultura con labranza	41
4.5.3 Quemas.....	41
4.5.4 Caudales de las tomas principales dentro de la zona de estudio del año 2019.....	43
4.5.5 Pastoreo	44
4.5.6 Forestación con pinos.....	47
4.6 Discusión	48
CAPÍTULO V.....	50
5.1 Conclusiones.....	50
5.2 Recomendaciones	51
5.3 Bibliografía.....	53
5.4 Anexos.....	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: SUPERFICIES DE LAS UNIDADES HÍDRICAS DE LA CUENCA DEL RÍO AMBATO	5
Tabla 2: COORDENADAS GEOGRÁFICAS WGS84 DE LA ZONA DE INTERÉS ..	12
Tabla 3: UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS	15
Tabla 4: PRECIPITACIONES ANUALES	17
Tabla 5: PRECIPITACIÓN MENSUAL PROMEDIO DE LAS ESTACIONES CHIQUIURCU, CALAMACA Y MULACORRAL	20
Tabla 6: TEMPERATURAS MAX, MIN Y PROMEDIO DE LAS ESTACIONES CHIQUIURCU, CALAMACA Y MULACORRAL	23
Tabla 7: HUMEDAD RELATIVA MAX, MIN Y PROMEDIO DE LAS ESTACIONES CHIQUIURCU, CALAMACA Y MULACORRAL	26
Tabla 8: DIRECCIÓN Y VELOCIDAD DEL VIENTO	27
Tabla 9: FLORA DE LOS PÁRAMOS DE LLANGAHUA	33
Tabla 10: FLORA GENERAL DE LOS PÁRAMOS Y SUS USOS	39
Tabla 11: SECTOR DE ÁREAS QUEMADAS DENTRO DE LA ZONA DE ESTUDIO	42
Tabla 12: FORESTACIÓN CON PINOS DENTRO DE LA ZONA DE ESTUDIO	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Poblados en la Cuenca del Río Ambato	4
Figura 2: Cuenca del Río Ambato y sus unidades hídricas	7
Figura 3: Áreas de Reserva y Conservación dentro de la zona de estudio	7
Figura 4: Unidades Hídricas en la Provincia de Tungurahua	10
Figura 5: Cuenca del Río Ambato	11
Figura 6: Ubicación de la zona de estudio dentro de la U.H 4996927	12
Figura 7: Ubicación de las estaciones meteorológicas cerca de la zona de estudio.....	16
Figura 8: Valores anuales de precipitaciones de las estaciones cercanas a la zona de estudio	17
Figura 9: Distribución de la precipitación mensual promedio, máxima y mínima en la estación Chiquiurco 2013-2021	18
Figura 10: Distribución de la precipitación mensual promedio, máxima y mínima en la estación Calamaca 2013-2021	19
Figura 11: Distribución de la precipitación mensual promedio, máxima y mínima en la estación Mulacorrall 2013-2021	19
Figura 12: Distribución de la temperatura en la Estación Chiquiurcu (2013 – 2021)	21
Figura 13: Distribución de la temperatura en la Estación Calamaca (2013 – 2021).....	22
Figura 14: Distribución de la temperatura en la Estación Mulacorrall (2013 – 2021)	22
Figura 15: Distribución de la humedad relativa en la Estación Chiquiurco (2013 – 2021)	24
Figura 16: Distribución de la humedad relativa en la Estación Calamaca (2013 – 2021)25	
Figura 17: Distribución de la humedad relativa en la Estación Mulacorrall (2013 – 2021)	25
Figura 18: Velocidad Media del viento en la Estación Calamaca (2013 – 2021).....	28
Figura 19: Frecuencia de la dirección del viento en la Estación Calamaca (2013 – 2021)	28
Figura 20: Geomorfología del área de estudio	31
Figura 21: Suelos tipo Inceptisoles y Andisoles en el área de estudio	32
Figura 22: Flora de la zona de estudio.....	33
Figura 23: Áreas Quemadas dentro de la zona de estudio.....	42
Figura 24: Caudal del Sombrero.....	43
Figura 25: Caudal del Tingo	43
Figura 26: Caudal de la Zanjapamba	44
Figura 27: Ganado dentro de la zona de estudio.....	46

Figura 28: Número de Bovinos.....	46
Figura 29: Forestación con pinos en el páramo	48
Figura 30: Salida técnica a la zona de estudio	57
Figura 31: Medición de caudal en la unidad hídrica de la zona de estudio	57
Figura 32: Siembra de plantas nativas de la zona de estudio.....	58

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecer a ti Dios, a la Virgen María, por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

A la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO por haber compartido sus conocimientos y darme la oportunidad de formar parte de esta maestría.

A mi director de tesis, Ing. Jorge Olmedo Chóez Pin, Mg por su esfuerzo y dedicación, quien, con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

A mi amigo y compañero de trabajo David Mantilla, por toda su ayuda y consejos para la realización de la presente tesis.

A la Ing. Hipatia Hinojosa por formar parte de esta tesis, que, gracias a los planes de manejo de páramos, liberados por ella, se logró cumplir con los objetivos establecidos en la presenta tesis.

Al Doctor Manuel Caizabanda Jerez (Prefecto de Tungurahua 2019-2023), por su ayuda, confianza y por permitirme formar parte del H. Gobierno Provincial de Tungurahua.

También me gustaría agradecer a todos los profesores de la UTA que, durante toda la carrera profesional, han aportado con un granito de arena a mi formación profesional.

DEDICATORIA

A Dios, mi Señor Jesús y la Virgen María, que me han dado fuerzas y fortaleza para continuar durante este camino hacia mi superación profesional y académica.

A mi madre Narcisa Flores Paredes por su apoyo y amor.

A mi Padre Enrique Flores y mi abuelita Vitalina Paredes allá en el cielo.

A toda mi familia gracias por el apoyo.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS
MAESTRÍA ACADÉMICA (MA) CON TRAYECTORIA PROFESIONAL
(TP) EN GESTIÓN AMBIENTAL
COHORTE 2021

TEMA:

*EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO COMO AMENAZA PARA
LOS PÁRAMOS DE LLANGAHUA, CANTÓN AMBATO*

MODALIDAD DE TITULACIÓN: *Proyecto de Titulación con Componente de
Investigación Aplicada*

AUTOR: *Ingeniero Jose Luis Flores Paredes*

DIRECTOR: *Ingeniero Jorge Olmedo Chóez Pin Magister*

FECHA: *Cinco de mayo de dos mil veinte y dos*

RESUMEN EJECUTIVO

El páramo de Llangahua es una zona poblada por indígenas y campesinos cuya principal actividad económica está vinculada a la agricultura y el uso de los recursos naturales. Con el crecimiento de la población crecen las presiones de grupos de comuneros, en particular de aquellos que tenían muchos animales, para tener más tierra del páramo continuando la elevación de la frontera agrícola de 10 m.

Esto sumado a la presencia excesiva de animales en el páramo, la quema constante de los pajonales, la tala del bosque nativo para la extracción de madera, la reducción y endurecimiento de las áreas de pantano, la captación de nuevas fuentes de agua, y la apertura de nuevos caminos, evidencia una degradación progresiva de los recursos naturales, cuyos rasgos más graves se expresaban en (1) la escasez del agua para el riego y uso doméstico y (2) la pérdida de la capacidad reguladora del páramo.

En la zona de Llangahua, se partía de una crisis en la situación del páramo, alcanzando un 10% de fuerte erosión y un proceso de sobre pastoreo permanente en el páramo con una carga animal de 0.42 bov/ha lo cual ponía en peligro 300,22 ha de humedales.

Por lo cual, se decide declarar las 6213 ha de páramo comunal `reserva protegida` e indivisible. Estas 6213 Ha del acuerdo de reserva comunitaria se sumaron a las 3205

ha pajonal de la Asociación Pucutahua logrando una reserva continua de 9418 ha en la provincia de Tungurahua.

Este trabajo de investigación concluye que el estado del páramo de Llangahua respecto a la cobertura vegetal y al recurso hídrico mejoró paulatinamente durante el periodo 2013 - 2021, debido a que, está orientado a sentar las bases fundamentales de un plan de recuperación, conservación y manejo sostenible de los recursos naturales (agua, páramo, relictos de bosque) a través de acuerdos sociales y la implementación de alternativas productivas para las comunidades cercanas a la zona de estudio.

DESCRIPTORES: AMENAZA, CLIMA, COBERTURA, CONSERVACIÓN, ECOSISTEMAS, IMPACTOS, LLANGAHUA, PÁRAMO, PROTECCIÓN, RECURSO.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS
MAESTRÍA ACADÉMICA (MA) CON TRAYECTORIA PROFESIONAL
(TP) EN GESTIÓN AMBIENTAL
COHORTE 2021

THEME:

*EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO COMO AMENAZA PARA
LOS PÁRAMOS DE LLANGAHUA, CANTÓN AMBATO*

DEGREE MODALITY: *Degree Project with Applied Research Component*

AUTHOR: *Engineer Jose Luis Flores Paredes*

DIRECTED BY: *Engineer Jorge Olmedo Chóez Pin Magister*

DATE: *Fifth of may two thousand and twenty two*

EXECUTIVE SUMMARY

The Llangahua paramo is an area populated by indigenous people and peasants whose main economic activity is linked to agriculture and the use of natural resources. With the growth of the population, pressures grow from groups of comuneros, in particular from those who had many animals, to have more land from the paramo by continuing to raise the agricultural frontier by 10 m.

This added to the excessive presence of animals in the paramo, the constant burning of the grasslands, the felling of the native forest for the extraction of wood, the reduction and hardening of the swamp areas, the capture of new water sources, and the opening of new roads, evidences a progressive degradation of natural resources, whose most serious features were expressed in (1) the scarcity of water for irrigation and domestic use and (2) the loss of the paramo's regulatory capacity.

In the area of Llangahua, the situation of the paramo was starting from a crisis, reaching 10% of strong erosion and a process of permanent overgrazing in the paramo with a stocking rate of 0.42 bov/ha which endangered 300, 22 ha of wetlands.

Therefore, it was decided to declare the 6,213 ha of communal moorland a `protected reserve` and indivisible. These 6,213 ha of the community reserve agreement were

added to the 3,205 ha of grasslands of the Pucutahua Association, achieving a continuous reserve of 9,418 ha in the province of Tungurahua.

This research work concludes that the state of the Llangahua páramo regarding plant cover and water resources gradually improved during the 2013 - 2021 period, because it is aimed at laying the fundamental foundations of a recovery, conservation and management plan sustainable use of natural resources (water, paramo, forest remnants) through social agreements and the implementation of productive alternatives for the communities near the study area.

DESCRIPTORS: THREAT, CLIMATE, COVERAGE, CONSERVATION, ECOSYSTEMS, IMPACTS, LLANGAHUA, PÁRAMO, PROTECTION, RESOURCE.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Introducción

La Región del páramo es un ecosistema neotropical que se encuentra entre los límites del permafrost y la selva. Se localiza a lo largo de las cadenas montañosas o en picos aislados, en elevaciones cuyas cotas van desde los 3000 y los 5000 metros sobre el nivel del mar (Jadán et al., 2019). Se extiende entre los 11° N y 8° S de latitud, desde Costa Rica hasta Perú; su distribución es continua sobre las cumbres de los Andes desde Venezuela hasta el norte del Perú, aunque Panamá y Costa Rica también tienen montañas que albergan verdadera vegetación de páramo (Morocho y Chuncho, 2019).

El terreno del páramo es accidentado y de origen glacial con numerosos pantanos, lagunas, pastizales húmedos y praderas húmedas (Jadán et al., 2019). Debido a la baja presencia humana, la calidad del agua es excelente y los ríos que bajan del páramo tienen caudales permanentes. Gran parte del agua de consumo para la ciudad de Ambato dependen del páramo, debido a que el agua subterránea es difícil de explotar (HGPT, 2019).

En la actualidad existen datos meteorológicos debido a las estaciones meteorológicas establecidas por parte del HGPT, pero la literatura científica es extremadamente escasa. Hasta hoy, esto no ha causado problemas graves para el aprovechamiento del agua debido a una considerable área de páramo que dispone Llangahua son 6588 ha declaradas como reserva comunitaria (HGPT, 2020).

Los ríos que descienden a partir del páramo de Llangahua tienen un flujo hídrico base sostenido, debido a la regulación del agua del páramo y a su alto contenido de materia orgánica en suelos pocos profundos (HGPT, 2019). Por lo cual, el páramo está amenazado por un incremento de plantaciones de pinos, pastoreo vacuno, cosecha de papas y de la actividad humana durante los últimos años.

En la zona de Llangahua, se partía de una crisis en la situación del páramo, alcanzando un 10% de fuerte erosión y un proceso de sobre pastoreo permanente en el páramo con una carga animal de 0.42 bov/ha lo cual ponía en peligro 300,22 ha de humedales (HGPT, 2021).

La frontera agrícola es otro problema para la conservación del páramo. Luego de varias elevaciones de la línea del páramo para establecer nuevas aéreas de cultivo, alcanzó los 3.680 msnm, lo cual sumado a siembra de 44 ha de pinos y la tala de bosque nativo para leña y madera de alrededor de 20 m³ / semana, pusieron en peligro las fuentes de agua, la conservación ambiental y la capacidad de captación del páramo (HGPT, 2018).

Esto ha provocado escasez de agua para la comunidad de Llangahua en la época de estiaje con un déficit de 52.08 l/s, ya que se contaba con un caudal de 85.3 l/s para 458.0 ha de riego (HGPT, 2014). Además, existe una quema entre 50 – 70 ha de páramo por año para cazar, siendo ésta y la pesca actividades que se desarrollaban de forma indiscriminada.

Por ello, el logro fundamental es delimitar la frontera agrícola con la finalidad de separar las 6.213 ha de páramo para la conservación / protección y 2.219 ha correspondiente a la zona poblada en donde se practican las actividades agrícolas y así lograr conservar el páramo (HGPT, 2020).

1.2. Justificación

El presente estudio está relacionado a la evaluación ambiental correspondiente al corredor de páramo que involucran los sistemas de unidades hídricas de El Tingo y El Sombrero que se encuentran ubicados en el páramo de Llangahua. A través de la evaluación espacial y de campo sobre el estado de salud del páramo y la disponibilidad del recurso agua, se propone desarrollar un sistema de monitoreo sobre la cantidad de agua en el área, que permita integrar el manejo y la gestión de los recursos naturales, en donde se considera al agua como un elemento de enlace

entre los mismos y, a su vez, como un indicador ambiental del estado del ecosistema. Mediante un diagnóstico se puede conocer la disponibilidad del recurso y así proponer las medidas de control para un manejo apropiado (HGPT, 2018).

La finalidad de establecer la cantidad de agua que circula por estas unidades hídricas se ha establecido como la premisa que permite conocer las variaciones en el medio acuático y los impactos que generan las actividades humanas sobre el mismo. Bajo estas unidades hídricas se ubican poblados que llevan por nombre Llangahua, Zanjapamba, Cooperativa Lindero, Chitapamba, Manzana huayco Escaleras (Figura 1), que, por años, han dependido de los procesos ecológicos que se llevan a cabo en el medio acuático y que permiten que todos los recursos naturales se mantengan. Sin embargo, la adaptación por parte del ecosistema a las actividades humanas es más lenta que la presión misma ejercida sobre ellos.

El caso de las zonas que están dentro de las reservas naturales y que son fuentes primarias de producción de agua, así como de conservación del ecosistema de páramo, se encuentran cada vez más asediadas por la actividad del hombre (Corona, 2018).

Actualmente las actividades productivas y la presión demográfica han generado cambios en el ecosistema que solo pueden ser valorados en función del receptor final de la calidad del medio (HGPT, 2018).

Los cuerpos de agua y todo el sistema hidrológico son el resultado de fenómenos naturales que ocurren en la superficie, así como de las actividades de extracción o consumo que allí se desarrollan (HGPT, 2014). Por este motivo, las fuentes de agua y la cobertura vegetal son los indicadores principales para conocer el estado del ecosistema en general.

El análisis de Cobertura vegetal y del recurso hídrico ayudará a evaluar el efecto del cambio climático en los páramos de la comunidad de Llangahua.

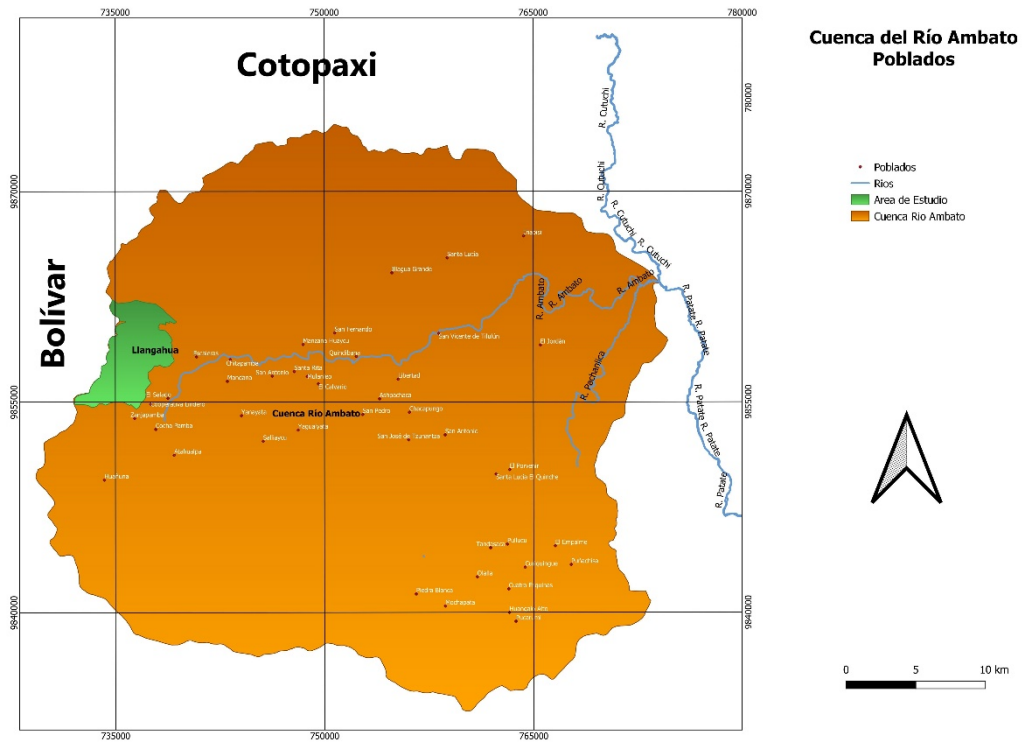


Figura 1: Poblados en la Cuenca del Río Ambato

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del HGPT (2022)

1.3. Objetivos

1.3.1. General

Evaluar el efecto del cambio climático como amenaza para los páramos de Llangahua, cantón Ambato.

1.3.2. Específicos

Determinar el estado de salud de los páramos de Llangahua a través del análisis de cobertura vegetal y del recurso hídrico.

Establecer el estado de conservación del páramo de la comunidad Llangahua.

Analizar los impactos ocurridos en los páramos de Llangahua frente a los efectos del cambio climático.

CAPÍTULO II

ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Las unidades hídricas del noroccidente de la cuenca del río Ambato, se encuentran ubicadas en la cordillera Occidental, limitan al norte con la provincia de Cotopaxi, al sur con la cuenca del río Pachanlica, al este con las cuencas de los ríos Cutuchi y Patate, y al oeste con la provincia de Bolívar (HGPT, 2014).

Tiene una superficie aproximada de 133.558,2 ha, que representa al 30% del total del territorio de la provincia y está cubierta en un 59% por ecosistemas naturales, el 38% de área agrícola y áreas en proceso de erosión, 1% de agua, finalmente el 2% de la superficie está ocupada por los asentamientos humanos (HGPT, 2022).

Tabla 1: SUPERFICIES DE LAS UNIDADES HÍDRICAS DE LA CUENCA DEL RÍO AMBATO

Unidades hídricas	Superficie (ha)	Superficie (%)
U.H 4996923	727,03	0,5
C.Q Terremoto	5170,53	3,9
U.H 4996927	20514,77	15,4
U.H 4996929	27378,55	20,5
Cuenca Río Pachanlica	40036,18	30,0
U.H 4996925	16410,93	12,3
Cuenca Río Aluja	12374,56	9,3
Cuenca Río Calamaca	10654,57	8,0
U.H 4996921	291,08	0,2
Total	133558,2	100

Nota: Elaboración propia a partir de datos tomados del HGPT (2022)

Estas unidades hídricas (Tabla 1), tienen como unidad hídrica principal el río Ambato, que se origina en los páramos del volcán Chimborazo con el nacimiento (Figura 2) (HGPT, 2014).

La disponibilidad actual del recurso hídrico y vegetal en las zonas altas está restringida (Figura 2 y Figura 3). Esta situación se pone de manifiesto al tratar de captar la mayor cantidad de agua posible. Por parte de las comunidades asentadas en el sector, ya que necesitan cubrir sus demandas de agua, resultado del elevado crecimiento poblacional y la actividad agropecuaria de la zona en los últimos años.

La afectación del recurso hídrico se atribuye a la falta de caudales disponibles y la capacidad de carga de los ecosistemas para mantener su vitalidad. Además, la afectación de las fuentes de agua primarias y la cobertura vegetal, por la construcción de obras de infraestructura, trae consigo graves consecuencias en la funcionalidad del sistema. Las obras para la construcción de las represas Mulacorrall y Chiquiurco llevaron consigo la apertura de la vía a El Sombrero, misma que atraviesa el páramo de Llangahua. La empresa encargada de dicho trabajo fue SEMAICA, con la cual ya había antecedentes de conflictos en otras regiones por no prevenir ni mitigar adecuadamente los impactos ambientales de las obras en zonas de páramo (HGPT, 2020). Con la construcción de estas obras lo que se consigue es cortar los flujos naturales de agua provenientes de vertientes y reservas de agua subterráneas, que son las que le permiten al ecosistema de páramo conservar sus características ambientales y, por consiguiente, su funcionalidad (Morocho y Chuncho, 2019).

La superficie de los ecosistemas naturales que se encuentran dentro de la cuenca del Río Ambato se distribuye en Áreas de conservación privadas – comunitarias, la misma que tiene una superficie de 10 000 ha (Figura 3) (HGPT, 2014). Esta área se ha conservado gracias a las prácticas de producción y tenencia comunitaria de la tierra de los grupos indígenas de la zona (HGPT, 2020).

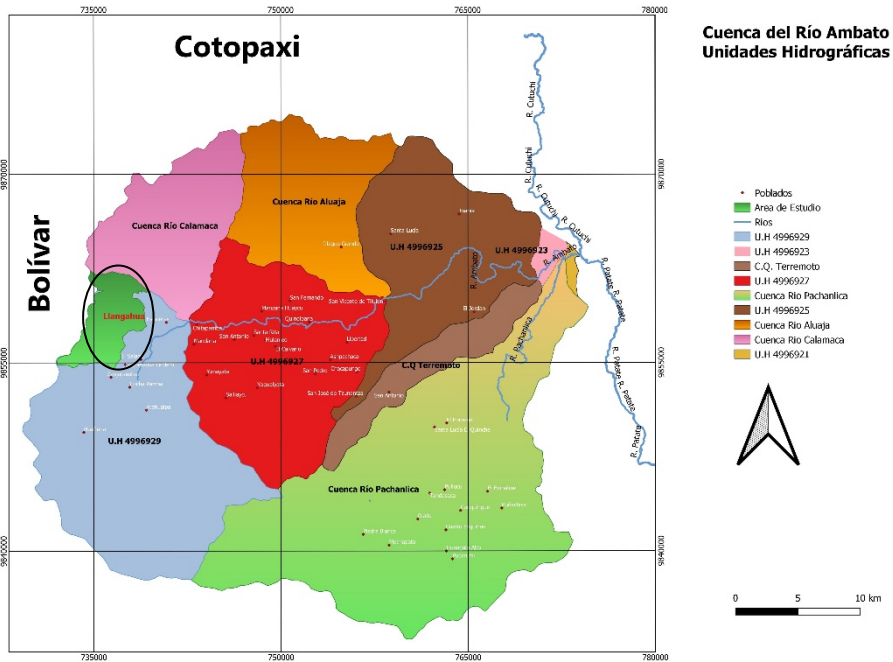


Figura 2: Cuenca del Río Ambato y sus unidades hídricas

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del HGPT (2022)

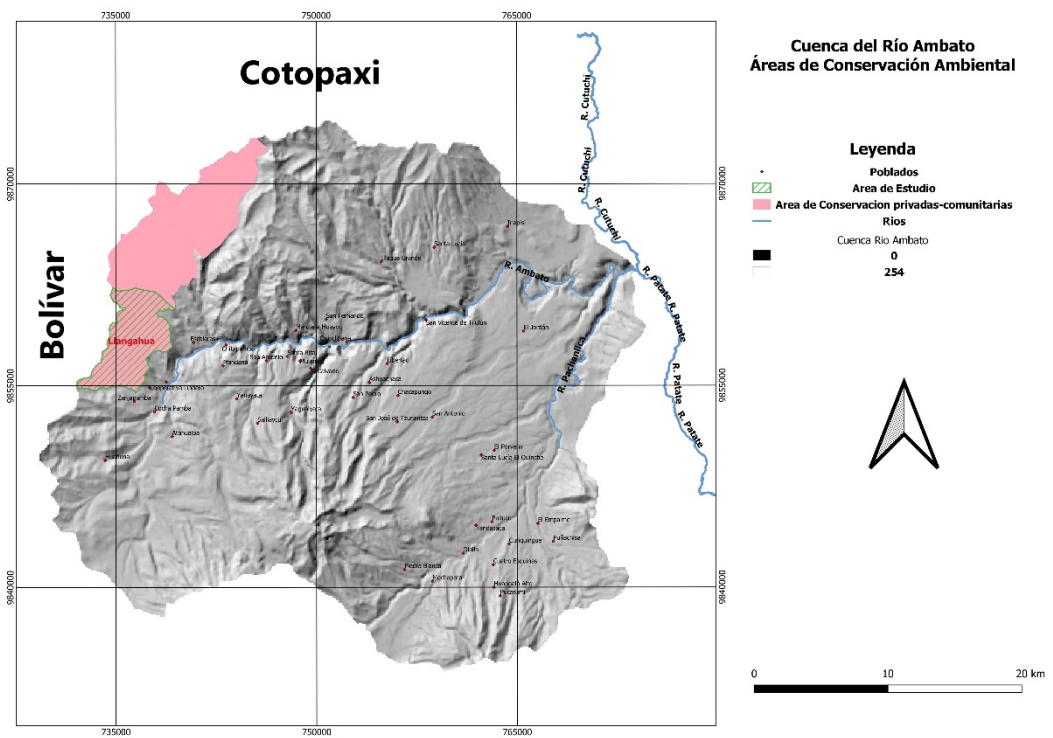


Figura 3: Áreas de Reserva y Conservación dentro de la zona de estudio

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del HGPT (2022)

En las cuencas del noroccidente, el agua proviene de cinco tipos de fuentes: ríos, vertientes, quebradas, remanentes y aguas servidas. Sin embargo, de que las aguas servidas no son fuentes primarias, constan como tal en la clasificación utilizada por la EX SENAGUA (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica) para las concesiones (HGPT, 2021).

Del total de caudal proveniente de vertientes y quebradas el 73% aportan las unidades hídricas: U.H 4996927, U.H 4996929, Cuenca Río Pachanlica, C.Q Terremoto, 4996925, ubicadas en la margen derecha del río Ambato y que nacen en las estribaciones de los volcanes Chimborazo y Carihuairazo (Figura 2); mientras que el 27% aportan las unidades hídricas: U.H 4996927, U.H 4996929, Cuenca Río Alujaja, Cuenca Río Calamaca (forma parte de los páramos de Llangahua), ubicadas en la margen izquierda del río Ambato y cuyos orígenes se encuentran en áreas de conservación comunitarias. Sin embargo, hay que recalcar que en el sector de los páramos de Llangahua se encuentran los embalses Mula Corral y Chiquiurcu, mismos que forman parte de la competencia del H. Gobierno Provincial de Tungurahua (HGPT, 2022).

Con la apertura de la vía para la construcción de la Toma de El Sombrero en todo su trayecto hasta el embalse Mula Corral, afectó drásticamente la cobertura vegetal y el recurso hídrico, alterando la continuidad del escurrimiento de las aguas provenientes de las cabeceras de las unidades hídricas anteriormente mencionadas (HGPT, 2019).

Se conoce que la mayor parte del recurso hídrico que llega a los poblados de Huachi Grande, y otras que están ubicados junto al río Ambato, provienen en su mayoría, de los páramos alto andinos que se encuentran dentro corredor de páramos de la comunidad de Llangahua. Sin embargo, para garantizar la disponibilidad del recurso, es necesario regular y ordenar el uso del mismo, con el fin de que las obras de infraestructura para captar el agua y la construcción de carreteras, afecten lo menos posible al sistema natural para poder mantener los caudales ecológicos que demanda el sistema (HGPT, 2018; Ilbay, 2019).

Uno de los mecanismos para orientar el uso adecuado del recurso hídrico y cobertura vegetal, es elaborar estrategias de manejo encaminadas a evaluar la dinámica de dichos recursos en las zonas de estudio, a través de un programa de monitoreos hídricos y ambientales (Morocho y Chuncho, 2019).

La presente tesis está diseñada para recopilar, sistematizar y analizar información en forma permanente, continua y a largo plazo. La participación activa de la comunidad local constituye un pilar fundamental para garantizar la continuidad del proceso y que la información pueda ser utilizada en provecho de los intereses de la comunidad en términos de conservación del agua y de cobertura vegetal.

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación

La provincia de Tungurahua forma parte de la cuenca hidrográfica del río Pastaza, que es a su vez parte de la cuenca del río Amazonas. En la zona interandina de la provincia, según la división hidrográfica de la EX SENAGUA (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica) se encuentran 6 unidades hídricas: U.H 499693, U.H 499679, Cuenca Río Yanayacu, U.H 499691, Cuenca Río Ambato, U.H 499681 (Figura 4). El territorio de las 6 unidades hídricas tiene una superficie de 399716,8 ha, que corresponde a más del 60% de la superficie total de la provincia (HGPT, 2022).

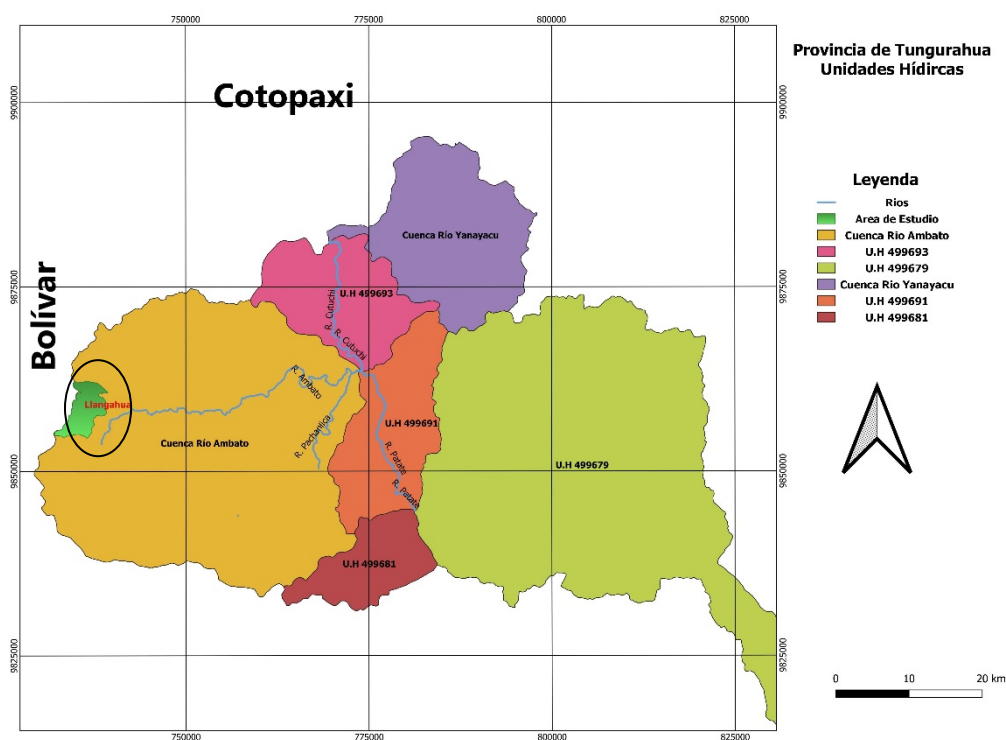


Figura 4: Unidades Hídricas en la Provincia de Tungurahua

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del HGPT (2022).

La cuenca del río Ambato ubicada en la cordillera Occidental de los Andes, por el lado noroccidental, tiene varios afluentes, entre los más importantes se encuentran

los ríos: U.H 4996927, U.H 4996929, Cuenca Río Aluja, Cuenca Río Calamaca que van confluyendo para formar el río Ambato (Figura 5). Por el lado suroccidental de la cuenca se encuentra el río Pachanlica que es alimentado por afluentes como el río Mocha y la quebrada Olalla. Los ríos Ambato y Pachanlica nacen de las estribaciones de los volcanes Chimborazo, Carihuairazo, del cerro Casahuala y del nudo del Igualata; el río Pachanlica alimenta al río Ambato poco antes de que éste confluya con el río Cutuchi y formen el río Patate (HGPT, 2022).

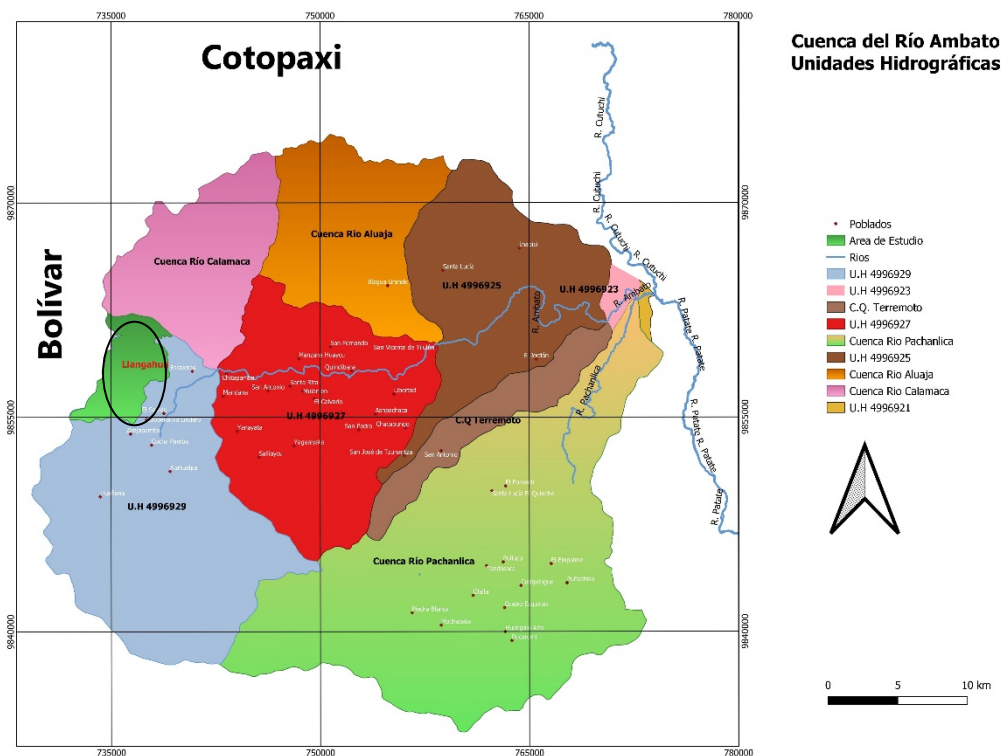


Figura 5: Cuenca del Río Ambato

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del HGPT (2022)

El área de estudio se encuentra dentro de la cuenca del Río Ambato, U.H 4996929, en la parroquia Pilahuin, cantón Ambato, provincia de Tungurahua a una altura entre 4070 msnm y 3380 msnm. Llangahua tiene una extensión de 8432 ha, de los cuales 2219 ha corresponden a la zona baja (zona poblada) y 6213 ha están consideradas como reserva comunal (HGPT, 2021) (Figura 6).

Llangahua es una zona de alto páramo poblada por indígenas-campesinos cuya principal actividad económica es la agricultura y el uso de los recursos naturales.

Tabla 2: COORDENADAS UTM 17 SUR DE LA ZONA DE INTERÉS

Puntos	Este	Norte
UTM (17 S)		
A	742861,3	9864194,3
B	736143,9	9855904,2

Nota: Elaboración propia a partir de investigación de campo.

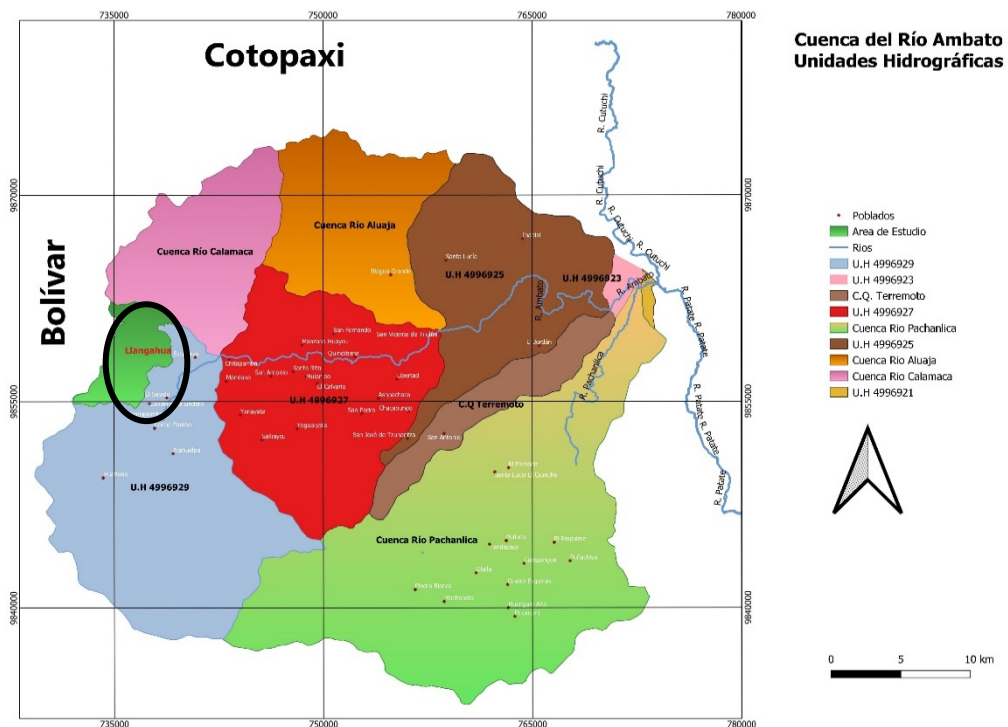


Figura 6: Ubicación de la zona de estudio dentro de la U.H 4996927

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del HGPT (2022)

3.3.2 Equipos y materiales

Para la realización de la presente investigación se detallan los recursos humanos y materiales que se necesitarán para ejecutarlo:

- Computador
- Libreta de Apuntes
- Software Qgis - ArcGis
- Software Hydracces
- Cámara Fotográfica
- GPS
- Movilización

3.3.4 Tipo de investigación

La identificación del método de investigación se refiere básicamente a la especificación de la metodología o plan de investigación a seguir, es decir, se trata principalmente de las técnicas y lineamientos que permitirán la recolección y tratamiento de datos, su análisis e interpretación para la solución de los problemas planteados. por los objetivos específicos del plan de investigación.

La presente tesis se basará en una investigación experimental, transversal y exploratoria, ya que se procesará datos de estaciones hidrometereológicas obtenidas del HGPT dentro de un periodo de tiempo (2013 – 2021), y a su vez, esto permitirá identificar los impactos ambientales generados por el cambio climático dentro del páramo de Llangahua.

3.3.5 Método de investigación

Descriptivo, investigativo

3.4 Muestreo

No será necesario utilizar la fórmula muestral debido a que se trabajará con el universo. Este estudio es un proyecto integral.

3.5 Recolección de información

La fuente primaria de información meteorológica, proviene de las estaciones climatológicas de Chiquiurecu, Calamaca y Mulacorral, las mismas que se encuentran cercanas al área de influencia del Proyecto.

La información recopilada de las 3 estaciones meteorológicas, para el período 2013-2021, se contó con información de precipitación, temperatura, humedad relativa y dirección del viento de la zona de estudio.

3.5.1 Fase de campo

Las tareas de campo implicaron:

- Salidas técnicas a la zona de estudio.
- Observación visual, para comprender y detectar características ambientales del sector.
- Determinación de coordenadas GPS de la zona de interés.
- Entrevistas a los pobladores de la zona de estudio con el fin de conocer el tipo de vegetación y especies existentes.
- Registro fotográfico de la información obtenida en la zona de interés.

Para realizar el Diagnóstico Ambiental en la presente tesis, se recurrió información primaria (estudios de campo, mapas temáticos, encuestas a la población, entrevistas a expertos, entrevistas a autoridades, etc.) y a información secundaria (investigación, consultas a textos especializados e interactivos, estudios y normativa nacional e internacional).

3.5.2 Fase de gabinete

Tareas que se enmarcan en varios aspectos:

- Realización de consultas bibliográficas físicas y digitales.
- Procesamiento de los datos meteorológicos mediante el Software Hydraccess.
- Elaboración de mapas temáticos preliminares y definitivos mediante el software QGIS y ARCGIS.
- Análisis y revisión de la información secundaria existente.
- Transcripción de datos obtenidos, una vez que hayan sido depurados, corregidos o complementados con la información obtenida en actividades de campo.
- Elaboración del documento final

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Determinación del estado de salud del páramo de Llangahua, a través del análisis de la cobertura vegetal y recurso hídrico

La Provincia de Tungurahua está ubicada en la Región Interandina del Ecuador, tiene una superficie aproximada de 3.389 km², y su territorio se extiende entre los 1.200 y los 5.023 msnm. El punto más alto es la cima del volcán Tungurahua y está comprendida entre las latitudes 0° 56' 55" a 1° 34' 56" Sur y longitudes 78° 4' 49" a 78° 48' 40". Las temperaturas medias varían entre -4°C (en los nevados) y 20°C (en la parte baja del río Pastaza) (HGPT, 2014) (Andrango, 2018).

Para el análisis de los parámetros meteorológicos, se consideró la información existente de las estaciones meteorológicas del H. Gobierno Provincial de Tungurahua para el período 2013-2021. La información obtenida permite analizar parámetros climáticos tales como: temperatura, precipitaciones, humedad relativa y velocidad del viento.

Tabla 3: UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS

Estación y Código	Estaciones Meteorológicas		Cota (msnm)	Entidad Operadora	Periodo	Región
	Coordenadas UTM (17 Sur)					
	X (m)	Y(m)				
Chiquiurcu HGPT- MT-01	743787	9866064	3800	HGPT	2013- 2021	Sierra
Mulacorral HGPT- MT-10	741602	9867738	3580	HGPT	2013- 2021	Sierra
Calamaca HGPT- MT-09	742705	9858860	3437	Convenio HGPT INAMHI	2013- - 2021	Sierra

Nota: Elaboración propia a partir de datos tomados del HGPT (2022)

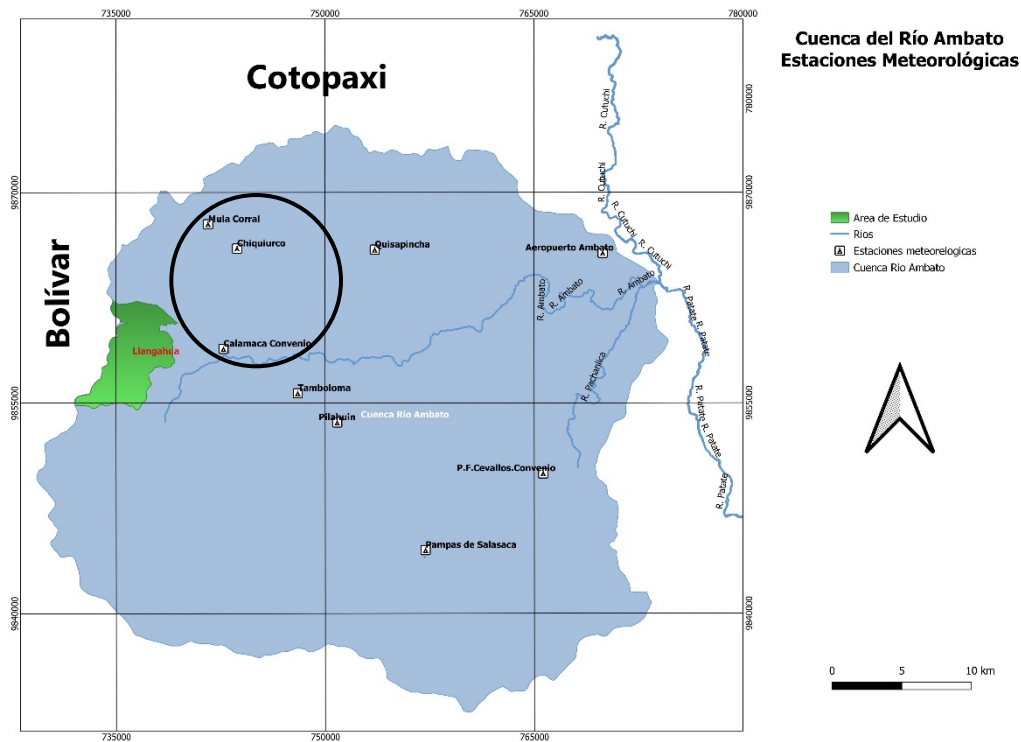


Figura 7: Ubicación de las estaciones meteorológicas cerca de la zona de estudio

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del HGPT (2022)

4.1.1 Precipitación

Las precipitaciones anuales en la zona de estudio de las tres estaciones meteorológicas, se presentan en el rango de los 941,7 mm y 1205,1 mm (tabla 4). Los patrones de precipitación (mm) del área se mantienen con poca variación a lo largo del año. Se registra un período de mayor precipitación que va desde el mes de marzo al mes de junio, esto según reporta los registros de las estaciones pluviométricas de Chiquiurcu, Mulacorral y Calamaca (HGPT, 2014).

En la Figura 8 se muestra la distribución temporal de las lluvias mensuales medias (calculadas en el período de disponibilidad de datos) en función de las estaciones meteorológicas evaluadas. Se puede observar que, en la mayoría de los casos, incluyendo la estación instalada dentro de la cuenca, se registra un patrón principalmente bimodal con mayor precipitación entre marzo y junio, luego se observa un detrimento de las lluvias en el segundo semestre del año (HGPT, 2018).

Tabla 4: PRECIPITACIONES ANUALES

Año	Estación Chiquiurcu (mm) / HGPT-MT-01	Estación Calamaca (mm) / HGPT-MT-09	Estación Mulacorral (mm) / HGPT-MT-10
2013	1110,8	671,8	980,21
2014	1136,8	726	1020
2015	1165,6	656,8	1050
2016	1064,8	680,5	953
2017	941,7	815,3	1060
2018	1059,8	703,1	958
2019	1205,1	747,6	1080
2020	1058,2	725,4	1010,12
2021	1058,78	746,16	987,81

Nota: Elaboración propia a partir de datos tomados del HGPT (2022)

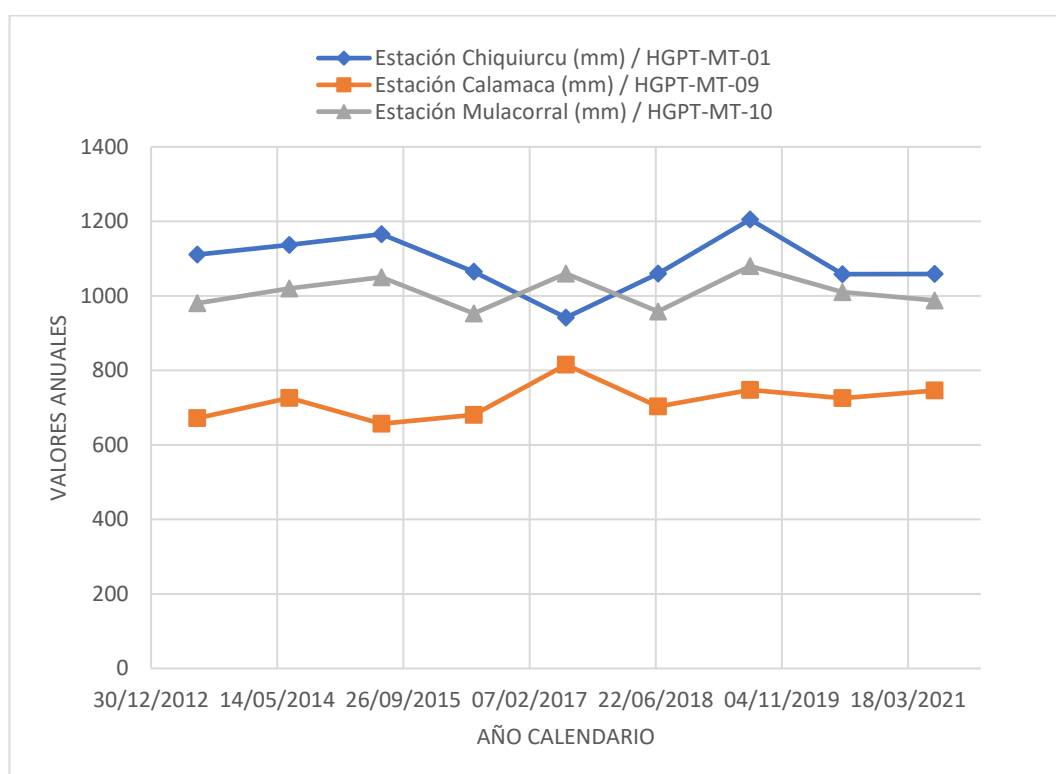


Figura 8: Valores anuales de precipitaciones de las estaciones cercanas a la zona de estudio

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del HGPT (2022).

Análisis Individual

El mayor índice de pluviosidad en la estación de Chiquiurcu, para el período 2013-2021, se registra en junio con 232,7 mm, mientras que, en septiembre y octubre para el mismo período se registra un bajo índice de pluviosidad de 20 mm (Figura 9). Para el caso de la estación pluviométrica Calamaca, el mayor índice de pluviosidad, para el período 2013-2021, se registró en marzo con un valor de 136,3 mm; mientras que el mes con un bajo índice de pluviosidad se registró en noviembre con un valor 7 mm (Figura 10). En el caso de la estación meteorológica Mulacorral, la mayor precipitación se presentó en los meses de junio con un valor de 207 mm y la menor precipitación fue en el mes de septiembre con un valor de 18,1 mm (Figura 11) (HGPT, 2022).

En la tabla 5 se presenta las precipitaciones mensuales promedio de las estaciones Chiquiurcu, Calamaca y Mulacorral, para cada período de tiempo del cual se tiene información. Asimismo, se elaboraron las Figuras 9, 10 y 11 con la distribución de la precipitación mensual máxima para cada estación evaluada.

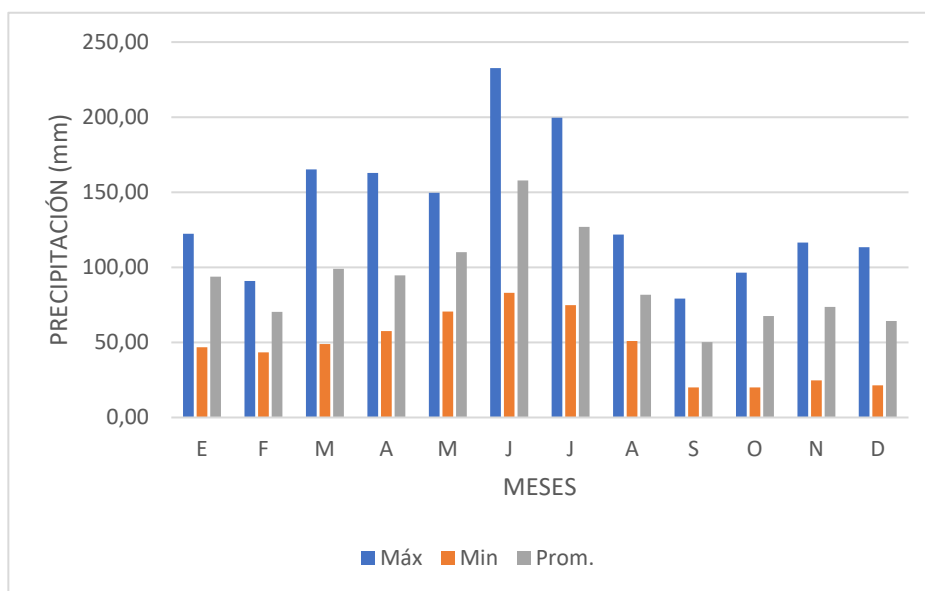


Figura 9: Distribución de la precipitación mensual promedio, máxima y mínima en la estación Chiquiurcu 2013-2021

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del HGPT (2022).

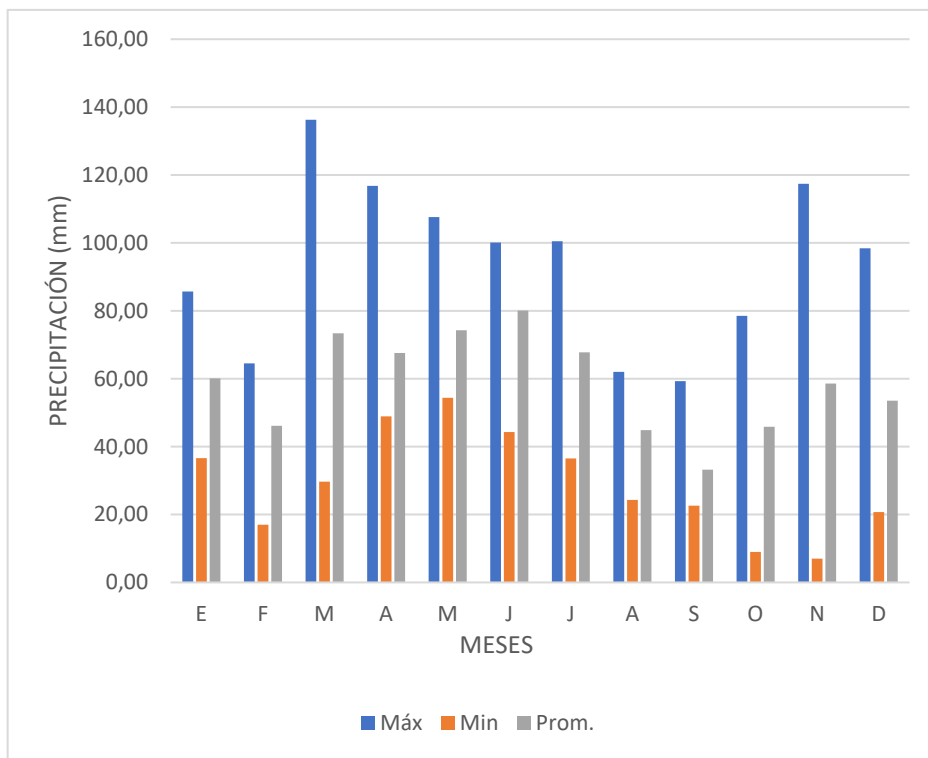


Figura 11: Distribución de la precipitación mensual promedio, máxima y mínima en la estación Calamaca 2013-2021

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del HGPT (2022).

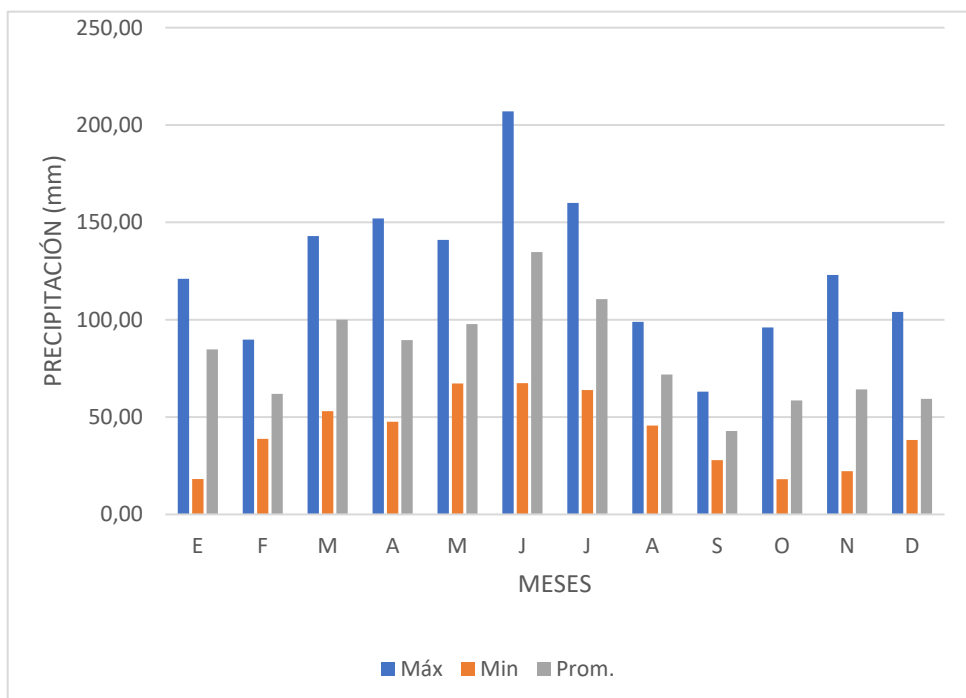


Figura 10: Distribución de la precipitación mensual promedio, máxima y mínima en la estación Mulacorral 2013-2021

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del HGPT (2022).

Tabla 5: PRECIPITACIÓN MENSUAL PROMEDIO DE LAS ESTACIONES CHIQUIURCU, CALAMACA Y MULACORRAL

Estación	Periodo	Precip. (mm)	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Suma	Promedio anual
Chiquiurcu	2013- 2021	Máx	122,4	90,9	165,2	162,9	149,6	232,7	199,6	121,8	79,2	96,5	116	113,4	1650,7	137,56
		Min	46,8	43,4	48,9	57,5	70,5	83	74,8	50,90	20,0	20	24,7	21,5	561,9	46,83
		Prom.	93,8	70,3	99	94,6	110,1	157,8	126,9	81,76	50,2	67,5	73,6	64,2	1090	90,84
Calamaca	2013- 2021	Máx	85,7	64,5	136,3	116,8	107,6	100,1	100,5	62,02	59,3	78,5	117	98,4	1127,1	93,93
		Min	36,6	17,0	29,7	48,9	54,4	44,3	36,5	24,30	22,6	9	7	20,7	351	29,25
		Prom.	60,1	46,1	73,4	67,6	74,3	80,1	67,7	44,86	33,2	45,8	58,5	53,5	705,4	58,79
Mulacorral	2013- 2021	Máx	121	89,8	143,0	152	141	207	160,0	98,90	63,1	96	123	104,0	1498,8	124,90
		Min	18,2	38,8	53,0	47,6	67,3	67,4	63,9	45,60	27,9	18,1	22,2	38,2	508,2	42,35
		Prom.	84,7	61,8	99,9	89,5	97,7	134,7	110,6	71,83	42,8	58,5	64,2	59,4	976,2	81,36

Nota: Elaboración propia a partir de datos tomados del HGPT (2022)

4.1.2 Temperatura

Para describir la temperatura del área de estudio se utilizaron datos de temperatura máxima y mínima de las estaciones meteorológicas de Chiquiurcu, Calamaca y Mulacorrall desde el año 2013 al 2021 cuya información está en la Tabla 6.

El mayor índice de temperatura en la estación de Chiquiurcu, para el período 2013-2021, se registra en el mes de noviembre con 9,2 °C, mientras que, en agosto para el mismo período se registra un bajo índice de temperatura de 4,8 °C (Figura 12).

Para el caso de la estación pluviométrica Calamaca, el mayor índice de temperatura, para el período 2013-2021, se registró en noviembre con un valor de 10,09 °C, mientras que el mes con un bajo índice se registró en agosto con 4,2 °C (Figura 13).

En el caso de la estación meteorológica Mulacorrall, el mayor índice de temperatura se presentó en el mes de octubre con un valor de 8,71 °C y el menor índice de temperatura fue en el mes de agosto con un valor de 4,40 °C (Figura 14). La temperatura media para las 3 estaciones está entre los 9,38 °C y 5,91 °C (Tabla 6).

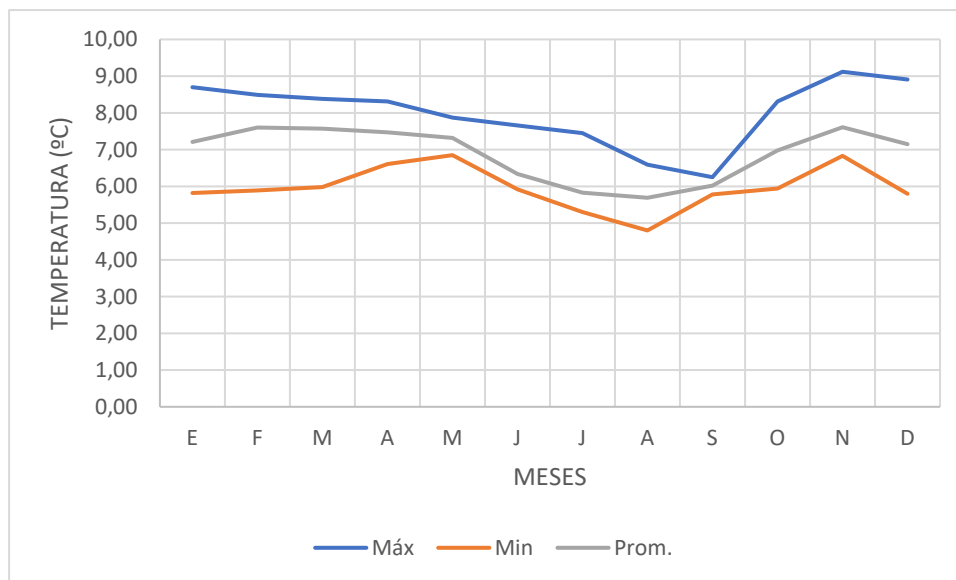


Figura 12: Distribución de la temperatura en la Estación Chiquiurcu (2013 – 2021)

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del HGPT (2022).

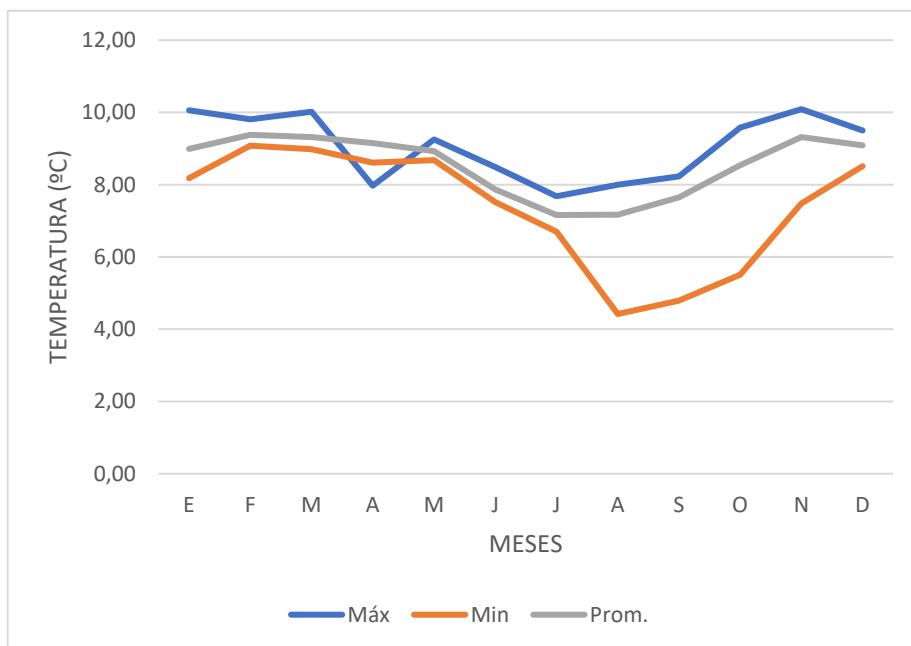


Figura 13: Distribución de la temperatura en la Estación Calamaca (2013 – 2021)

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del HGPT (2022).

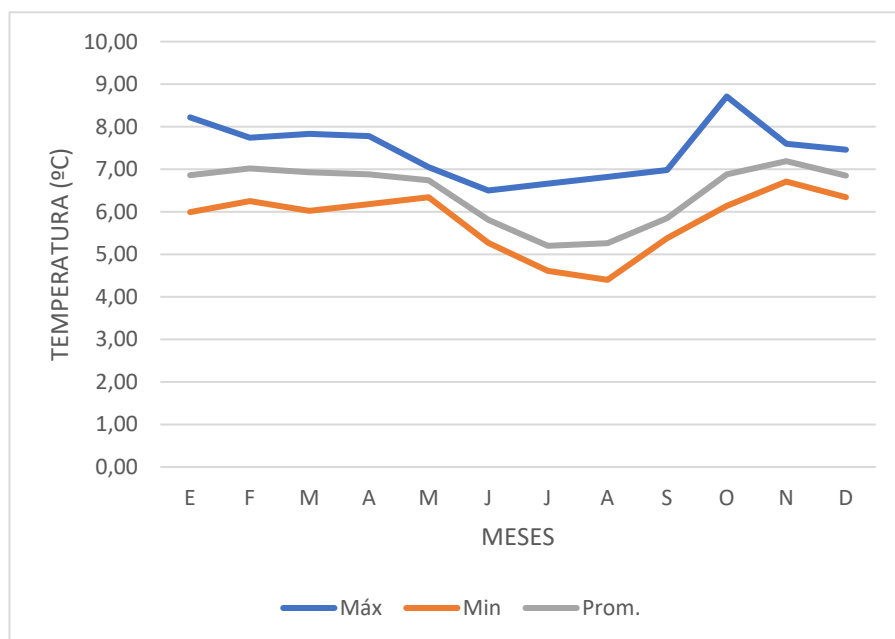


Figura 14: Distribución de la temperatura en la Estación Mulacorral (2013 – 2021)

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del HGPT (2022).

Tabla 6: TEMPERATURAS MAX, MIN Y PROMEDIO DE LAS ESTACIONES CHIQUIURCU, CALAMACA Y MULACORRAL

Estación	Periodo	Temp.	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Suma	Media anual
Chiquiurco	2013-2021	Máx	8,70	8,49	8,38	8,31	7,87	7,66	7,45	6,59	6,25	8,31	9,12	8,91	96,04	8,31
		Min	5,82	5,89	5,98	6,61	6,85	5,92	5,30	4,80	5,78	5,94	6,83	5,80	71,52	5,91
		Prom.	7,21	7,60	7,57	7,47	7,32	6,34	5,83	5,69	6,02	6,98	7,61	7,15	82,79	7,18
Calamaca	2013-2021	Máx	10,06	9,81	10,02	7,97	9,25	8,49	7,68	8,00	8,23	9,58	10,09	9,50	108,68	9,38
		Min	8,18	9,08	8,98	8,61	8,68	7,52	6,70	4,42	4,79	5,51	7,48	8,51	88,46	7,85
		Prom.	8,99	9,38	9,32	9,15	8,93	7,87	7,16	7,17	7,65	8,54	9,32	9,09	102,57	8,96
Mulacorral	2013-2021	Máx	8,22	7,74	7,83	7,78	7,05	6,50	6,66	6,82	6,98	8,71	7,60	7,46	89,35	7,53
		Min	5,99	6,25	6,02	6,18	6,34	5,27	4,61	4,40	5,38	6,14	6,71	6,34	69,63	6,08
		Prom.	6,86	7,02	6,93	6,88	6,74	5,81	5,20	5,26	5,85	6,88	7,19	6,85	77,47	6,86

Nota: Elaboración propia a partir de datos tomados del HGPT (2022)

4.1.3 Humedad relativa

Para describir la humedad relativa del área de estudio, se utilizaron los datos de las estaciones meteorológicas de Chiquiurcu, Calamaca y Mulacorral desde el año 2013 al 2021 cuya información se presenta en la tabla 7.

El mayor índice de humedad en la estación de Chiquiurcu, para el período 2013-2021, se registra en el mes de marzo con 97,99 %, mientras que, en noviembre para el mismo período se registra un índice de humedad de 74,92 % (Figura 15).

Para el caso de la estación pluviométrica Calamaca, el mayor índice de humedad relativa, para el período 2013-2021, se registró en julio con un valor de 96,33 %, mientras que el mes con un bajo índice de humedad se registró en octubre con un valor 80,10 % (Figura 16).

En el caso de la estación meteorológica Mulacorral, el mayor índice de humedad se presentó en el mes de marzo con un valor de 95% y el menor índice de humedad fue en el mes de octubre con un valor de 74,8% (Figura 17).

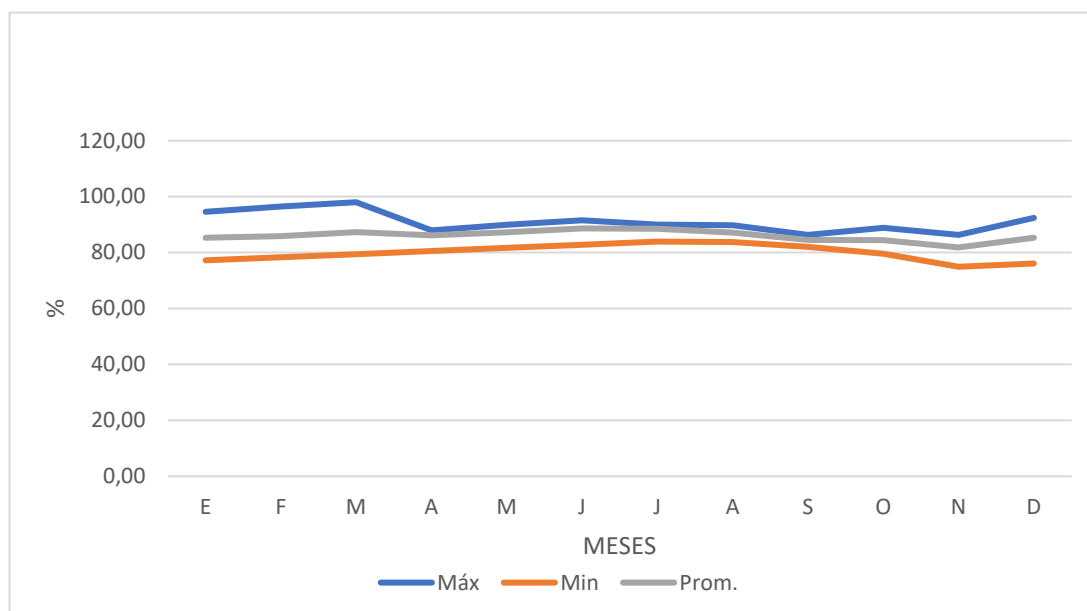


Figura 15: Distribución de la humedad relativa en la Estación Chiquiurco (2013 – 2021)

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del HGPT (2022).

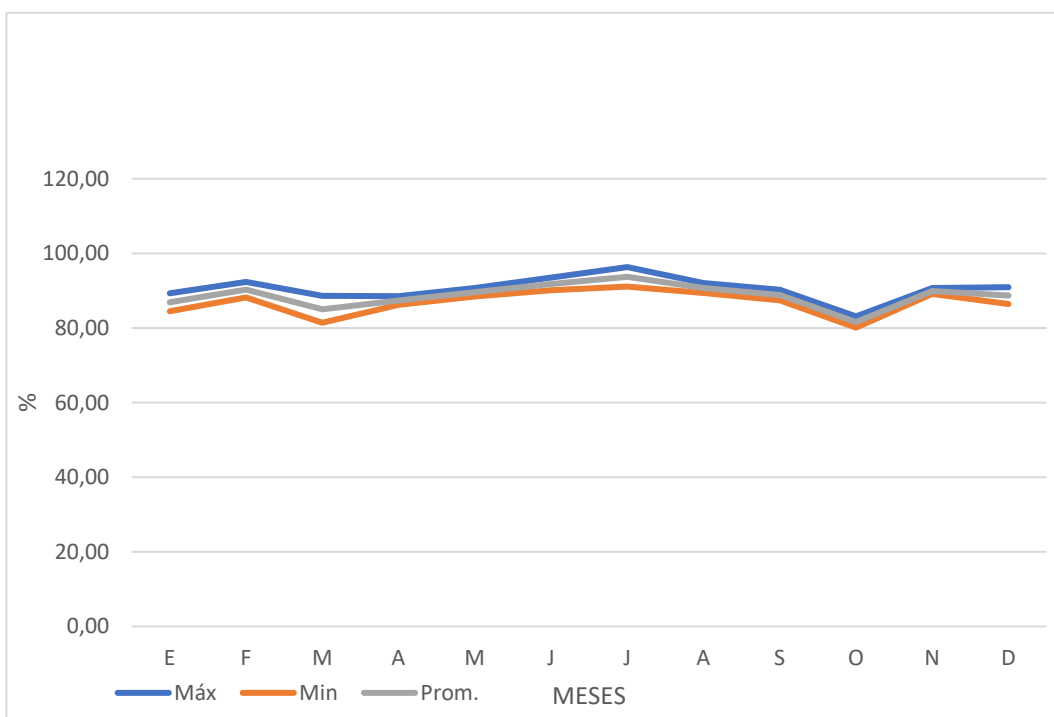


Figura 16: Distribución de la humedad relativa en la Estación Calamaca (2013 – 2021)

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del HGPT (2022).

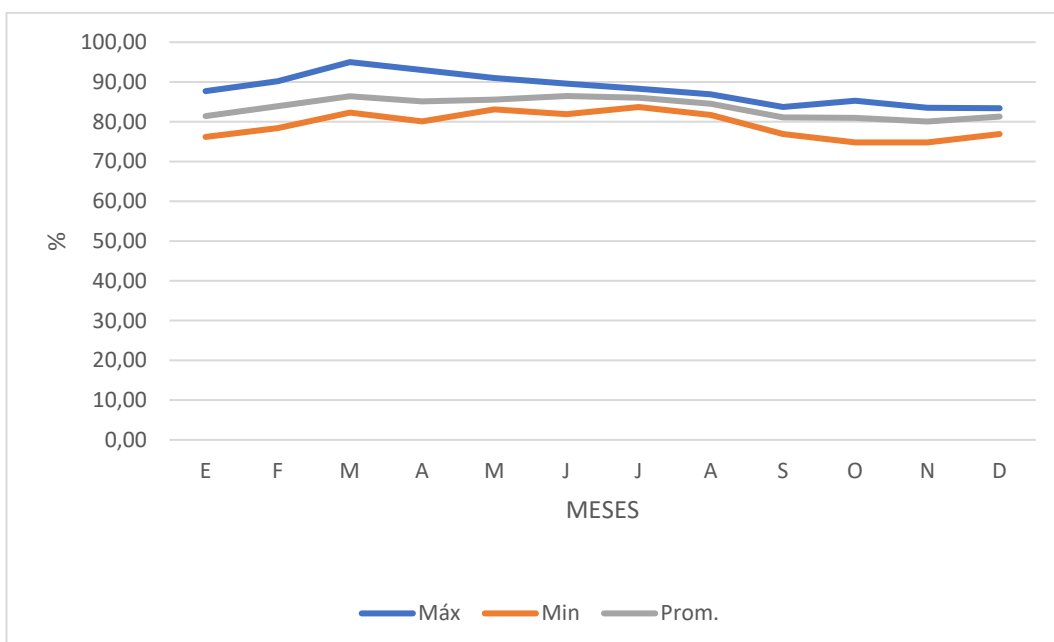


Figura 17: Distribución de la humedad relativa en la Estación Mulacorral (2013 – 2021)

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del HGPT (2022).

Tabla 7: HUMEDAD RELATIVA MAX, MIN Y PROMEDIO DE LAS ESTACIONES CHIQUIURCU, CALAMACA Y MULACORRAL

Estación	Periodo	Humedad.	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Promedio anual
Chiquiurco	2013-2021	Máx	94,59	96,47	97,99	87,91	89,94	91,52	89,99	89,76	86,31	88,84	86,31	92,39	91,00
		Min	77,20	78,30	79,39	80,53	81,66	82,79	83,92	83,75	82,04	79,55	74,92	76,05	80,01
		Prom.	85,28	85,87	87,28	86,14	87,24	88,62	88,48	87,15	84,48	84,42	81,83	85,28	86,01
Calamaca	2013-2021	Máx	89,30	92,37	88,62	88,52	90,74	93,49	96,33	92,07	90,25	83,11	90,72	90,95	90,54
		Min	84,50	88,20	81,40	86,20	88,45	90,12	91,10	89,40	87,40	80,10	89,12	86,45	86,87
		Prom.	86,90	90,29	85,01	87,36	89,60	91,81	93,72	90,74	88,83	81,61	89,92	88,70	88,70
Mulacorral	2013-2021	Máx	87,70	90,20	95,00	93,00	91,00	89,60	88,30	86,90	83,70	85,30	83,50	83,40	88,13
		Min	76,20	78,40	82,30	80,10	83,10	81,90	83,70	81,70	76,90	74,80	74,80	76,90	79,23
		Prom.	81,42	83,91	86,43	85,12	85,58	86,47	86,05	84,52	81,11	80,97	80,06	81,28	83,58

Nota: Elaboración propia a partir de datos tomados del HGPT (2022)

4.1.4 Dirección y velocidad del viento

Los datos disponibles de velocidad y dirección del viento, para el área de estudio, se tomaron de la estación meteorológica de Calamaca, los registros de velocidad máxima del viento se presentan en la tabla 8; de acuerdo con esta información, la velocidad del viento en la estación Calamaca, que es la más cercana a la zona de estudio, tiene un rango de velocidad de 3,25 m/s a 3,50 m/s en la dirección NO (Figura 18 y Figura 19).

Tabla 8: DIRECCIÓN Y VELOCIDAD DEL VIENTO

Dirección y Velocidad del viento			
N	Norte	0	0%
NNE	Norte Noreste	0	0%
NE	Noreste	0	0%
ENE	Este Nordeste	0	0%
E	Este	0	0%
ESE	Este Sudeste	0	0%
SE	Sudeste	0	0%
SSE	Sur Sudeste	0	0%
S	Sur	12	3%
SSO	Sur Sudoeste	18	5%
SO	Sudoeste	13	4%
OSO	Oeste Sudoeste	14	4%
O	Oeste	23	6%
ONO	Oeste Noroeste	205	56%
NO	Noroeste	80	22%
NNO	Norte Noreoeste	0	0%
Total		365	100,00%

Nota: Elaboración propia a partir de datos tomados del HGPT (2022)

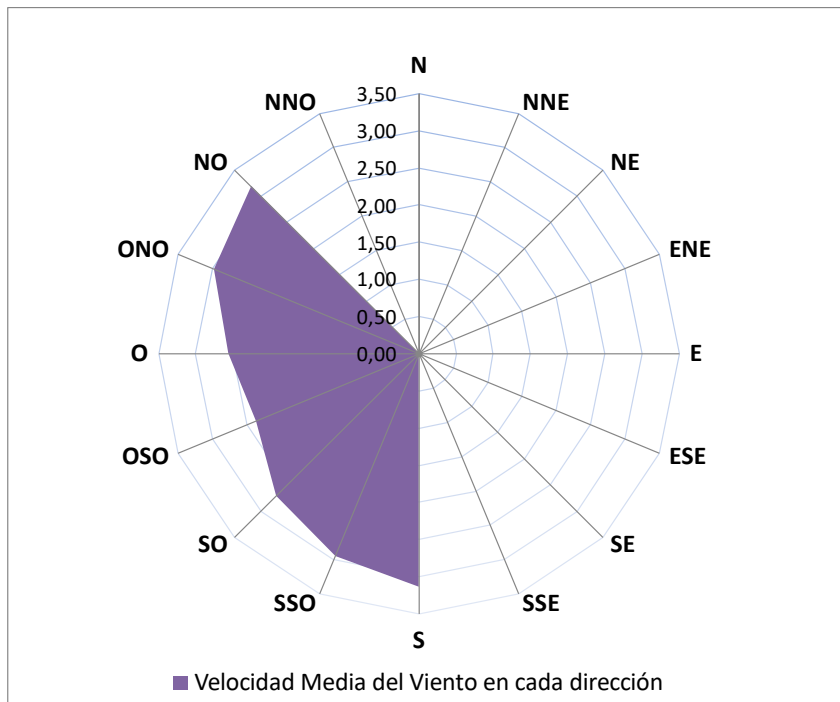


Figura 18: Velocidad Media del viento en la Estación Calamaca (2013 – 2021)

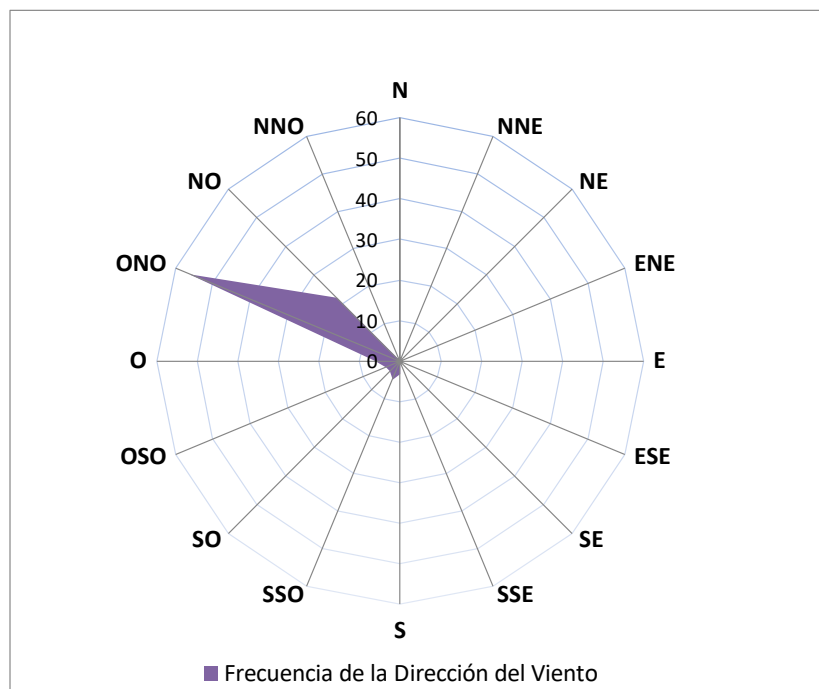


Figura 19: Frecuencia de la dirección del viento en la Estación Calamaca (2013 – 2021)

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del HGPT (2022)

Existe una tendencia en la dirección del viento hacia NO.

4.2 Tipos y características del suelo

En el área de estudio predominan los suelos franco-arcillosos (negro-andinos) y de acuerdo a la clasificación de suelos corresponden al orden de los Inceptisoles, pertenecientes a las clases III- IV y V de la clasificación general de suelos (Arcos et al., 2022; Morocho y Chuncho, 2019).

Un componente muy dominante de estos suelos jóvenes, recién formados sobre cenizas volcánicas son los Alofanos, que corresponde al orden de los Andisoles y que dan las características típicas y los comportamientos visibles e invisibles, y son muy diferentes a los demás suelos. El Alófono es una arcilla y mantiene una estructura amorfa. Los suelos alofánicos en estado húmedo y/o bajo presión son muy resbalosos (peligro de derrumbes) y muy polvoroso en estado seco. Tienen una capacidad de retención de Agua excepcionalmente alta, de 80-200% y un pH de 3.9 a 5.4 (Arcos et al., 2022).

En general, estos suelos son de un color muy negro por su alto contenido de materia orgánica (superior al 6%). Pueden contener tanta materia orgánica porque la estructura del alófono y el humus son muy parecidos (ambos son amorfas); por eso se vinculan muy fácil firmemente. Están constituidos en agregados muy pequeños (microscópicos) llamadas complejos "órgano-minerales". Estas son muy estables y pueden permanecer en el suelo por milenios de años. Este complejo órgano-mineral tiene el tamaño de limo (± 0.01 mm), Pero sus características son muy diferentes a los del limo mineral. Por eso la textura de estos suelos alofánicos es llamado "franco pseudo-limoso" (Arcos et al., 2022).

4.2.1 Horizontes del suelo del sector del páramo de Llangahua

La descomposición del alófono puede ser una señal que el suelo ya no está en equilibrio con su ambiente, en consecuencia, se forma el inicio de la degeneración total de estos suelos.

En este sentido la presencia de alófono en estos suelos es una garantía de que ellos y todo el sistema ecológico todavía mantienen su estabilidad.

4.2.2 Uso actual y potencial del suelo

Las actividades principales se refieren a la ganadería y en menor grado la agricultura. De acuerdo a datos estadísticos, la tasa de crecimiento pecuario para los años 90 fue de 3.5% acumulativo anual (HGPT, 2018).

En lo referente a ganadería, los suelos son usados como potreros naturales para la crianza de ganado ovino, vacuno y caballos principalmente. Es preciso destacar que el sector de Escaleras es una zona productiva donde se cultiva especies vegetales tales como: trigo, hortalizas, papas, mellocos, ocas, habas, etc. (HGPT, 2019).

El aprovechamiento y uso del suelo para fines productivos, agrícolas y de pastoreo es el siguiente: El área de tierra de Loma Gorda están utilizados de la siguiente manera (30% agrícola - 70% pasto), La tierra en Escaleras esta utilizada con (40% agrícola - 60% pasto) y los suelos en el sector de Yanacoscojo están utilizados de la siguiente manera (20% agrícola - 80% pasto) (HGPT, 2022).

La cobertura vegetal ha sido modificada en las partes bajas por el asentamiento agrícola, combinándose su cobertura vegetal en pasto, cultivos y vegetación del páramo.

En cuanto al uso potencial del suelo, se debe mencionar que la conservación de estos suelos en general es importante por el servicio ambiental hídrico que prestan. El ecoturismo es otra alternativa de uso potencial de este tipo de ecosistema, mediante el aprovechamiento del paisaje natural con que cuenta.

4.3 Relieve de la zona

El relieve de los páramos y de la zona de amortiguamiento de la asociación Llangahua corresponde a laderas de montaña de la zona andina, con presencia de altas pendientes en ciertos sitios y de medias a bajas pendientes en otros (Figura 20).

La mayoría de la topografía se presenta regular, es decir con baja pendiente, del orden del 4% a 5%, pero también se hay laderas de mayor pendiente, inicialmente aumentan considerablemente en el orden del 20-40% en ciertos casos, con intercalación de zonas de baja pendientes moderadas del orden del 10 al 15% (Reinoso, 2020).

Geomorfología del Area de Estudio

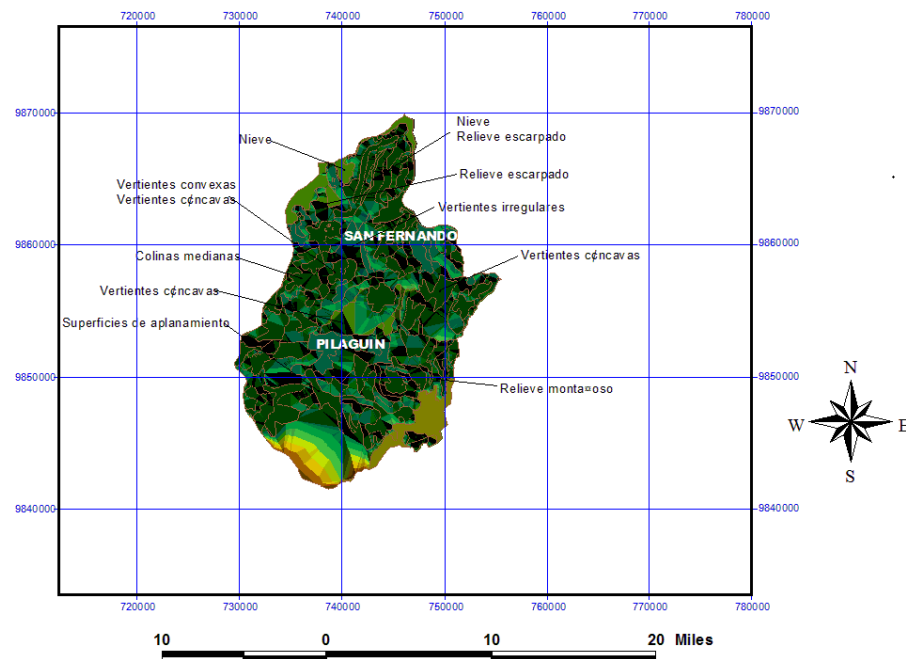


Figura 20: Geomorfología del área de estudio

Fuente: Tomado de HGPT (2022)

Los suelos de la zona de estudio poseen una textura de categoría franco arcilloso (Negro andinos) y de acuerdo a la clasificación de suelos corresponden al orden de los Inceptisoles (Figura 21), pertenecientes a las clases III, IV y V de la clasificación general de suelos (Morocho y Chunchu, 2019).

Un componente muy dominante de estos suelos jóvenes, recién formados sobre cenizas volcánicas son los ALOFANES, que dan las características típicas.

Los suelos alofánicos en estado húmedo y/o bajo presión son muy resbalosos muy propensos a que se deslicen, muy polvoroso en estado seco, con una capacidad de retención de agua alta (Arcos et al., 2022). Este tipo de suelo tiene una consistencia de un color muy negro debido a su gran contenido de materia orgánica (superior al 6%).

Estas son muy estables y pueden permanecer en el suelo por cientos de años (Morocho y Chuncho, 2019).

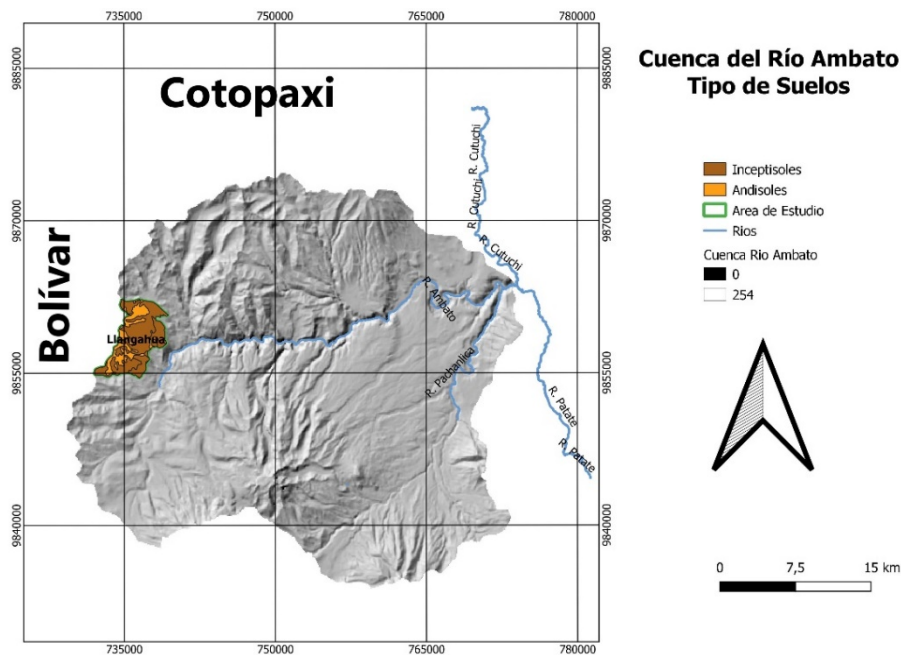


Figura 21: Suelos tipo Inceptisoles y Andisoles en el área de estudio

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del HGPT (2022)

4.4 Determinación del estado de conservación del páramo de Llangahua a través del diagnóstico de la flora del sector

Los páramos de Llangahua, algunas de estas áreas corresponden a zonas en proceso de regeneración luego de haber sido quemadas. Se observan extensas áreas destinadas al pastoreo de borregos, caballos, llamas y ganado vacuno, siendo éste una de los principales usos destinados al páramo.

A pesar de tener una apariencia homogénea, esta asociación vegetal está representada en su mayoría por especies de *Calamagrostis*, *Stipa*, *Festuca*, *Agrostis*, *Lachemilla* (Guarin et al., 2022; Parco, 2021; Zurdo et al., 2021).

La vegetación es muy variable y por esta razón se pueden encontrar, por ejemplo, formaciones herbáceas densas, dando la apariencia de alfombras de varios colores dependiendo del grado de maduración de la vegetación (Figura 22).

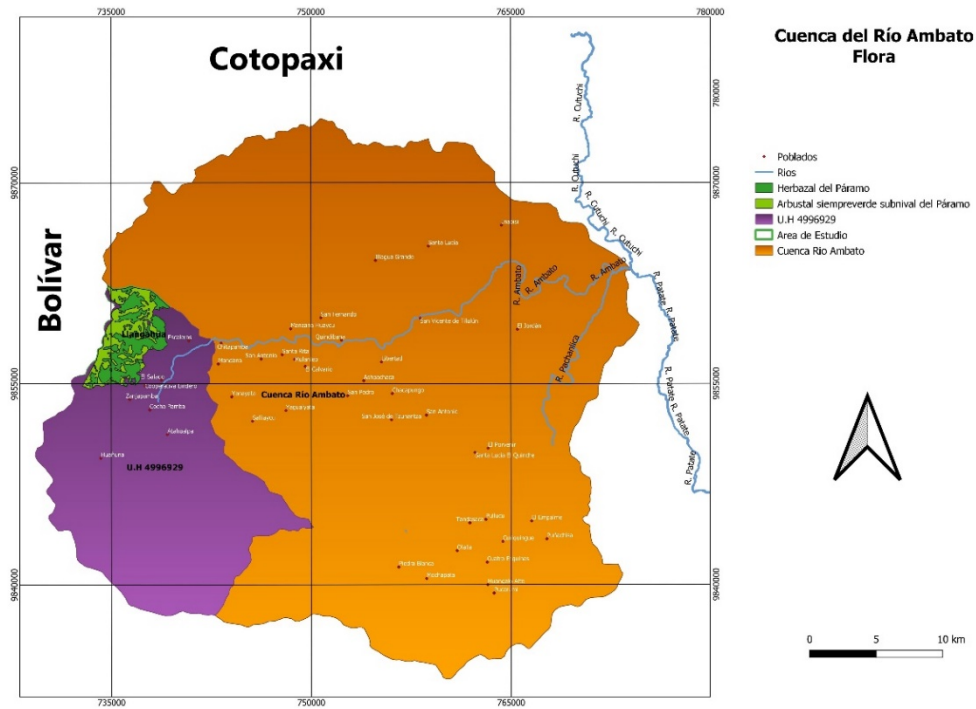



Figura 22: Flora de la zona de estudio




Fuente: Elaboración propia a partir de datos del HGPT (2022)




Una característica principal de estos pantanos es la presencia de asociaciones de plantas en almohadilla dominadas por especies como *Azorella sp*, *Plantago sp*, *xenophyllum cressum*, *Agrotis breviculmis*, *Alchemilla orbiculata*, *Valeriana rigida* (Tabla 9) (Guarin et al., 2022; Parco, 2021; Zurdo et al., 2021).




4.4.1 Flora típica del páramo de Llangahua

Tabla 9: FLORA DE LOS PÁRAMOS DE LLANGAHUA




Nombre Científico	Nombre Común	Foto
N/A	Flor de kerosene	

Nombre Científico	Nombre Común	Foto
Baccharis sp	Chilca de páramo	
Stipa ichu	Paja de Páramo	
Valeriana rígida	Almohadillas de páramo	

Nombre Científico	Nombre Común	Foto
Valeriana rígida	Tumbazo	
N/A	Achicoria	
Valeriana rígida	Tumbuzo	

Nombre Científico	Nombre Común	Foto
Hypochoeris meyeniana	Achicoria amarilla	
N/A	Ñachag	
N/A	Mortiño	

Nombre Científico	Nombre Común	Foto
N/A	Romerillo	
Plantago rígida	Llantén	
Micromeria nubiena	Sunfo	

Nombre Científico	Nombre Común	Foto
Werneria nubigena	Taruga rinri	
Hypochoeris taraxacoides	Achicoria	
Gentianella sedifolia	Adivinadora	

Nota: Elaboración propia a partir de datos tomados de Parco (2021); Zurdo et al (2021); HGPT (2019).

*Algunas especies no registran nombre científico (N/A)

Aporte personal del estado de conversación del páramo a través del análisis de la flora

La flora de los páramos de Llangahua ha sido alterada por intervenciones negativas de las familias de la comunidad de Llangahua mediante la aplicación de las quemas el sobre pastoreo y la ampliación de la frontera agrícola.

A continuación, indicamos la vegetación encontrada en el resto del páramo (Tabla 10).

Tabla 10: FLORA GENERAL DE LOS PÁRAMOS Y SUS USOS

NOMBRE BOTÁNICO	NOMBRE COMÚN	USOS
<i>Drymaria ovata</i> (Willd)	Guarmipoleo	Medicinal
<i>Huperssia erasa</i>	Rabo de Lobo	Ornamental
<i>Erygium hamile</i> Cav.	Puya	Ornamental
<i>Ranunculus pidemorsus</i>	Atta	Ornamental
<i>Stachys elíptica</i>	Platuquero	Industrial
<i>Geranium laxicaule</i>	Geranio	Ornamental
<i>Achyrocline alata</i> (Kunth)	Lechuguilla	Medicinal
<i>Clinopodium nubigenum</i> (Kunth)	Sunfo	Medicinal
<i>Valeriana microphylla</i>	Valeriana	Medicinal
<i>Rumex acetocella</i>	Lengua de vaca	Medicinal
<i>Calamogrostis</i> sp.	Paja	Industrial
<i>Lepidium bipinnatifidum</i>	Allpa atsera	Medicinal
<i>Cestrum humboldtii</i>	Piquil	Maderable
<i>Gynoxis allí</i>	Piquil	Maderable
<i>Gentianella difusa</i>	(almohadilla)	Ornamental
<i>Polylepis incana</i>	Polylepis	Maderable
<i>Hypochoeris sessiliflora</i> Kunth	Achicora amarilla	Medicinal

NOMBRE BOTÁNICO	NOMBRE COMÚN	USOS
<i>Oenothera epilobiifolia</i>	Lirio de páramo	Ornamental
<i>Taraxacum officinale</i>	Taraxaco	Medicinal
<i>Bidens</i> sp.	Flor de sisa	Medicinal
<i>Brassica</i> sp.	Berro	Comestible
<i>Halenia wedelliana</i>	Cacho de venado	Medicinal
<i>Eragrostis lurida</i> J. Presea	Ortiga	Medicinal
<i>Ranunculus praemosus</i>	Waranjansi	Medicinal químico
<i>Stipa ichu</i> Kunth.	Paja de cerro	Industrial
<i>Genciana sedifolia</i> H.B.I.K.	Amor Sacha	Ornamental
<i>Chuquiraga jussieui</i>	Chuquiragua	Medicinal
<i>Brachyotum</i> cf. <i>Alpinum</i> Cogn.	Zarcillejo	Ornamental
<i>Azorella denticulada</i>	Tumbuzo (almohadilla)	Ornamental
<i>Bidens humilis</i>	Ñachac sisa	Medicinal
<i>Carex pichinchenses</i>	Totorilla de páramo	Industrial
<i>Laciophalus ovatusa</i>	Pucata	Ornamental
<i>Gentianella</i> sp	Flor de Ángel/Tamurreal	Ornamental
<i>Rumex</i> sp	Arquitecto	Medicinal
<i>Castilleja</i> sp.	Castilleja	Medicinal
<i>Brachyotum sedifolium</i>	Illinshi colorada	Forraje
<i>Anthoxantum odoratum</i>	Pauca	Forraje
<i>Vicia</i> sp.	Alverjilla	Medicinal
<i>Werneria humilis</i>	(Almohadilla)	Ornamental
<i>Loricaria illinasae</i> Wedd	Trencilla	Ornamental

Nota: Elaboración propia a partir de datos tomados de Parco (2021); Zurdo et al (2021)

4.5 Determinación de los impactos ocurridos en los páramos de Llangahua frente a los efectos del cambio climático

A continuación, se presentan los impactos ambientales identificados en el área de estudio de que afectan los páramos de Llangahua en la actualidad.

4.5.1 Impacto humano

Las actividades que se realizan en el páramo pueden poner serias limitantes para su conservación. Se pueden distinguir dos tipos principales de impactos humanos.

Por un lado, se observa el incremento de la presencia humana en el páramo, el cual, tiene un gran impacto directo en el recurso hídrico, debido a los cambios en las propiedades físico-químicas del suelo y la flora/fauna. Por otro lado, existe un gran impacto indirecto en la hidrología del páramo de Llangahua debido a los cambios climáticos que afecta de manera global al planeta.

4.5.2 Agricultura con labranza

El principal efecto de la labranza en los suelos del páramo es la degradación irreversible de la estructura, principalmente en lo que respecta con el contenido de materia orgánica y de los minerales (alófano, imogolito) (González, 2019).

Esto causa principalmente un aumento de la hidrofobicidad, disminución de la retención de agua, incremento de la hidrofobicidad y degradación de la materia orgánica (Rosa et al., 2020).

4.5.3 Quemas

La quema de las plantas autóctonas del páramo puede afectar en gran medida la estabilidad del suelo (Figura 23). Estas prácticas inducen a la formación de agregados del suelo hidrofóbicos y estables con alta repelencia al agua (Landa y Tituaña, 2020; Paredes y Sánchez, 2020). El grado de la repelencia de agua depende de la cantidad y del tipo de la materia orgánica (Morocho y Chunchu, 2019). Sin embargo, esto serían los efectos de un incendio de alta intensidad que llegue realmente a la superficie del suelo.

Los sectores con mayor presencia de quemas están ubicados en las zonas de Zanjapamba y Escaleras (Tabla 11). La cobertura vegetal en estas zonas quemadas no supera el 60 %.

Tabla 11: SECTOR DE ÁREAS QUEMADAS DENTRO DE LA ZONA DE ESTUDIO

Áreas Quemadas	Área (ha)	Sector	Año Registrado
Páramo de Llangahua	38	Zanjapamba	2018
Páramo de Llangahua	6,4	Escaleras	2019

Nota: Elaboración propia a partir de datos tomados de HGPT (2020)



Figura 23: Áreas Quemadas dentro de la zona de estudio

Foto: Autor

El daño producido por las quemas que se dan en los páramos de Llangahua afecta drásticamente a la cobertura vegetal, muchas de las especies de flora y fauna han desaparecido. En estas fotos podemos ver cuán desolados quedan los suelos luego de la quema.

La recuperación de la cobertura vegetal es lenta y estos daños están íntimamente relacionados con los caudales que estas áreas regulan.

4.5.4 Caudales de las tomas principales dentro de la zona de estudio del año 2019

Las Figuras 24, 25 y 26 nos demuestran el comportamiento hidrológico de las principales fuentes de agua que provienen de los páramos de Llangahua, correspondiente al año 2019.

CAUDAL DE LA TOMA DEL SOMBRERO EN EPOCA DE ESTIAJE

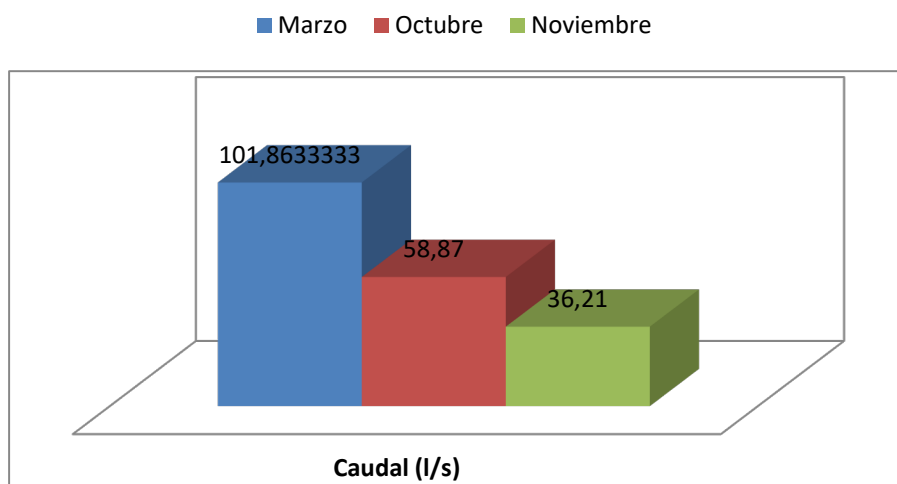


Figura 24: Caudal del Sombrero

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del HGPT (2022)

CAUDAL DEL TINGO EN EPOCA DE ESTIAJE

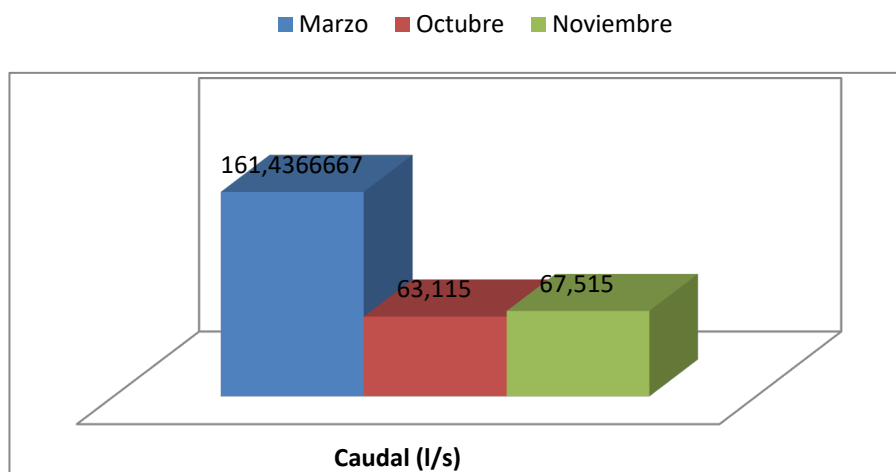


Figura 25: Caudal del Tingo

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del HGPT (2022)

CAUDAL DE LA ZANJAPAMBA EN EPOCA DE ESTIAJE

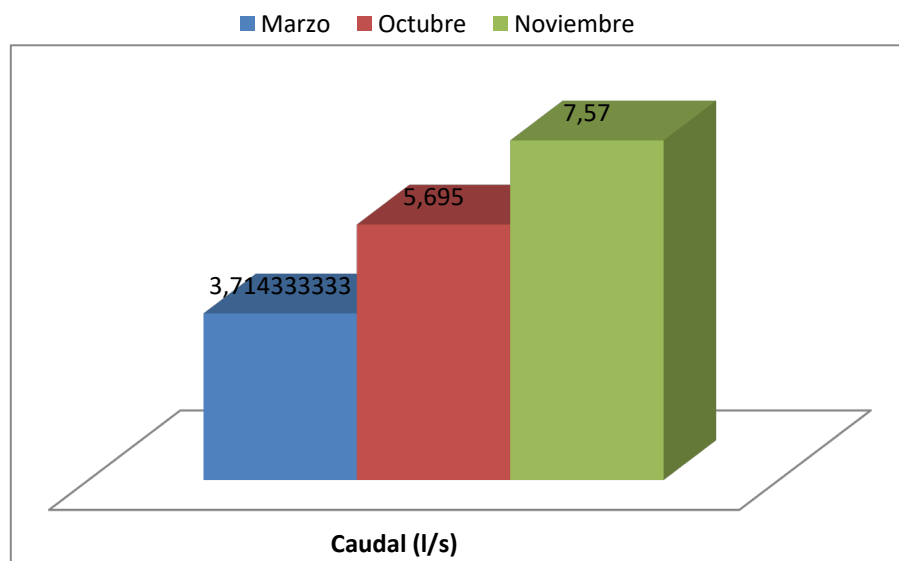


Figura 26: Caudal de la Zanjapamba

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del HGPT (2022)

Los daños causados a los páramos en el sector de Zanjapamba refleja en la poca cantidad de agua que vierte de esta microcuenca, mientras que en el Tingo no existe una variación drástica en los caudales en esta zona el páramo se encuentra mejor conservado el agua se regula en los bosques nativos existentes y en los pajonales que han logrado recuperar la cobertura del suelo en un 90 % (HGPT, 2022).

4.5.5 Pastoreo

La ganadería extensiva desarrollada en estos ecosistemas produce, entre otras alteraciones, la desaparición de la cobertura vegetal natural, la introducción de especies foráneas, el drenaje de las turberas, la contaminación del suelo y agua, la pérdida de la cubierta edáfica por acción de maquinaria, el fraccionamiento de las esponjas naturales, la formación de suelos desnudos y la disminución de la capacidad de retención de agua por parte de los suelos.

Cuando estas actividades llevan a la destrucción de la vegetación del páramo y a su reemplazo por pastos exóticos, se produce un fenómeno conocido como praderización.

El pisoteo por el ganado altera los procesos hídricos por compactación del suelo, destrucción y selección de la vegetación y establecimiento de plantas diferentes a las originarias (Figura 27).

Por otra parte, tanto la ganadería y la agricultura, como las quemadas asociadas a estas actividades, pueden estar disminuyendo la disponibilidad de recursos para herbívoros como venados y conejos), nectarívoros-polinívoros (murciélagos, colibríes, mariposas e himenópteros, entre otros) así como los refugios para los anfibios y las madrigueras de mamíferos pequeños como roedores y conejos (*Sylvilagus brasiliensis*) (Landa y Tituaña, 2020).

La pérdida del ecosistema de los anfibios constituye una amenaza para ellos, debido a que quedan expuestos a la radiación solar directa y a los vientos, que tienen la posibilidad de provocar la desecación de la dermis, es así como ha desaparecido el jambato (Bautista et al., 2018).

En los páramos de Llangahua la intervención con pastoreo de bovinos hace 6 años fue alarmante de acuerdo a información generada por la comunidad a esa época existían 3150 bovinos que ocupaban toda el área de páramo, además esporádicamente el ganado de comunidades de Bolívar afectaba a la cobertura vegetal especialmente en el sector de Boliche (HGPT, 2019).

Este dato es producto de información recabada por los propios dirigentes de la comunidad para ser beneficiarios del apoyo por parte del Ministerio de Agricultura y Ganadería que emprendió una campaña de apoyo para mitigar los impactos que causó la caída de ceniza en toda la provincia de Tungurahua (HGPT, 2021).



Figura 27: Ganado dentro de la zona de estudio

Foto: Autor

En un rodeo realizado en abril 2017 se contabilizó 410 cabezas de ganado bovino que aún pastorean en los páramos, pero es un cambio importante que se tiene, para que esto suceda el HGPT, acordó implementar proyectos productivos con familias campesinas de Llangahua cuya finalidad fue reducir la presión que se hacía a los páramos con la sobre carga animal (Figura 28) (HGPT, 2018).

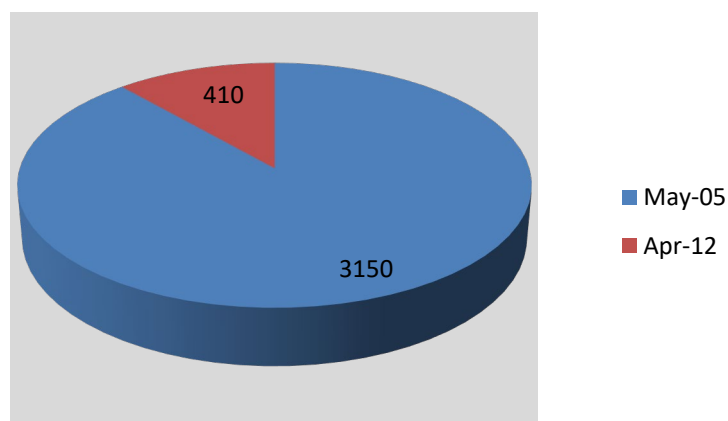


Figura 28: Número de Bovinos

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del HGPT (2022)

4.5.6 Forestación con pinos

La forestación con pinos realizados en los páramos de Llangahua ha afectado la cobertura vegetal, los sitios donde se realizó esta actividad (Tabla 12) estaba cubierto por pajonales y rebrotes de arbustos propios de la zona de páramo.

Con el desarrollo de los pinos, estas especies fueron desapareciendo y quedando completamente secos los suelos por la gran cantidad de agua que demanda el pino para poder crecer (Figura 29).

Esta plantación, se estableció en el año de 1990 en una superficie de páramo de 27 ha en los páramos del sector de Escaleras (García, 2019; Morales, 2021).

Tabla 12: FORESTACIÓN CON PINOS DENTRO DE LA ZONA DE ESTUDIO

Bosques Exóticos	Área	Sector
Páramo de Llangahua	2	Escaleras
	2	
	20	Banderillas
	1	
	2	
Total		27 ha

Nota: Elaboración propia a partir de datos tomados de HGPT (2018, 2019, 2020, 2021 y 2022)

Es importante mencionar que las familias de Llangahua luego de procesos largos de capacitación y observando directamente en bosques de pinos establecidos como han sido afectadas las fuentes de agua decidieron y plasmaron en un reglamento que no está permitido plantar ni una sola planta de pino en los páramos (HGPT, 2022).



Figura 29: Forestación con pinos en el páramo

Foto: Tomado de HGPT (2019)

4.6 Discusión

A lo largo de los Andes ecuatorianos existe un cambio en las precipitaciones y, por ende, también en los páramos. Sin embargo, debido a la falta de registros históricos de precipitaciones, es muy difícil comprobarlo.

Incluso si hay un cambio en la precipitación dentro de los páramos, hay otro efecto del cambio climático global que ciertamente tendrá un impacto mucho mayor en la hidrología de los páramos, y es una disminución en el área de los propios páramos, debido al pastoreo, la quema y la siembra de flora no acorde a las características propias del páramo.

Los suelos andisoles encargados de regular las fuentes hídricas, dependen de las temperaturas bajas para sobrevivir. Si la temperatura sube la descomposición de la materia orgánica aumenta y los suelos pierden su capacidad de regulación.

Aunque los estudios que documentan los efectos de la quema y el pastoreo en la vegetación de los páramos son escasos, han demostrado que la recuperación de los

páramos es un proceso bastante lento debido a su estructura y composición, cambiando significativamente la parte de la comunidad de flora y fauna.

Varios factores han permitido a que se reduzca la presión sobre el páramo entre los que mencionamos:

- Adecuación de la infraestructura de riego en la comunidad de Llangahua, ya que hace muchos años no se hacía uso de los canales y estaban abandonados. En esta propuesta presentada al Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua se priorizó la readecuación de los sistemas, esto permitió a que se mejoren los pastos y cultivos en esos entonces establecidos.
- La capacitación brindada a las familias permitió a que hagan un buen manejo de sus potreros, mejorando también la producción de leche que va directamente relacionada con la mejora del ingreso económico.
- La implementación de 593 ha de pastos con semillas mejoradas, también apoya a la reducción de la intervención.
- El cambio de ganado bravo por ganado manso, permitió que los animales puedan estar muy cerca a la casa y no estén todo el tiempo afectando los ecosistemas de altura.
- El implementar un proyecto de turismo comunitario aprovechando la belleza paisajística existente en los páramos de Llangahua también ha permitido que los dueños vean como una nueva fuente de ingreso económico para las familias campesinas y sin destruir los recursos naturales existentes.

La salud del páramo de Llangahua va mejorando paulatinamente bajando la carga animal de 3150 bovinos a 410, esto significa una ganancia para mejorar la retención de agua y recuperar flora y fauna.

CAPÍTULO V

5.1 Conclusiones

- Se evaluó el efecto del cambio climático a través de diferentes condiciones entre las que se destacan; la carga animal del páramo, el pastoreo y la siembra de flora no propia del páramo de Llangahua.
- Se determinó la salud del páramo a través de la presencia de animales, sin embargo ya constan decisiones encaminadas a retirar definitivamente el pastoreo de las zonas altas. Con la eliminación completa del pastoreo, se acelerará aún más recuperación definitiva de la biodiversidad.
- La cantidad y calidad del agua para consumo humano en la zona de estudio, son factores indispensables para el desarrollo sustentable de las familias campesinas que se encuentran directamente relacionadas con el páramo de Llangahua y poblaciones que se encuentran aguas debajo de la zona de estudio.
- Las precipitaciones almacenadas en los páramos de Llangahua representan una opción muy importante para abastecer con este importante recurso a miles de habitantes que actualmente no cuentan con acceso al agua potable.
- El estado de conservación del páramo, se partía de una crisis, alcanzando un 10% de fuerte erosión y un proceso de sobre pastoreo permanente en el páramo con una carga animal de 0.42 bov/Ha lo cual ponía en peligro 300,22 ha de humedales.
- La frontera agrícola, luego de varias elevaciones de la línea del páramo para establecer nuevas aéreas de cultivo, alcanzó los 3.680 msnm, lo cual sumado a siembra de 44 ha de pinos y la tala de bosque nativo para leña y madera de alrededor de 20 m³ / semana, pusieron en peligro las fuentes de agua y la capacidad de captación del páramo.
- Se constató una quema entre 50 – 70 ha de páramo por año para cazar, siendo ésta y la pesca, las actividades que se desarrollaban de forma indiscriminada y que afectan de manera negativa la salud del ecosistema de Llangahua.

- Se destinó 6588 ha (50 % del total de las tierras privada) a la protección ambiental.
- Se puso en práctica la normativa interna para la conservación de los páramos, la misma que fue elaborada de manera participativa entre hombres y mujeres de la Asociación Llangahua.
- El proyecto que ejecuta el HGPT ha hecho esfuerzos importantes teniendo como eje lograr condiciones para bajar la carga animal del páramo y brindar alternativas productivas a las familiares campesinas. Sin embargo, esto no resuelve el hecho de que es preciso generar mayores oportunidades de empleo en la zona para evitar la desestructuración de las familias y de la comunidad que provoca la migración. Para ello, es necesario conocer cuanta fuerza de trabajo realmente absorbe actualmente la producción agropecuaria y qué peso tiene en las economías familiares en relación a la renta no agrícola.
- La potenciación del proyecto de turismo dentro del páramo de Llangahua es una respuesta adecuada a lo que se expresa como necesidad de brindar oportunidades de empleo con el uso sostenible de los recursos ambientales de la zona, para lo cual es necesario avanzar en complementar la infraestructura y equipamiento básico del Centro de Turismo Comunitario de Llangahua.

5.2 Recomendaciones

- Priorizar acciones de recuperación de los páramos en las unidades hídricas de Punibata y Chiniloma que son las mayormente afectadas por pastoreo y quemas.
- Continuar con el proceso de educación ambiental en los establecimientos educativos de Loma Gorda, Escaleras y El Salado con el fin de que los niños sean los gestores de mayores compromisos por la conservación de los páramos.
- Realizar periódicamente el seguimiento al cumplimiento del reglamento interno para el cuidado de los páramos y demás recursos naturales.
- Potencializar la producción agropecuaria en la zona de amortiguamiento con el fin de reducir la presión sobre los páramos.

- Es urgente prevenir y combatir las enfermedades gastrointestinales provocadas por la mala calidad del agua que afectan cada año a principalmente a los niños menores de 5 años.

5.3 Bibliografía

- Andrango, D. (2018). *Determinación de la variabilidad climática mediante la aplicación de índices de cambio climático en el centro norte de la región interandina en el Ecuador* (Bachelor's thesis, Quito, 2018.). <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19388/1/CD-8773.pdf>
- Arcos J., Erazo, N., y Quishpe E. (2022). *Caracterización de Suelos Asociados a la Rizosfera de Mortiño (*Vaccinium Floribundum* Kunth) en los Páramos de Ganquis y Cubillín de la Provincia de Chimborazo*. *Dominio de las Ciencias*, 8(1), 482-502.
<https://www.dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/download/2505/5588>
- Bautista, R., Maner, J., y Chaverra, H. (2018). *Evaluación de pastos nativos de los páramos bajo cuatro sistemas de pastoreo con ovejas*.
- Corona, M. (2018). El conocimiento, la percepción y disponibilidad para afrontar el cambio climático en una población emergente, los migrantes de retorno. *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 28(52). <https://doi.org/10.24836/es.v28i52.578>
- García, M. (2019). *Estudio comparativo entre vegetación de páramo conservado e intervenido por plantación de pino, Cotopaxi-Ecuador* (Bachelor's thesis, Quito: UCE). <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/19328/1/T-UCE-0016-CBI-025.PDF>
- Guarin, F., Gallegos, D., y Gentry, R. (2022). *Estado de conservación de las especies de plantas angiospermas de los páramos de Antioquia*. *Acta Biológica Colombiana*, 27(2).
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/89521/82161>
- Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua (2014). *Plan de Riego Provincial 2014 – 2029* (pp. 1-284).
- Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua (2018). *Informes Mensuales del Equipo Técnico de IEDECA responsable del Proyecto Llangahua*.

- Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua (2019). *Informes Mensuales del Equipo Técnico de los Planes de Manejo de Páramos responsable del Proyecto Llangahua.*
- Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua (2019). *Informe anual compilado del Equipo Técnico de los Planes de Manejo de Páramos responsable del Proyecto Llangahua.*
- Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua (2020). *Informes Mensuales del Equipo Técnico de los Planes de Manejo de Páramos responsable del Proyecto Llangahua.*
- Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua (2021). *Informes Mensuales del Equipo Técnico de los Planes de Manejo de Páramos responsable del Proyecto Llangahua.*
- Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua (2022). *Informes anuales durante el periodo 2013 – 2021 por parte del Equipo Técnico de IEDECA y de los técnicos de los Planes de Manejo de Páramos responsable del Proyecto Llangahua.*
- Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua (2022). *Información Meteorológica de la red de Monitoreo Hidrometeorológico de Tungurahua durante el periodo 2013 – 2021.*
- Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua (2022). *Información Cartográfica de la Base de datos de la Dirección de Recursos Hídricos y Conservación Ambiental durante el periodo 2013 – 2021.*
- Ilbay M. (2019). *Tendencia espacio-temporal de la Precipitación, su agresividad y concentración en la región Interandina del Ecuador.* Lima – Perú. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4142/ilbay-yupa-mercy-lucila.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Jadán, O., Cedillo, H., Pillacela, P., Guallpa, D., Gordillo, A., Zea, P., y Vaca, C. (2019). *Regeneración de árboles en ecosistemas naturales y plantaciones de Pinus patula (Pinaceae) dentro de un gradiente altitudinal andino (Azúay, Ecuador).* Revista de Biología Tropical, 67(1), 182-195. <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v67i1.32940>

- Landa, M., y Tituaña, E. (2020). *Estado de salud del ecosistema Páramo del Área de Conservación del GAD Parroquial San Fernando, dentro del Proyecto Plan de Manejo de Páramos 2018–2022, Tungurahua-Ecuador (Bachelor's thesis, Universidad Estatal Amazónica).*
- Morales, M. (2021). *Efectos del tipo de restauración en la riqueza y cobertura vegetal de tres estados de conservación en los páramos de Cotopaxi y Antisana (Bachelor's thesis, Quito: UCE).*
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/24857/1/FCBCBMORALES%20MIKAELA.pdf>
- Morocho, C y Chuncho, G. (2019). *Páramos del Ecuador, importancia y afectaciones: Una revisión. Bosques Latitud Cero, 9(2), 71-83.*
https://www.researchgate.net/profile/Guillermo-Chuncho-2/publication/344180955_Paramos_del_Ecuador_importancia_y_afectaciones_Una_revision/links/5f599caaa6fdcc11640482c4/Paramos-del-Ecuador-importancia-y-afectaciones-Una-revision.pdf
- Parco, P. (2021). *Los páramos del Cantón Colta sensibles al cambio climático como estrategia didáctica del aprendizaje de Biodiversidad del Ecuador flora fauna especies en peligro de extinción; con los estudiantes de sexto semestre de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Química y Biología, periodo mayo-septiembre 2021 (Bachelor's thesis, Riobamba).*
<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/8470/1/UNACH-EC-FCEHT TG-E.BQYLAB-2021-000021.pdf>
- Paredes, M., y Sánchez, D. (2020). *Propuesta de un Plan de Restauración en Áreas afectadas por Incendios de Origen Antrópico en Los Páramos del Parque Nacional Llanganates del Cantón Tungurahua (Bachelor's thesis, Universidad Estatal Amazónica).*
<https://repositorio.uea.edu.ec/xmlui/handle/123456789/842?locale=attribute=en>

- Reinoso, D. (2020). *Influencia de la cobertura vegetal y relieve sobre el almacenamiento de carbono en el suelo del ecosistema páramo (Master's thesis)*. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31454/1/011%20Tesis%20maestr%C3%ADas%20Cambio%20Clim%C3%A1tico%20-%20Reinoso%20Daniel.pdf>
- Rosero, M., Tapie, W., y Rosero, D. (2020). *Diversidad fenotípica de papas nativas en las comunidades indígenas de la etnia de los Pastos (Nariño, Colombia): Agricultura ecológica para la seguridad alimentaria y el desarrollo rural*. *Revista peruana de biología*, 27(4), 509-516. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rpb/v27n4/1727-9933-rpb-27-04-509.pdf>
- Zurdo, J., Baonza, J., y Traba, J. (2021). *New insights on plant communities and flora of the southern paramos of the Iberian Range (Spain)*. *Phytocoenologia*. <https://content5.schweizerbart.de//download/XKwsZKUYILCKoxLgEmf2Y7ITGqmYXf>

5.4 Anexos



Figura 30: Salida técnica a la zona de estudio

Nota: Foto autor



Figura 31: Medición de caudal en la unidad hídrica de la zona de estudio

Nota: Foto autor



Figura 32: Siembra de plantas nativas de la zona de estudio

Nota: Foto autor