



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

## ESCUELA DE POSGRADO

### MAESTRÍA EN DESARROLLO RURAL



#### TESIS

### IDENTIFICACIÓN DE ZONAS VULNERABLES FISICA Y GEOMORFOLÓGICA DE LA UNIDAD HIDROLÓGICA JAYLLIHUAYA - PUNO

#### PRESENTADA POR:

**VICTOR CIPRIANO FLORES FLORES**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:**

**MAGISTER SCIENTIAE EN ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y MEDIO  
AMBIENTE**

**PUNO, PERÚ**

**2021**

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**IDENTIFICACIÓN DE ZONAS VULNERABLES FISICA Y GEOMORFOLÓGICA DE LA UNIDAD HIDROLÓGICA JAYLLIHUAYA - PUNO**

AUTOR

**VICTOR CIPRIANO FLORES FLORES**

RECuento DE PALABRAS

**17946 Words**

RECuento DE CARACTERES

**90449 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**128 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**5.7MB**

FECHA DE ENTREGA

**Oct 13, 2023 3:30 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Oct 13, 2023 3:32 PM GMT-5**

● **20% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 18% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 12% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)



M. Sc. Luis Alberto Mazoni Huancu  
ASESOR



Resumen

# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

## ESCUELA DE POSGRADO

### MAESTRÍA EN DESARROLLO RURAL

#### TESIS

### IDENTIFICACIÓN DE ZONAS VULNERABLES FISICA Y GEOMORFOLÓGICA DE LA UNIDAD HIDROLÓGICA JAYLLIHUAYA - PUNO



#### PRESENTADA POR:

**VICTOR CIPRIANO FLORES FLORES**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:**

**MAGISTER SCIENTIAE EN ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y MEDIO  
AMBIENTE**

APROBADA POR EL JURADO SIGUIENTE:

**PRESIDENTE**

 Firmado digitalmente por CANAZA  
CAYO Ali William FAU 20145496170  
soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 20.10.2023 20:01:25 -05:00  
.....  
Dr. ALI WILLIAM CANAZA CAYO

**PRIMER MIEMBRO**

 Firmado digitalmente por  
VELASQUEZ SAGUA Hector Luciano  
FAU 20145496170 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 23.10.2023 10:40:27 -06:00  
.....  
Mg. HECTOR LUCIANO VELASQUEZ SAGUA

**SEGUNDO MIEMBRO**

 Firmado digitalmente por GONZALES  
DIABUNO Hector Pablo FAU  
20145496170 hard  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 23.10.2023 07:47:43 -05:00  
.....  
M.Sc. HECTOR PABLO GONZALES DIABUNO

**ASESOR DE TESIS**

 Firmado digitalmente por MAMANI  
HUANCA Luis Alberto FAU  
20145496170 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 22.10.2023 10:56:02 -05:00  
.....  
M.Sc. LUIS ALBERTO MAMANI HUANCA

Puno, 12 de noviembre de 2021

**ÁREA:** Gestión de Recursos Naturales  
**TEMA:** Zonas vulnerables física y geomorfológicas  
**LÍNEA:** Manejo Sustentable de Recursos Naturales



## DEDICATORIA

A Dios – por mantenerme con vida

por darme la sabiduría para afrontar

los obstáculos de la vida.

A mis padres – por ser mi principal apoyo,

que me enseñaron la perseverancia y

luchar para alcanzar los sueños.

A mis hijos Elmer José y Ximena Eunice – La luz de mis ojos.

A mis familiares y amigos – por su apoyo y creer en mí.



## AGRADECIMIENTOS

Siempre me han inculcado que la vida tiene sorpresas. Cuánta razón tenían esas personas que han podido compartir conmigo. Esta especialización es un regalo que la vida me puso en el camino, las enseñanzas impartidas de los docentes, el aprendizaje obtenido no tiene como compararse con ninguna felicidad que se pueda tener en el mundo de la academia.

Agradecer a la Universidad de Nacional del Altiplano – Puno por abrirme sus puertas para seguir creciendo como persona y como profesional.

Quiero agradecer a mis jurados y asesor, sin duda no estaba equivocado. Gracias por compartir sus conocimientos.

Dr. Ali Canaza Cayo, Presidente de Jurado de Tesis de Grado.

Mg. Héctor Luciano Velásquez Sagua, Primer miembro de Jurado de Tesis de Grado.

MSc. Héctor Pablo Gonzales Diabuno, Segundo miembro de Jurado de Tesis de Grado.

MSc. Luis Alberto Mamani Huanca, Asesor de Tesis de Grado.

Agradecer a mis colegas: MSc, Sergio Isidro Quispe, Ing, Arturo Joels Ventura Mamani y al Ing, Víctor Raúl Banegas Layme.

Agradecer a mi padre Jorge y mi madre Julia que siempre han estado conmigo y saben los esfuerzos que se necesitan para cumplir los sueños.

Agradecer a mis hermanas; Ana, Flora y Leslie.

Agradecer a mi esposa Olga, que es mi más grande motivación.

A mis grandes amigos, Ingeniero Samuel Machaca, Ingeniero Mauricio, Bachiller Rogelio Ramos Sardón, los que me han apoyado en todos los momentos. Gracias.



## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUCCIÓN	1

### CAPÍTULO I

#### REVISIÓN DE LITERATURA

1.1. Marco teórico	3
1.1.1. Cuenca hidrográfica	3
1.1.2. La cuenca como sistema	5
1.1.3. Clasificación de cuencas	6
1.1.3.1. Subcuencas	6
1.1.3.2. Microcuencas	6
1.1.3.3. Intercuenca	6
1.1.4. Morfometría de una cuenca hidrográfica	6
1.1.5. Características morfométricas de una cuenca	7
1.1.6. Parámetros físicos de una cuenca	8
1.1.6.1. Área de drenaje de la cuenca Km <sup>2</sup>	8
1.1.6.2. Perímetro (P)	8
	iii



1.1.6.3. Longitud de la cuenca (L)	8
1.1.6.4. Pendiente media de la cuenca (J)	8
1.1.6.5. Factor de Forma de Horton (Kf)	9
1.1.6.6. Coeficiente de compacidad o de Gravelius (Kc)	10
1.1.6.7. Coeficiente de variación CV	11
1.1.6.8. La superficie o área	11
1.1.6.9. Estructura	12
1.1.6.10. Los procesos aluviales	12
1.1.6.11. Procesos morfológicos	12
1.1.7. Cartografía y sistemas de información geográfica	13
1.1.8. Análisis de los factores de la vulnerabilidad exposición	13
1.1.8.1. La Exposición	13
1.1.8.2. Fragilidad	14
1.1.8.3. Resiliencia	14
1.1.9. Susceptibilidad	14
1.1.10. Factores condicionantes	15
1.1.11. Factores desencadenantes.	16
1.1.12. Modelos paramétricos basados en índices de vulnerabilidad por inundación	16
1.1.13. Vulnerabilidad	17
1.1.14. Parámetros de evaluación de inundaciones	17
1.2. Antecedentes	18
1.2.1. Antecedentes internacionales	18
1.2.2. Antecedentes nacionales	22
1.2.3. Antecedentes locales	26





## CAPÍTULO II

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Identificación del problema	29
2.2. Enunciados del problema	29
2.3. Justificación	29
2.4. Objetivos	30
2.4.1. Objetivo general	30
2.4.2. Objetivo específico	30
2.5. Hipótesis	30
2.5.1. Hipótesis general	30
2.5.2. Hipótesis específicas	31

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de estudio	32
3.2. Población	32
3.3. Muestra	32
3.4. Método de investigación	33
3.5. Descripción detallada de métodos por objetivos específicos	33

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados de investigación	34
4.2. Discusión	71
CONCLUSIONES	73
RECOMENDACIONES	75
BIBLIOGRAFÍA	76







## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
1. Clasificación de rango de los terrenos según su pendiente	9
2. Intervalos del Factor de forma de Horton	10
3. Clasificación de áreas	12
4. Parámetros físicos de una cuenca	34
5. Sistema de drenaje	35
6. Matriz de Comparación de pares del Parámetro de evaluación de tiempo de retorno	35
7. Matriz de Normalización de pares del Parámetro de evaluación de precipitación	35
8. Matriz de Relación de Consistencia del Parámetro de Evaluación	36
9. Matriz de Comparación de pares del parámetro de Precipitación	37
10. Matriz de Normalización de pares del parámetro de Precipitación	37
11. Matriz de Relación de Consistencia de Precipitación	38
12. Factores condicionantes	39
13. Matriz de Comparación de pares del parámetro de factores condicionantes	39
14. Matriz de Normalización de pares de los factores condicionantes	39
15. Matriz de Relación de Consistencia pares de los factores condicionantes	40
16. Deposito cuaternarios	41
17. Matriz de Comparación de pares del parámetro Geología	41
18. Matriz de Normalización de pares del parámetro Geología	41
19. Matriz de Relación de Consistencia de Geología	42
20. Matriz de Comparación de pares del parámetro Pendiente	43
21. Matriz de Normalización de pares del parámetro Pendiente	43
22. Matriz de Relación de Consistencia de pares del parámetro Pendiente	44
	iii



23. Factor condicionante – geomorfología	45
24. Matriz de Comparación de pares del parámetro Geomorfología	45
25. Matriz de Normalización de pares del parámetro Geomorfología	46
26. Matriz de Relación de Consistencia de pares del parámetro Geomorfología	46
27. Análisis de varianza del área de muestreo según el nivel de peligro	48
28. Prueba de comparación múltiple de medias de Tukey para el área de muestreo según el nivel de peligro	49
29. Análisis de varianza del área de muestreo según el grado de pendiente	49
30. Prueba de comparación múltiple de medias de Tukey para el área de muestreo según el grado de pendiente	49
31. Análisis de varianza del área de muestreo según el nivel de riesgo	50
32. Prueba de comparación múltiple de medias de Tukey para el área de muestreo según el nivel de riesgo	50
33. Análisis de varianza del área de muestreo según el nivel de vulnerabilidad	50
34. Prueba de comparación múltiple de medias de Tukey para el área de muestreo según el nivel de riesgo	51



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Implicaciones de la cuenca como sistema	5
Exposición	13
Resiliencia	14
Factores condicionantes	15
Factores desencadenantes del peligro	16
Parámetros de evaluación	18
Resumen	47
Matriz de peligro	48
Ubicación de la microcuenca de Jayllihuaya	52
Plano de precipitacion año 1984	53
Plano de precipitación año 1985	54
Plano de precipitación año 1986	55
Plano de precipitacion año 1990	56
Plano de precipitacion año 1995	57
Plano de precipitacion año 2000	58
Plano de precipitacion año 2005	59
Plano de precipitación año 2010	60
plano precipitación año 2015	61
Plano de precipitación año 2020	62
Plano geológico	63
Mapa geomorfológico	64
Plano Fisiográfico	65
	v



plano de pendientes	66
Plano de Peligro	67
Plano de riegos	68
Plano de vulnerabilidad	69
Plano de nivel friático	70



## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
1. PP cuenca	83
2. Planos	85
3. Eras geológicas	88

## RESUMEN

La presente investigación determina las características físicas y geomorfológicas de la unidad hidrográfica de Jayllihuaya, se inicia con el delimitación del área de estudio para la determinación de los parámetros morfométricas y la caracterización física y geomorfológica con el objetivo de identificar, evaluar y generar una base de datos de información cartográfica del área de estudio, utilizando los sistemas de información geográfica como una herramienta de análisis de aplicabilidad de métodos, técnicas y como resultado se obtuvo mapas temáticas, esta información contribuye a la toma de decisiones. En la metodología se realizó una revisión bibliográfica, información geoespacial por lo que fue necesario recurrir a software de libre (QGIS) para el procesamiento de la cartografía temática. Así mismo se realizó muestreo in situ (área urbana) 10 calicatas, se utilizaron imágenes satelitales Lansat 5, 7 y 8 con los cuales se procesó la información cartográfica para representar, analizar, entender y modelar mediante los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Las características físicas de la microcuenca se determinaron mediante estudios cuantitativos, el área de estudio tiene 15.24 km<sup>2</sup>, su altitud media de la cuenca 4042.80 y su longitud del río principal es 6.09km. Los resultados de parámetros utilizados en un ámbito geográfico como geología, geomorfología, meteorología, hidrología e hidrografía, dependen del nivel de detalle que mostraron el procesamiento geoespacial para la determinación de las áreas vulnerables, que dependen de los factores condicionantes y desencadenante.

**Palabras clave:** Geomorfología, inundación, microcuenca, morfometría, vulnerabilidad.





## ABSTRACT

This research determines the physical and geomorphological characteristics of Jayllihuaya hydrographic unit. It begins with the delimitation of the study area for the determination of the morphometric parameters and the physical and geomorphological characterization in order to identify, evaluate, and generate a cartographic information database for the study area, applying geographic information systems as an analysis tool for the applicability of methods and techniques. As a result, thematic maps were obtained, and all this information contributes to decision-making. In the methodology, a bibliographic and geospatial information review was carried out, for which it was necessary to resort to free software (QGIS) for the processing of thematic cartography, Also, 10 soil pits were sampled on-site (urban area), and satellite images Lansat 5, 7 and 8 were used with which cartographic information was processed to represent, analyze understand, and model through Geographic Information Systems (GIS). The physical characteristics of the microbasin were determined through quantitative studies. The study area has a total area of 15.24 km<sup>2</sup>, its mean altitude is 4042.80 and the length of the main river is 6.09km. The results of parameters employed in a geographical area, such as geology, geomorphology, meteorology, hydrology, and hydrography, are conditional on the level of detail shown by the geospatial processing for the determination of vulnerable areas, which depend on the conditioning factors and triggering.

**Keywords:** Flood, geomorphology, morphometry, vulnerability, watershed.

## INTRODUCCIÓN

Desde una perspectiva fisiográfica, la configuración geográfica de una unidad hidrográfica es el resultado de un proceso dinámico generado por la erosión causada tanto por el agua como por el viento, lo cual conduce a la formación de superficies y al desarrollo del relieve, que está sujeto a constantes cambios. Esto guarda una estrecha y necesaria relación con el entorno geográfico y su influencia en la vida humana. Esta interacción es particularmente notoria y significativa en el Centro Poblado de Jayllihuaya y sus alrededores, donde las actividades económicas se ven fuertemente influenciadas por las características geomorfológicas del lugar.

La exposición a riesgos se produce debido a una relación inapropiada con el entorno, que puede ser consecuencia de un aumento demográfico sin planificación, una migración caótica, la urbanización sin una gestión adecuada del territorio y políticas de desarrollo económico insostenibles, como se menciona en el *Manual Para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales - CENEPRED*. La microcuenca de Jayllihuaya representa un área con un gran potencial geográfico que ha permitido la creación de mapas de zonificación, los cuales serán de gran utilidad para la planificación del territorio y la gestión adecuada de los espacios geográficos.

La vulnerabilidad física y geomorfológica de la microcuenca de Jayllihuaya son factores determinantes para evaluar los riesgos y amenazas que enfrentan las áreas ocupadas y habitadas en esta región. Estas áreas son propensas a sufrir daños debido a la alta probabilidad de inundaciones y licuefacción. Esto destaca la importancia de considerar los resultados obtenidos en la planificación futura, especialmente en lo que respecta a los cambios en el uso del suelo, ya que estos contribuyen al aumento constante de la vulnerabilidad de la población frente a una amplia variedad de eventos naturales.

El aumento en la expansión urbana en la ciudad de Puno ha experimentado un ritmo rápido. Esto se debe a un crecimiento demográfico no planificado, la migración desorganizada, la ocupación de áreas propensas a inundaciones que se llenan de escombros, y la construcción de viviendas sin una supervisión técnica adecuada.

Este crecimiento poblacional, los procesos de urbanización, los patrones de ocupación del territorio, el empobrecimiento de segmentos importantes de la población, la falta de



sistemas organizativos adecuados y la presión sobre los recursos naturales son factores que contribuyen a la situación, como se menciona en el Manual Para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales del CENEPRED (2014).

El objetivo de la investigación fue identificar las áreas vulnerables en la unidad hidrográfica de Jayllihuaya que están expuestas a riesgos, así como evaluar su capacidad de resiliencia y su fragilidad. Las áreas que se inundan rápidamente en caso de inundación se consideran las más susceptibles al agua. La zonificación de estas áreas vulnerables se basó en varios indicadores, como la geología, la geomorfología, la estructura estratigráfica, la pendiente, el índice de agua y el tiempo de retorno. En síntesis, esta investigación se centra en la interacción entre la morfología de una unidad hidrográfica y la exposición a riesgos naturales, particularmente en el Centro Poblado de Jayllihuaya y sus alrededores. Se utilizó una metodología detallada para identificar áreas vulnerables y se generaron mapas de zonificación que son esenciales para una adecuada planificación territorial y el uso responsable de los espacios geográficos.

## CAPÍTULO I

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 1.1. Marco teórico

##### 1.1.1. Cuenca hidrográfica

Una cuenca hidrográfica se define como una región geográfica que comprende tanto las aguas superficiales como las subterráneas que drenan hacia una red de corrientes naturales, que puede estar compuesta por una o varias corrientes de agua con flujos constantes o intermitentes (Cabrera, 2023). Esta red de corrientes finalmente confluye en un curso de agua más grande, que a su vez puede desembocar en un río principal, en un cuerpo de agua natural, en un embalse o directamente en el océano (García, 2022).

El concepto de cuenca hidrográfica se basa en la idea de una región geográfica claramente definida, donde los límites están marcados por las direcciones de los cursos de agua presentes en esa área (Hernández-Uribe et al., 2017). Esta delimitación geográfica permite identificar y separar una porción específica de la tierra que recoge y dirige las aguas que fluyen sobre ella y bajo ella. La superficie de una cuenca hidrográfica se encuentra demarcada por lo que se conoce como el "parteaguas" (Ramos et al., 2016). En términos de Bain et al. (2016), es el punto de separación donde la precipitación (ya sea en forma de lluvia o nieve) cae sobre la tierra y, dependiendo de su ubicación con respecto al parteaguas, fluirá hacia uno de los lados de este.

Se puede definir una cuenca hidrográfica como un territorio que está claramente delimitada por lo que se denomina "divisorias de aguas". Estas divisorias son, en su mayoría, las crestas de colinas o montañas que rodean el terreno circundante, incluyendo las regiones que abarcan los componentes coluviales y aluviales. Estos últimos hacen referencia a las escaleras inferiores de estas elevaciones (Muñoz et al., 2021). La formación de estas cuencas es el resultado de procesos geomorfológicos, que incluyen una serie de factores y fenómenos naturales (Ramos et al., 2016; Reyes et al., 2014). Uno de los factores clave en la delimitación de una cuenca es la geología local, que determina la disposición de las rocas y la permeabilidad del sustrato, influyendo en cómo el agua se infiltra o fluye en la superficie. Además, las modificaciones en la topografía del terreno también son esenciales en la formación de cuencas hidrográficas (Olivera et al., 2022). Estas modificaciones pueden ser causadas por procesos fluviales, como la erosión y sedimentación, así como por procesos tectónicos, como el levantamiento o hundimiento de la corteza terrestre.

La interpretación y el análisis de las cuencas hidrográficas se realizan compuestos a través de mapas cartográficos y fotografías aéreas mediante un enfoque conocido como análisis fisiográfico (Beguería et al., 2022). Este proceso implica el estudio de la forma y el relieve del terreno, así como la identificación de las características geológicas y geomorfológicas que definen la cuenca. Además, se tienen en cuenta las características climáticas, como las pautas de precipitación y la temperatura, ya que también influyen en cómo se acumula y fluye el agua en la cuenca. Según la cual una cuenca es un espacio geográfico cuyos aportes son alimentados exclusivamente por las precipitaciones y cuyos excedentes en agua o en materias sólidas transportadas por el agua, forman en un punto espacial una desembocadura (Llamas , 1993).

### 1.1.2. La cuenca como sistema

El enfoque sistémico implica que la cuenca es un conjunto completo, que es funcionalmente indivisible e interdependiente, donde los subsistemas sociales, culturales, económicos, políticos, biológicos y físicos interactúan entre sí en un contexto temporal y espacial (Ramos et al., 2016). También implica la interacción e interconexión entre la parte alta, media, baja, o costera-marina de la cuenca, la opción de manejo y gestión basada en el análisis participativo de los problemas, sus causas y consecuencias, así como el aprovechamiento racional de sus potencialidades y el reconocimiento del agua como recurso integrador (Jiménez , 2005).

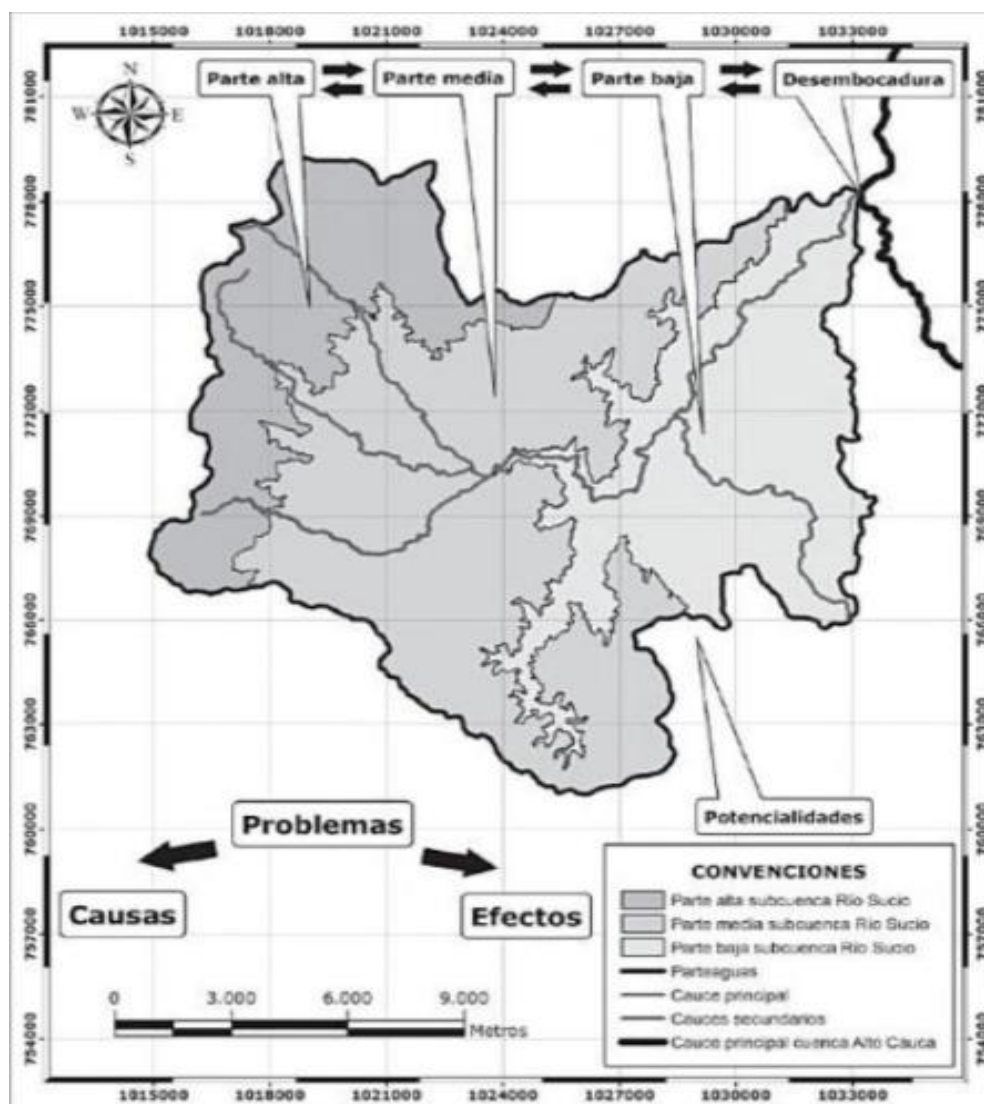


Figura 1. Implicaciones de la cuenca como sistema

Fuente: (Jiménez , 2005).

### **1.1.3. Clasificación de cuencas**

#### **1.1.3.1. Subcuencas**

Es toda área que drena sus aguas hacia el cauce principal de una cuenca. También definida como una subdivisión de una cuenca hidrográfica, que a su vez está conformado por un grupo de microcuencas (UICN, 2009).

#### **1.1.3.2. Microcuencas**

“Las microcuencas son unidades pequeñas y a su vez son áreas donde se originan quebradas y riachuelos que drenen de las laderas y pendientes altas. Las microcuencas constituyen las unidades adecuadas para la planificación de acciones encaminadas a su manejo (Duarte, 2015).

#### **1.1.3.3. Intercuenca**

Es un área que recibe drenaje de otra unidad aguas arriba, exclusivamente, del curso del río considerado como el principal, y permite el paso de este hacia la unidad de drenaje contigua hacia aguas abajo. En otras palabras, una intercuenca, es una unidad de drenaje de tránsito del río principal (ANA, 2012).

### **1.1.4. Morfometría de una cuenca hidrográfica**

Las propiedades físicas inherentes a una cuenca hidrográfica están intrínsecamente relacionadas con el comportamiento de los caudales que fluyen a través de ella (Rossello et al., 2022). Los parámetros morfométricos de una cuenca constituyen un conjunto de evaluaciones que generalmente se llevan a cabo al inicio de un estudio hidrológico, con el propósito de utilizar o controlar los recursos hídricos (Morales-Muñoz, 2022).

El análisis morfométrico implica el examen de una serie de variables que abarcan aspectos lineales, de superficie, topográficos y de sistema de drenaje de una cuenca (Reyes et al., 2014). Este enfoque nos proporciona datos sobre las propiedades físicas de la cuenca en consideración, lo que, por consiguiente, simplifica la capacidad de contrastar. Asimismo, este análisis es de gran utilidad para comprender el



funcionamiento hidrológico de la cuenca y contribuir en la formulación de estrategias para su gestión efectiva (Gaspari, 2012).

### 1.1.5. Características morfométricas de una cuenca

La obra de Llamas (1993) sugiere que las características morfométricas de una cuenca son aspectos que se utilizan para describir su forma, tamaño y configuración geográfica. Estas propiedades son vitales para comprender las cuencas hidrográficas, ya que afectan el comportamiento del agua en una región. La forma de una cuenca, en particular, es crucial para entender la distribución y flujo del agua. Las cuencas pueden tener diferentes formas, que van desde cuencas alargadas y estrechas hasta cuencas más redondeadas o compactas (Picardo et al., 2022). Estos ajustes geométricos tienen un impacto en la velocidad de flujo del agua, la sedimentación acumulada y la reacción de la cuenca ante precipitaciones intensas o deshielo.

Algunas de las formas comunes de cuenca incluyen:

1. **Cuenca alargada:** Tiene una forma rectangular o alargada, con un flujo de agua principal que se desplaza a lo largo de su longitud. Este tipo de cuenca es común en áreas montañosas.
2. **Cuenca redondeada:** Presenta una forma más circular o redondeada, lo que puede resultar en un flujo de agua más uniforme y menos susceptible a la erosión en sus márgenes.
3. **Cuenca compleja:** Puede tener formas irregulares debido a la topografía o a la presencia de características geológicas particulares. Estas cuencas a menudo exhiben una variabilidad en el flujo de agua y la erosión.
4. **Cuenca dendrítica:** Su forma se asemeja a la de un árbol, con múltiples afluentes que convergen hacia un cauce principal. Este patrón es típico en regiones de terreno uniforme.

La configuración de una cuenca es solo una de varias características geométricas que se tienen en cuenta durante su estudio (Cardona, 2016). Otras características abarcan el tamaño de la cuenca, la longitud de los ríos, la inclinación del terreno y la densidad

de su red de drenaje, entre otras (Braz et al., 2020). Estos aspectos proporcionan información crucial para comprender y gestionar de manera efectiva los recursos hídricos y los riesgos asociados a inundaciones y erosión en una cuenca determinada.

### **1.1.6. Parámetros físicos de una cuenca**

Las características físicas de una cuenca tienen una relación estrecha con el comportamiento de los caudales que transitan por ella (Cardona, 2016).

Cada cuenca hidrográfica posee una configuración específica que está directamente relacionada con su comportamiento en términos hidrológicos.

#### **1.1.6.1. Área de drenaje de la cuenca Km<sup>2</sup>**

Es la proyección del área de drenaje de un sistema de escorrentía dirigido directa o indirectamente a un mismo cauce natural.

#### **1.1.6.2. Perímetro (P)**

Es la longitud de la línea divisoria de la cuenca es un parámetro importante, pues en conexión con el área nos puede decir algo sobre la forma de cuenca, se expresa normalmente en metros o kilómetros.

#### **1.1.6.3. Longitud de la cuenca (L)**

Es la longitud de una línea recta con dirección paralela al cause principal.

#### **1.1.6.4. Pendiente media de la cuenca (J)**

Es uno de los principales parámetros que caracteriza el relieve de la misma y permite hacer comparaciones entre cuencas para observar fenómenos erosivos que se manifiestan en la superficie. La fórmula, es:

$$J = 100 * \frac{(\sum Li)(E)}{A}$$

Donde:

J = Pendiente media de la cuenca (%).

$\Sigma L_i$  = Suma de las longitudes de las curvas de nivel (km).

E = Equidistancia entre curvas de desnivel (km).

A = Superficie de la cuenca (Km<sup>2</sup>).

La clasificación del rango de las pendientes se puede ver en la tabla 1

Tabla 1

*Clasificación de rango de los terrenos según su pendiente*

Pendiente media (%)	Terrenos
0 a 2	Llano
2 a 5	Suave
5 a 10	Accidentado medio
10 a 15	Accidentado
15 a 25	Frecuentemente accidentado
26 a 50	Escarpado
> 50	Muy escarpado

Fuente: (Pérez, 1979).

#### **1.1.6.5. Factor de Forma de Horton (Kf)**

La relación entre el área de una cuenca y el cuadrado de su longitud se conoce como "factor de forma" (Bailon, 2019). Este factor busca cuantificar la forma, ya sea más cuadrada o alargada, de una cuenca (Bailon, 2019). Cuando el factor de forma de una cuenca es bajo, significa que es menos propensa a inundaciones en comparación con una cuenca de igual área pero con un factor de forma alto. Principalmente, los aspectos geológicos son responsables de la topografía de una región y, por lo tanto, de la forma de las cuencas hidrográficas. Si el valor de Kf es mayor que uno, esto indica que la cuenca o el río principal tienden a ser más alargados y, en consecuencia, tienen una mayor propensión a concentrar el flujo de agua durante lluvias intensas, lo que puede resultar en crecidas significativas.

$$K_f = \frac{A}{L^2} .$$

Los intervalos de los factores de forma se pueden ver en la tabla 2.

Tabla 2

*Intervalos del Factor de forma de Horton*

<b>Factor de la forma (valores aproximados)</b>	<b>Forma de la cuenca</b>
< 0.22	Muy larga
0.22 a 0.30	Alargada
0.30 a 0.37	Ligeramente alargada
0.37 a 0.45	Ni alargada ni ensanchada
0.45 a 0.60	Ligeramente ensanchada
0.60 a 0.80	Ensanchada
0.80 a 1.20	Muy ensanchada
>1.2	Redondeado el desagüe

Fuente: (Pérez, 1979).

#### **1.1.6.6. Coeficiente de compacidad o de Gravelius (Kc)**

El coeficiente de compacidad, desarrollado por Gravelius, se emplea para evaluar la similitud de la forma de una cuenca con la de una circunferencia, cuyo círculo inscrito tenga la misma área que la cuenca en consideración. Se calcula como la relación entre el perímetro de la cuenca, que coincide con la longitud de su límite exterior o divisoria, y el perímetro de una circunferencia (Olivera et al., 2022). Este coeficiente, que es adimensional y no depende del tamaño del área analizada, siempre muestra un valor igual o mayor que uno. A medida que el coeficiente de compacidad se acerca a uno, refleja una mayor capacidad para concentrar grandes cantidades de agua de escorrentía, lo que implica que la cuenca tiene una mayor eficiencia en la acumulación de agua.

$$Co = \frac{H^2}{A}$$

H = altitud media del relieve (m)

A = área de la cuenca (m)

#### 1.1.6.7. Coeficiente de variación CV

El coeficiente de variación (CV) es una métrica que cuantifica la dispersión relativa de un conjunto de datos al analizar la relación entre la desviación estándar y la media. Al calcular el coeficiente de variación, se evalúa qué tan grande es la desviación estándar en comparación con la media. En este contexto, se empleó este concepto para evaluar el grado de dispersión entre varios coeficientes al comparar distintas cuencas.

$$CV = \frac{s}{\bar{x}}$$

s: Desviación estándar de datos

x: Media o promedio de datos

#### 1.1.6.8. La superficie o área

El tamaño de la cuenca hidrográfica es posiblemente la característica más significativa desde el punto de vista morfométrico e hidrológico. Se define como la proyección ortogonal de todas las áreas de drenaje en un sistema de flujo de agua que fluye directa o indirectamente hacia un mismo cauce natural (Rossello et al., 2022). El tamaño relativo de estas áreas hidrológicas determina, aunque no de manera inflexible, la designación de microcuenca, cuenca o sector según se especifica en una tabla de referencia.

Tabla 3

*Clasificación de áreas*

Area(Km2)	Nombre
< 5	Unidad
5-20	Sector
20-100	Microcuenca
100-300	Subcuenca
> 300	Cuenca

#### 1.1.6.9. Estructura

La estructura del suelo es la ordenación de las partículas individuales para formar unidades mayores y resulta de la tendencia que experimenta las partículas más finas de unirse formando agregados (Thompson y Troeh, 1988). Estos suelos exhiben áreas frágiles en su estructura. Esta particularidad es una de las propiedades físicas del suelo de gran relevancia en la agricultura, aunque lamentablemente es una de las menos comprendidas y, en muchas ocasiones, se ve afectada negativamente debido a la labranza, lo que resulta en la degradación del suelo.

#### 1.1.6.10. Los procesos aluviales

Los procesos aluviales son aquellos que tienen que ver con el comportamiento general de las partículas sólidas particulares o en conjunto, es decir los procesos de desprendimiento, transporte y deposición de sedimento. Estos tres procesos se analizan por sí mismo con sus propias leyes y comportamiento sin tomar en consideración las formas que originan, a diferencia de los procesos morfológicos (Ochoa, 2011).

#### 1.1.6.11. Procesos morfológicos

Son conjunto de fenómenos que aparecen como resultado de la intersección del flujo de los sedimentos de un cauce: de la erosión del lecho: del transporte y acumulación de sólidos que propician (Ochoa, 2011).

### 1.1.7. Cartografía y sistemas de información geográfica

La cartografía, como una disciplina técnica vinculada a la geografía, tiene la capacidad de mapear la distribución espacial de los recursos naturales en áreas y períodos específicos (Burgos et al., 2019). La cartografía de los recursos naturales ha estado estrechamente relacionada con los avances en tecnologías de exploración e inventario, como la percepción remota (o teledetección) y el posicionamiento global satelital (Sandoval-Díaz et al., 2023). Estas tecnologías permiten a los expertos detectar, ubicar y representar de manera eficaz y altamente precisa los recursos naturales en un sentido amplio (Cotler, 2007).

### 1.1.8. Análisis de los factores de la vulnerabilidad exposición

#### 1.1.8.1. La Exposición

La exposición se genera por una relación no apropiada con el ambiente, que se puede deber a procesos no planificados de crecimiento demográfico, a un proceso migratorio desordenado, al proceso de urbanización sin un adecuado manejo del territorio y/o a políticas de desarrollo económico no sostenibles (Auvinet et al., 2019). A mayor exposición, mayor vulnerabilidad.

Con este componente factor se analizan las unidades sociales expuestas (población, unidades productivas, líneas vitales, infraestructura u otros elementos) a los peligros identificados.



Figura 2. Exposición



### 1.1.8.2. Fragilidad

La Fragilidad, está referida a las condiciones de desventaja o debilidad relativa del ser humano y sus medios de vida frente a un peligro (Alonso, 2005). En general, está centrada en las condiciones físicas de una comunidad o sociedad y es de origen interno, por ejemplo: formas de construcción, no seguimiento de normativa vigente sobre construcción y/o materiales, entre otros. A mayor fragilidad, mayor vulnerabilidad Manual Para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naaturales (CENEPRED, 2014).

### 1.1.8.3. Resiliencia

La Resiliencia, está referida al nivel de asimilación o capacidad de recuperación del ser humano y sus medios de vida frente a la ocurrencia de un peligro (Santana-Robles et al., 2023). Está asociada a condiciones sociales y de organización de la población. A mayor resiliencia, menor vulnerabilidad Manual Para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naaturales (CENEPRED, 2014).

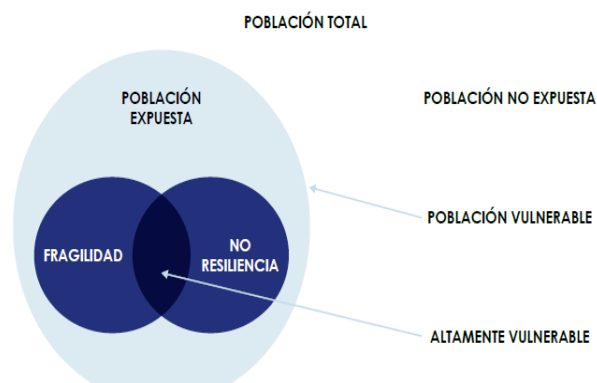


Figura 3. Resiliencia

Fuente: Manual Para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naaturales (CENEPRED, 2014).

### 1.1.9. Susceptibilidad

La susceptibilidad se refiere a la inclinación más o menos pronunciada hacia la posibilidad de que ocurra un evento en una ubicación geográfica específica, dependiendo de factores tanto condicionantes como desencadenantes del fenómeno,

y se encuentra asociado al área geográfica correspondiente (Montero, 2017). De acuerdo a este esquema, aquellas franjas de terreno que quedan rápidamente bajo las aguas de inundación corresponderían a áreas de mayor susceptibilidad hídrica, en tanto que aquellas que no resulten invadidas representarían a áreas de menor susceptibilidad hídrica Manual Para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naaturales (CENEPRED, 2014).

### 1.1.10. Factores condicionantes

Estos son atributos característicos de la región geográfica bajo estudio, los cuales pueden influir de manera positiva o negativa en el desarrollo del fenómeno natural en términos de su magnitud e intensidad, así como en su distribución espacial (Holguin & Guillemes, 2022).

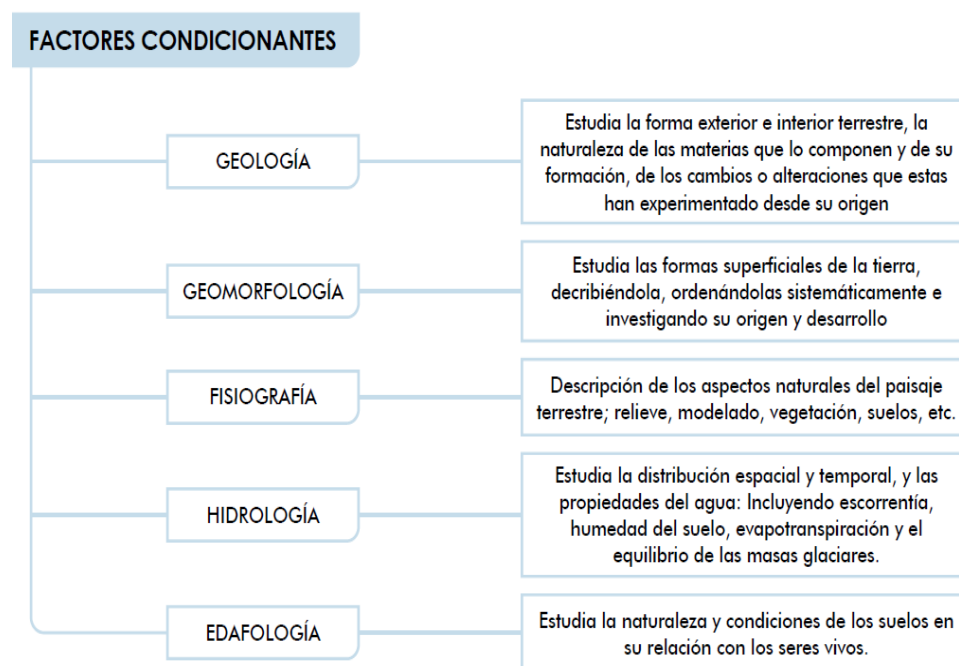


Figura 4. Factores condicionantes

Fuente: Manual Para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naaturales (CENEPRED, 2014).

### 1.1.11. Factores desencadenantes.

Estos son factores que activan eventos o situaciones relacionadas que tienen el potencial de crear riesgos en una ubicación geográfica particular (González et al., 2023). Por ejemplo, las precipitaciones pueden desencadenar tamaños de tierra o de material meteorizado, y los terremotos de gran magnitud que ocurren en el mar (locales) pueden dar lugar a tsunamis, entre otros ejemplos.

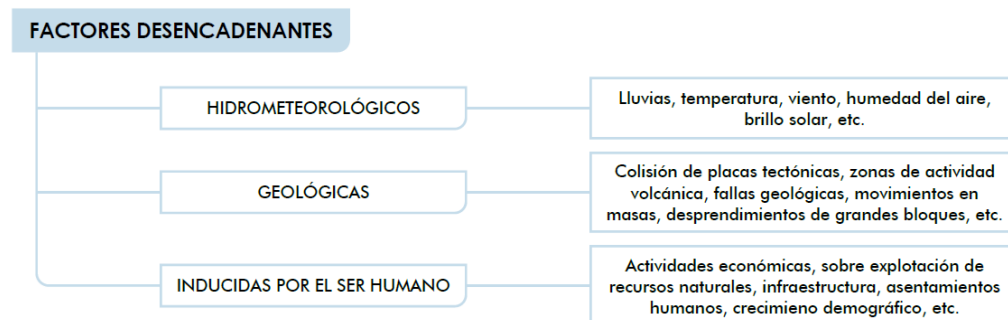


Figura 5. Factores desencadenantes del peligro

Fuente: Manual Para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales (CENEPRED, 2014).

### 1.1.12. Modelos paramétricos basados en índices de vulnerabilidad por inundación

La segunda fase del estudio implicó el desarrollo de un enfoque paramétrico para caracterizar la vulnerabilidad. Para llevar a cabo este proceso, se adoptó la metodología propuesta por (Balica, 2007), que abarca cuatro componentes generales: aspectos sociales, económicos, ambientales y físicos. Esta metodología contempla tres niveles espaciales diferentes: la cuenca, la subcuenca y el área urbana.

Dentro de cada Índice de Vulnerabilidad Funcional (FVI), se tienen en cuenta los tres conceptos fundamentales que definen la vulnerabilidad: la exposición (E), la susceptibilidad (S) y la resiliencia (Res):

### **1.1.13. Vulnerabilidad**

La susceptibilidad en la gestión de riesgos naturales y desastres se refiere a la predisposición de la población, las estructuras físicas y las actividades socioeconómicas a sufrir daños debido a la exposición a amenazas o peligros específicos (Peña, 2017). Esta definición, proporcionada por Alvarado & Paca (2022), destaca la importancia de comprender cómo diversos factores pueden aumentar o disminuir la vulnerabilidad de una comunidad o región frente a eventos adversos.

En esencia, la susceptibilidad se relaciona con cuán expuestos o vulnerables están sistemas como la población, la infraestructura y las actividades económicas ante eventos como terremotos, inundaciones, huracanes o incendios forestales (Calderón, 2018). Los peligros son los eventos o situaciones que representan un riesgo potencial, pudiendo ser de origen natural o humano, y varían en términos de frecuencia e intensidad.

La vulnerabilidad de las estructuras físicas, como edificios y carreteras, depende de factores como su diseño y capacidad para resistir peligros (Álvarez-Deulofeu et al., 2021). Por otro lado, las actividades socioeconómicas, como la agricultura o la industria, pueden verse afectadas por su ubicación geográfica y capacidad de recuperación (Quispe, 2023). Según Rumbo-Camelo & Díaz-Plaza (2023) la susceptibilidad es esencial para la toma de decisiones en la gestión de riesgos y desastres, ya que permite identificar y reducir la vulnerabilidad en poblaciones, infraestructura y actividades socioeconómicas.

### **1.1.14. Parámetros de evaluación de inundaciones**

El gráfico presenta indicadores generales que contribuyen a describir el fenómeno natural en cuestión, y la cantidad de estos indicadores utilizados en una región geográfica determinada varía en función del nivel de detalle requerido.

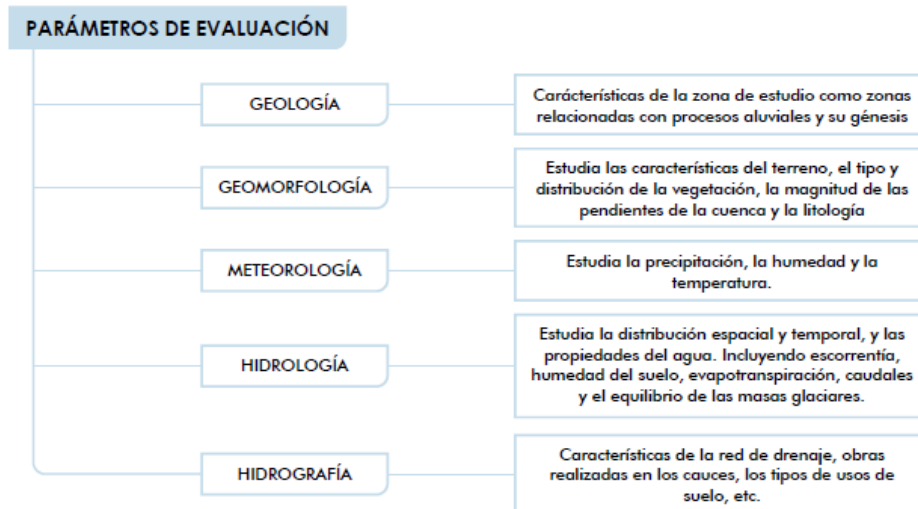


Figura 6. Parámetros de evaluación

Fuente: Manual Para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naaturales (CENEPRED, 2014)

## 1.2. Antecedentes

### 1.2.1. Antecedentes internacionales

Fuentes (2016) en la investigación titulada: “Análisis de riesgo a inundaciones en los caseríos morenas y carrizales del municipio de Ocos del departamento de San Marcos”, plantea como objetivo de estudio es analizar el riesgo de inundaciones en los caseríos Carrizal y Morenas del Municipio de Ocos, departamento de San Marcos, Guatemala. El enfoque metodológico utilizado en este estudio es de naturaleza mixta o multimodal, lo que implica la combinación de múltiples técnicas para la planificación, recolección y análisis de datos que abarcan tanto aspectos cuantitativos como cualitativos. Se establecieron indicadores específicos con el objetivo de realizar una evaluación exhaustiva de riesgos mediante el uso de sistemas de información geográfica (SIG). Los resultados obtenidos en este estudio proporcionan información sobre la ponderación y el nivel de vulnerabilidad en múltiples áreas, que incluyen lo físico, económico, social, educativo, organizativo, político-institucional y ecológico en las comunidades investigadas. También, se procedió con una evaluación de la amenaza de inundación, evaluando tanto su intensidad como su frecuencia en los caseríos.

Arévalo (2018) en la investigación titulada: “Asentamientos informales, inundaciones y vulnerabilidad físico espacial de la vivienda y el entorno inmediato caso de estudio arroyo la esmeralda en el distrito de Barranquilla, Colombia”. El objetivo de esta investigación es evaluar la vulnerabilidad a inundaciones en el sector Suroccidental del Distrito de Barranquilla, que se ve afectado de manera significativa por este fenómeno. La metodología empleada en este estudio se centra en evaluar la vulnerabilidad mediante la consideración de variables que abordan las condiciones físicas y espaciales de las viviendas y su entorno cercano. Se reconoce que las evaluaciones anteriores presentan limitaciones al utilizar variables demasiado generales y simplificar la complejidad del concepto de vulnerabilidad. Por lo tanto, se introduce un nuevo enfoque basado en un marco conceptual que aborda la complejidad de la vulnerabilidad a través de la comprensión del concepto de "Hábitat Residencial". Esto conlleva un análisis más detallado de las características urbanas y arquitectónicas que influyen en la vulnerabilidad social. Como resultado, se propone un conjunto de variables específicas que están relacionadas con el estudio de la vulnerabilidad. Estas variables se centran en identificar las características de las viviendas y el entorno que contribuyen a las condiciones de exposición de la comunidad frente a las inundaciones. Estas variables permiten realizar una evaluación más precisa y detallada de la vulnerabilidad social en el contexto del sector Suroccidental del Distrito de Barranquilla.

Calderón (2018) en la investigación titulada: “Análisis de vulnerabilidad ante inundaciones en el barrio Mariano Álvarez ubicado en el municipio de San Marcos – Sucre”. Plantea como objetivo examinar la susceptibilidad de la población en el vecindario Mariano Álvarez frente a las inundaciones ocasionadas por la Ciénaga de San Marcos, considerando tanto los aspectos físicos como los socioeconómicos que afectan a la comunidad, se empleó una metodología basada en el método de matrices para llevar a cabo un total de 63 encuestas diseñadas específicamente para recopilar información esencial en la evaluación de la vulnerabilidad de la población ante las inundaciones. Los resultados de esta investigación indican que una parte considerable de los residentes en el barrio Mariano Álvarez enfrenta un alto grado de vulnerabilidad, que supera el 50% de la población total. A través de representaciones

espaciales, se destacaron de manera evidente las zonas que presentan una mayor fragilidad y exposición a las inundaciones.

Ramos-reyes et al. (2016) en la investigación titulada: “Indicadores geomorfológicos para evaluar la vulnerabilidad por inundación ante el ascenso del nivel del mar debido al cambio climático en la costa de Tabasco Y Campeche, México”. El propósito de esta investigación fue examinar la susceptibilidad a las inundaciones causadas por el aumento del nivel del mar debido al cambio climático en la costa de Tabasco y Campeche, México. El enfoque se centra en la evaluación de la vulnerabilidad de esta región utilizando indicadores geomorfológicos. Se adoptó un enfoque geopedológico para segmentar la zona en paisajes geomorfológicos y características del terreno. Estos elementos se emplearon como marcadores de vulnerabilidad en una franja costera de 20 kilómetros, con niveles variables de vulnerabilidad basados en factores como la topografía, altitud, tipo de suelo y distancia al mar. Se identifican ocho tipos de paisajes en una extensión de 22.322,3 kilómetros cuadrados, de los cuales el 67% corresponde a llanuras recientes y el resto incluye terrazas y zonas montañosas. Los paisajes más susceptibles son las llanuras costeras, especialmente aquellas propensas a inundaciones lagunares y zonas palustres. Los cordones de playa, las llanuras fluvio-marinas, las depresiones de turba, los petenes con turba, las llanuras salinas, los deltas de marea, las dunas costeras y las depresiones de resurgencias, que abarcan aproximadamente el 48% de la costa, se encuentran particularmente expuestos. Esta área engloba ciudades portuarias con una población de 437,836 habitantes y áreas ecológicas de gran importancia. que abarcan aproximadamente el 48% de la costa, se encuentran particularmente expuestos. Esta área engloba ciudades portuarias con una población de 437,836 habitantes y áreas ecológicas de gran importancia. que abarcan aproximadamente el 48% de la costa, se encuentran particularmente expuestos. Esta área engloba ciudades portuarias con una población de 437,836 habitantes y áreas ecológicas de gran importancia.

Braz et al. (2020) en la investigación titulada: “Manejo integrado de cuencas hidrográficas: posibilidades y avances en los análisis de uso y cobertura de la tierra”. Plantea como objetivo contribuir al avance en el manejo de cuencas hidrográficas con un enfoque geográfico mediante el uso de geotecnologías, centrándose en la cuenca



del arroyo Lajeado Amarelo en Três Lagoas, Mato Grosso do Sul, Brasil. En su enfoque metodológico, se adoptó una perspectiva sistémica para gestionar de manera integrada la cuenca hidrográfica. Esto involucró el análisis detallado de las diferentes categorías de uso del suelo y una evaluación exhaustiva de cómo estas afectaban la administración del arroyo. Se realiza un análisis detallado de cómo cada categoría de utilización del territorio impacta en la conservación de la cuenca, y se ofrecen sugerencias concretas para ajustar dichos usos del suelo, tomando en cuenta su factibilidad. Los resultados obtenidos se tradujeron en recomendaciones específicas para la modificación del uso del suelo y sus efectos en la conservación de la cuenca del arroyo Lajeado Amarelo. Esto representa un enfoque más completo y geográficamente orientado para su gestión y protección.

Hernández-Uribe et al. (2017) en la investigación titulada: “Análisis de riesgo por inundación: metodología y aplicación a la Cuenca Atemajac”. Emerge con el objetivo de formular una metodología de análisis de riesgo de inundación que se pueda aplicar en cuencas urbanas, con el propósito de proporcionar información útil a los responsables de tomar decisiones para mitigar los daños causados por inundaciones. Se aplicó la metodología a la cuenca urbana del río Atemajac, en Jalisco, México, que enfrenta inundaciones anuales graves debido al desbordamiento del cauce principal. Esta combina metodología dos enfoques: uno determinista que usa modelación numérica y otro paramétrico que normaliza factores de vulnerabilidad social, económica, física y ambiental. Los resultados muestran áreas de alto riesgo y vulnerabilidad a lo largo del río, considerando sus características cambiantes. Los mapas de inundación y daños para periodos de retorno de 50 y 100 años se basan en el modelo determinista. Los índices de vulnerabilidad se concuerdan con los resultados del modelo determinista y se presentan de manera accesible para los tomadores de decisiones.

Así mismo, Cajigal & Maldonado (2019) en su investigación titulada “Metodología para el análisis de vulnerabilidad ante inundaciones. Un ejercicio emergente ante el cambio climático”. El objetivo general de este estudio es analizar la vulnerabilidad de las poblaciones afectadas por inundaciones causadas por ciclones tropicales e identificar los factores que contribuyen a que estos fenómenos climáticos derivados

en desastres. La metodología propuesta implica un enfoque multidisciplinario que combina técnicas de investigación cualitativa y cuantitativa. Inicialmente, se llevará a cabo una revisión exhaustiva de la literatura científica relacionada con los ciclones tropicales, las inundaciones y la vulnerabilidad. Luego, se recopilarán datos a través de encuestas y entrevistas en las áreas afectadas por ciclones tropicales recientes. Los resultados de este estudio proporcionarán una comprensión más profunda de los factores que aumentan la vulnerabilidad de las poblaciones ante inundaciones provocadas por ciclones tropicales. Se identificaron elementos relacionados con la infraestructura, la planificación urbana, la educación y la conciencia pública. Además, se identificó la necesidad de abordar factores y reducir la vulnerabilidad, con un enfoque en la participación activa de docentes de bachillerato.

Burgos et al, (2019) en su investigación “Análisis de la vulnerabilidad a inundaciones de la parroquia Santa Ana de Vuelta Larga, provincia de Manabí, Ecuador”. El objetivo general del estudio es analizar la vulnerabilidad global de la parroquia Santa Ana de Vuelta Larga frente a inundaciones. Este análisis se realiza considerando aspectos físicos, sociales, económicos y ecológicos. En la metodología, se emplearon varias técnicas, como la observación de viviendas, encuestas y SIG (Sistemas de Información Geográfica) para evaluar aspectos ecológicos en la parroquia. Los resultados indican una vulnerabilidad global del 55%, influenciada principalmente por factores sociales, físicos y ecológicos. La ubicación de viviendas cerca del río y la disminución de la cobertura vegetal son factores destacados. La vulnerabilidad está relacionada con la ubicación geográfica, falta de ordenamiento territorial, preparación ante riesgos y cambios en el uso del suelo.

### **1.2.2. Antecedentes nacionales**

Peña (2017) en la investigación titulada: “Modelamiento geoespacial para evaluar la vulnerabilidad ambiental, ante la ocurrencia de inundaciones, en la cuenca baja del río Chillón, 2017”. El objetivo de esta investigación es crear un modelo geoespacial para evaluar áreas vulnerables a inundaciones en la parte baja de la cuenca del río Chillón. Esto implica la identificación y evaluación de riesgos mediante enfoques de INDECI y CENEPRED, encuestas y la utilización de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG). La peligrosidad se determinará a partir de factores físicos como

geología, geomorfología, tipos de suelo, vegetación, topografía, entre otros. La vulnerabilidad se calculará considerando la exposición, fragilidad y capacidad de recuperación en las áreas estudiadas. El riesgo surgirá de la combinación de peligrosidad y vulnerabilidad, representada en mapas temáticos. Evaluar la vulnerabilidad en un contexto espacial proporcionará una evaluación de riesgos más precisa y destacará la importancia de los SIG en la toma de decisiones para la gestión de riesgos.

Gómez (2017) en su investigación titulada: “Evaluación de los niveles de vulnerabilidad física de la cuenca del río nepeña 2017”. La investigación tuvo como objeto evaluar los niveles de vulnerabilidad física de la cuenca del río Nepeña. La metodología de esta investigación es descriptiva en su propósito, retrospectiva en la recopilación de datos y transversal en la frecuencia de medición. Para evaluar la vulnerabilidad física, se utilizó el modelo del Ministerio del Ambiente, superponiendo mapas de elementos expuestos como carreteras, áreas agrícolas, poblaciones y escuelas para proteger a la población e infraestructura. Como resultado, se identificaron: 45 poblaciones con baja vulnerabilidad, 181 con vulnerabilidad moderada, 200 con alta vulnerabilidad y 8 con muy alta vulnerabilidad.

En suma, Córdova (2020) en su investigación denominada “Vulnerabilidad y gestión del riesgo de desastres frente al cambio climático en Piura, Perú”. Cuyo objetivo se propone identificar vulnerabilidades ambientales urbanas en algunas ciudades peruanas, con un enfoque particular en la ciudad de Piura. En la metodología, se emplea un enfoque analítico-deductivo que involucra la revisión de literatura y observaciones en Piura sobre los efectos del cambio climático, en particular las inundaciones relacionadas con El Niño. Los resultados del estudio global señalan la falta de estrategias de resiliencia y recuperación para las poblaciones más vulnerables ante el cambio climático en Piura y, posiblemente, en otras ciudades peruanas. Esto indica que las ciudades evaluadas no están adecuadamente preparadas para afrontar los riesgos del cambio climático, lo que podría afectar negativamente la calidad de vida de sus residentes.

Castro-Pérez et al. (2019) en su investigación titulada “Percepción de riesgo ante las inundaciones en personas que habitan en zonas vulnerables de Lima, Perú”. Con el

objetivo de identificar las características de la percepción de riesgo ante las inundaciones en personas que habitan en zonas vulnerables. En cuanto a la metodología de investigación se aplicó un enfoque cualitativo - empírico, se empleó la técnica de entrevistas semiestructuradas con nueve residentes de cuatro distritos en Lima, Perú, que son propensas a inundaciones. Los datos recopilados se analizaron con el apoyo del software Atlas.ti v.7.0 para el análisis cualitativo, aplicando los principios de la Teoría Fundamentada para la codificación y categorización de los procesos. Los resultados revelaron que los participantes no percibieron el riesgo de inundaciones hasta que experimentaron sus efectos. En resumen, la investigación sugiere la necesidad de realizar estudios interdisciplinarios para generar información que permita desarrollar intervenciones que fomenten una percepción de riesgo más acorde con las consecuencias e impactos de las inundaciones.

Por su parte, Zúñiga (2020) en su investigación titulada “Evaluación de riesgo por inundación fluvial de la ciudad de Huancavelica, Perú”. En donde, el objetivo consiste en evaluar el riesgo por inundación fluvial en la ciudad de Huancavelica. Adquiriendo una naturaleza metodológica que retrata un estudio diseñada para recopilar datos relevantes sobre el área de estudio, incluyendo información sobre caudales para diferentes períodos de retorno, geomorfología, pendiente, geología, calado y velocidad del flujo, mediante la evaluación de Peligrosidad, que implicó identificar factores desencadenantes (caudales para diferentes períodos de retorno) y factores condicionantes (geomorfología, pendiente y geología) que contribuyen a la peligrosidad. Además, se agregó al calculo la profundidad de inmersión teniendo en cuenta la profundidad del agua y la velocidad del flujo. Se aplicó el Análisis Jerárquico (PAJ) para identificar los niveles de riesgo asociados a las inundaciones fluviales. En síntesis, la evaluación de la vulnerabilidad se llevó a cabo considerando aspectos sociales, económicos y ambientales. Se evaluaron la fragilidad y la resiliencia mediante el proceso de análisis jerárquico (PAJ), del mismo modo en la evaluación de riesgo que determinó el riesgo relacionando la peligrosidad y la vulnerabilidad. Los hallazgos de la investigación abarcan la categorización de los niveles de amenaza, vulnerabilidad y peligro relacionados con las inundaciones fluviales en Huancavelica. Estos resultados se visualizan en mapas que indican las zonas de la ciudad con diversos grados de riesgo. Esto proporciona información

crucial para la toma de decisiones vinculadas a la gestión de riesgos por inundaciones y la planificación urbana en la localidad.

Mientras que Quispe (2023) en su trabajo de investigación titulado “Delimitación de zonas vulnerables a inundaciones por caudales máximos en estrechamiento de cauces – sector Angasmayo rio Cunas, Región Junín 2020” cuyo objetivo es determinar las zonas vulnerables a inundaciones generados por caudales máximos en estrechamiento del cauce del rio Cunas. Se empleó el método científico con un enfoque aplicado, un nivel de explicación y un diseño no experimental en este estudio. Los resultados obtenidos incluyen áreas de inundación en zonas rurales que varían de 7.62 a 8.64 hectáreas, tirantes máximos que oscilan entre 5.18 y 5.56 metros, velocidades máximas que van desde 4.575 hasta 4.85 metros por segundo, y caudales máximos de 114.40 a 144.40 metros cúbicos por segundo. Estos valores se refieren a diferentes períodos de retorno, que van desde 25 hasta 500 años.

Sanchez (2022) en su tesis “Vulnerabilidad ante inundaciones de las viviendas en la parte baja de los Baños del Inca – Cajamarca 2021 “, que plantea como objetivo principal determinar la vulnerabilidad estructural de las viviendas afectadas por las inundaciones en la parte baja del distrito de los Baños del Inca, Centro Poblado de los Baños del Inca – Cajamarca. La metodología empleada en esta investigación recopila datos cartográficos, topográficos, hidrológicos e hidráulicos para la zona de estudio. Utilizó software como ArcGIS, HidroEsta 2 y Hec Ras. Se empleó un Modelo Digital de Elevación (DEM) de Apolo Palsar para delimitar las microcuencas, basado en puntos de entrada de agua. Para el análisis de precipitaciones, se usaron datos de lluvia de la estación Augusto Weberbauer de 1990 a 2019 para calcular caudales máximos con diferentes periodos de retorno (50, 100 y 150 años). En cuanto al modelo hidráulico, se utilizó Hec Ras para simular inundaciones con un período de retorno de 100 años. Los resultados indican que para este período, se prevé que 142 viviendas se verán afectadas por inundaciones en la zona de estudio. De ellas, 117 tienen un riesgo bajo (87%), 1 un riesgo medio (1%).

### 1.2.3. Antecedentes locales

Belon (2022) en su investigación Análisis de riesgo por inundaciones y propuesta de mejora en infraestructura de protección en el centro poblado de Jayllihuaya, Puno – 2021. Con el objetivo de proponer un modelo hidráulico del río Jayllihuaya para cuantificar el riesgo de inundación, determinar las zonas con mayor vulnerabilidad ante la ocurrencia de máximas avenidas, identificar la población potencialmente vulnerable a las inundaciones y proponer infraestructura de protección contra inundaciones en el Centro Poblado de Jayllihuaya. La metodología del estudio se caracteriza por ser aplicada y cuantitativa, con un diseño no experimental y alcance descriptivo. La población bajo estudio es el Centro Poblado de Jayllihuaya, y la muestra incluye áreas específicas como el Barrio Central, la Urbanización Muños Najar y la Urbanización Ciudad Jardín. Los resultados revelan que la vulnerabilidad en el área de estudio es del 36.58% para un período de retorno de 50 años y del 11.5% para un período de retorno de 20 años. La población en riesgo se concentra principalmente en la Urbanización Ciudad Jardín, donde el 40% de la población se encuentra en situación de riesgo. Se propusieron medidas de canalización para el río Jayllihuaya y el cauce Viscachani, con estructuras específicas. El estudio concluye que la aplicación de conocimientos y software adecuados es esencial para la prevención y mitigación de desastres, y la creación de mapas de riesgos es fundamental. Se enfatiza la importancia de desarrollar proyectos de mejora y planes de contingencia.

Por su parte, Zevallos (2023) en su artículo “Regiones Altoandinas y su vulnerabilidad socioeconómica: caso zona urbana de Puno”. El objetivo general de esa investigación es determinar el nivel de vulnerabilidad socioeconómica. En la metodología de la investigación, se aplicó un cuestionario semiestructurado a 256 personas en la zona urbana de Puno. Se recopilaron datos sobre la vulnerabilidad en cinco categorías y se utilizaron catorce indicadores en las dimensiones de exposición, fragilidad y resiliencia para evaluar la vulnerabilidad socioeconómica. Se empleó el Proceso Analítico Jerárquico (AHP) junto con sistemas de información geográfica (SIG) para analizar y ponderar los indicadores y dimensiones de vulnerabilidad. Los resultados generaron un mapa de vulnerabilidad socioeconómica en la zona urbana de Puno,

destacando una alta vulnerabilidad en las áreas periféricas. Estos hallazgos son relevantes para los responsables de políticas de gestión de riesgos, permitiendo tomar decisiones informadas para reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia de la población de Puno ante desastres naturales. El estudio se centra en comprender cómo las condiciones socioeconómicas afectan la vulnerabilidad en la zona urbana de Puno.

Hurtado (2022) en su investigación denominada “Evaluación de riesgos de inundación en áreas agrícolas y viviendas ribereñas por fenómenos hidrológicos de alta intensidad, Azángaro – Puno” considera como el objetivo principal identificar y evaluar la magnitud de riesgos por inundación en el río Azángaro tramo distrito de San Juan de Salinas. En la metodología, se realizó un levantamiento topográfico con una Estación Total para obtener datos sobre la topografía. Luego, se usaron datos hidrológicos del SENAMHI, incluyendo máximas precipitaciones diarias anuales. Se aplicó HEC-RAS para el modelamiento hidrológico, evaluando cómo las precipitaciones afectan el río Azángaro. La investigación emplea un enfoque inductivo basado en la observación y registro de datos para prever resultados mediante un modelo digital. Los hallazgos incluyen precipitaciones máximas de 162,02 mm/h en 24 horas, caudales máximos para retornos de 10 años (135,61 m<sup>3</sup>/s), 50 años (184,35 m<sup>3</sup>/s) y 100 años (419,63 m<sup>3</sup>/s). y áreas inundadas en proporción a los retornos, con 422.78 Ha, 650.77 Ha y 990.80 Ha de terrenos de cultivo afectados en ambas márgenes del río Azángaro.

Por otro lado, Neciosup (2022) en su investigación “Estudio de inundación en el distrito de Sandía, provincia de Sandía, departamento de Puno”. Su objetivo plantea generar un mapa de inundación en el distrito de Sandía, ubicado en el departamento de Puno, mediante el análisis hidrológico e hidráulico de la cuenca del río Sandía. La metodología de la investigación adopta un enfoque evaluativo de las zonas susceptibles a inundaciones considerando distintos caudales y períodos de retorno. Se realiza un análisis hidrológico e hidráulico de la cuenca del río Sandía utilizando herramientas específicas como el HEC-HMS para la parte hidrológica y el HEC-RAS para la parte hidráulica. Estos modelos permiten simular y anticipar el comportamiento del río y la propagación de inundaciones. Además, se emplea el software ARCGIS, un Sistema de Información Geográfica, para procesar datos



topográficos utilizando un Modelo Digital de Terreno (DEM) proporcionado por el satélite de la NASA, ALOS PALSAR, para representar la topografía de la zona de estudio.

Por último, Gonzalo & Paucar (2014) en su investigación titulada “Análisis y estimación de un modelo probabilista de riesgo por inundación, aplicado a la Microcuenca Llavini, distrito, provincia y región de Puno - Perú”, que tiene por objetivo estimar las zonas de riesgo mediante un modelo probabilista ante una inundación pluvial, donde se identificara la peligrosidad y se analizara la vulnerabilidad a través de índices adimensionales normalizados por los componentes de índoles social y económico, donde se evalúa factores de exposición, fragilidad y resiliencia, dentro de un ámbito urbano. La metodología efectuada involucra la recopilación de datos de diversas fuentes, como información meteorológica, geomorfológica, geológica, estadísticas de población y detalles de la estructura de parcelas. Se sigue el manual del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) para evaluar riesgos naturales. Se evaluó la peligrosidad de fenómenos naturales en la zona de estudio, incluyendo inundaciones y otros eventos. Luego, se analizó la vulnerabilidad a nivel de manzanas, categorizándola en niveles como muy alto, alto, medio y bajo. Los resultados muestran que el 3% de las zonas tienen un nivel de peligrosidad "Muy Alto", el 24% "Alto", el 66% "Medio" y el 7% "Bajo". En cuanto a la vulnerabilidad de las manzanas, el 15% es "Muy Alto", el 81% "Alto" y el 4% "Bajo". Estos niveles reflejan la susceptibilidad a daños en caso de eventos naturales. A partir de esto, se identifican zonas de riesgo, donde el 85% se clasifica como "Alto", el 13% como "Medio" y el 2% como "Bajo". Finalmente, se proponen medidas de prevención estructurales y no estructurales para mitigar el riesgo identificado, como infraestructura, planificación urbana, educación pública y preparación para desastres.



## CAPÍTULO II

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 2.1. Identificación del problema

En las últimas décadas, el crecimiento del área urbano de la ciudad de Puno como consecuencia de la migración rural ha generado un impacto ambiental.

El presente tiene el propósito de evaluar y/o identificar las áreas vulnerables de la microcuenca hidrográfica; pero especialmente deberá evidenciarse las causas físicas y geomorfológicas.

#### 2.2. Enunciados del problema

- ¿Cuáles son los elementos determinantes para la identificación de zonas vulnerables física y geomorfológicas de la unidad hidrográfica JAYLLIHUAYA-PUNO?

#### 2.3. Justificación

La investigación busca caracterizar física y geomorfológicamente la microcuenca de Jayllihuaya, con el propósito de identificar y evaluar las áreas propensas a inundaciones y los cambios en el uso del suelo que están generando la urbanización. Estos terrenos son de propiedad privada y se venden debido a la falta de un plan de desarrollo urbano actualizado. La ocupación de estas áreas con construcciones residenciales se debe a un crecimiento demográfico no planificado, migración desordenada, urbanización sin una gestión adecuada del territorio y políticas como el Plan de Desarrollo Urbano (PDU) de la municipalidad de Puno y del centro poblado de Jayllihuaya.

El uso de cartografía en el estudio es esencial para la gestión y planificación adecuada del territorio, garantizando un desarrollo urbano compatible con la capacidad de carga de la naturaleza. Se considera el período de retorno de las precipitaciones ocurridas entre 1984 y 1986, así como los registros hidrológicos del sistema hidrográfico del lago Titicaca. La población urbana de Jayllihuaya está expuesta a diversos fenómenos físicos y geomorfológicos, influenciados por factores sociales, culturales y administrativos.

El proyecto de investigación tiene como objetivo reducir los impactos de inundaciones, el nivel freático y la geomorfología en la microcuenca. Esto se logrará identificando áreas vulnerables a través de la zonificación. Además, se busca crear una base de datos utilizando un sistema de información geográfica para identificar zonas vulnerables ante eventos hidrológicos y geomorfológicos.

## **2.4. Objetivos**

### **2.4.1. Objetivo general**

- Identificar las zonas vulnerables física y geomorfológica de la unidad hidrográfica Jayllihuaya-Puno.

### **2.4.2. Objetivo específico**

- Identificar los factores de tipo geológico, geomorfológico y estructural con el fin de actualizar la información que desencadenan fenómenos como inundaciones y crecimiento urbano.
- Elaborar mapas temáticos de zonas vulnerables físicas y geomorfológicas mediante la caracterización general utilizando los resultados de diagnóstico en toda la unidad hidrográfica Jayllihuaya.

## **2.5. Hipótesis**

### **2.5.1. Hipótesis general**

- La Identificación de las zonas vulnerables física y geomorfológica de la unidad hidrográfica Jayllihuaya-Puno permitirá a la población superar conocer áreas de menor susceptibilidad.



### 2.5.2. Hipótesis específico

- Los factores de tipo geológico, geomorfológico y estructural nos permitirán realizar información que desencadenan fenómenos como inundaciones y crecimiento del radio urbano.
- Elaborar la cartografía de zonas vulnerables física y Geomorfológica permite a la población la identificación y actualización de información temática detallada en la unidad hidrográfica de Jayllihuaya-Puno.

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de estudio

El estudio se llevó a cabo en la microcuenca de Jayllihuaya, ubicada en la región de Puno, provincia y distrito de Puno. El centro poblado de Jayllihuaya se encuentra a unos 5 km al sur de la ciudad de Puno, específicamente entre las coordenadas N=8243716.05 y E=395698.672. Limita al este con el centro poblado de Ichu, al oeste con el centro poblado de Salcedo, al norte desde la orilla del lago Titicaca y al sur con el centro poblado de Ichu. La microcuenca abarca diversas unidades fisiográficas, incluyendo áreas de actividad humana, colinas sedimentarias, montañas sedimentarias y volcánicas, así como llanuras agradacionales. La altitud varía entre 3810 y 4500 metros sobre el nivel del mar. Los datos climáticos utilizados para el estudio provienen de registros de precipitaciones anuales, con valores promedio de precipitación en los años 1984, 1985.

#### 3.2. Población

Constituida por la microcuenca de Jayllihuaya que tiene una extensión de 15.24 km<sup>2</sup> aproximadamente, y una longitud del río principal de 6.09 km aproximadamente.

#### 3.3. Muestra

Por motivos de un estudio, se decidió tomar muestras de suelos en el área urbana (10 calicatas) para la caracterización estratigráfica de la microcuenca, localizados en las zonas próximas al sistema de drenaje natural del centro poblado de Jayllihuaya y el tramo de

estudio abarca desde la bahía de lago Titicaca cota promedio 3810 msnm hasta las montañas es 4600 m.s.n.m.

### **3.4. Método de investigación**

La investigación es de tipo descriptivo y diseño no experimental debido a que se procedió a procesar con información existente para los análisis de vulnerabilidad física y geomorfológica de la microcuenca de Jayllihuaya, la cual se recurrió a informaciones cartográficas y datos históricos de hidrología que aportaron una descripción cartográfica mediante los mapas temáticos.

La estrategia de investigación se desarrolló a partir de la operacionalización del concepto de vulnerabilidad para deducir las características del crecimiento urbanas del entorno y la construcción de viviendas que influyen en la vulnerabilidad físicas y geomorfológicas

Estudios de identificación de la vulnerabilidad física y geomorfológica en la micro cuenca de Jayllihuaya ha sido escasos por lo tanto el crecimiento urbano requiere de una planificación, dicho aspecto está en incorporar el conocimiento de los fenómenos y evitar vacíos en la comprobación empírica.

### **3.5. Descripción detallada de métodos por objetivos específicos**

La recopilación de información cartográfica, hidrológica y geomorfológica, correspondiente al área de estudio implicó la obtención de información a entidades como el SENAEMI, ANA, ZEE, INGEMMET, Municipalidad de Puno entre otras.

Se identificó el área de estudio y se delimitó la microcuenca mediante información cartográfica, se utilizó las líneas divisorias del agua (divortion acuarium), con la aplicación del software GIS y MDT de la zona de estudio a escala 1:25000, a partir del cual se determinó las variables que permitieron calcular los parámetros morfométricos de la misma, con el objetivo de representar en forma continua la distribución espacial de la elevación de la superficie del terreno y calcular los valores de alturas, pendientes y densidad de drenaje; El programa utilizado para la implementación del SIG fue el software libre QGIS 3.10.4. para determinar las siguientes variables morfométricas de medición directa.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultados de investigación

Tabla 4

*Parámetros físicos de una cuenca*

Cálculo de parámetros (1)		
1	Área	15.24 km <sup>2</sup>
2	Perímetro	17.71 km
3	Longitud de Cuenca	5.97 km
4	Ancho	2.55 km
5	Longitud del Rio Principal	6.09 km
6	Factor de Forma	0.41
7	Indicé de Compacidad	1.27
8	Altitud Media de la Cuenca	4042.80
9	Lado Mayor	7
10	Lado Menor	2
11	Densidad de Drenaje	0.52
12	Extensión Media de Esguerrimiento	1
	Frecuencia de Ríos	0.52
14	Pendiente Media de Rio Principal	0.12
15	Coefficiente de Torrencialidad	0.39

Tabla 5

*Sistema de drenaje*

	<b>Orden de rio</b>	<b>Longitud</b>
Orden 1	6	2.75
Orden 2	2	3.2
Orden 3		
Orden 4	Orden de La Cuenca	2
		7.95

Factor desencadenante

Parámetros de evaluación

Tabla 6

*Matriz de Comparación de pares del Parámetro de evaluación de tiempo de retorno*

<b>Matriz de Comparación de pares del Parámetro de evaluación</b>						
	Tiempo de retorno	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
Evaluacion	5 años	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
	10 años	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
	25 años	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
	50 años	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
	100 años	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
	Suma	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
	1/Suma	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Tabla 7

*Matriz de Normalización de pares del Parámetro de evaluación de precipitación*

<b>Matriz de Normalización de pares del Parámetro de evaluación</b>							
Tiempo de retorno	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	Vector priorización	%
5 años	0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	0.503	50.28
10 años	0.19	0.21	0.31	0.31	0.28	0.260	26.02
25 años	0.11	0.07	0.10	0.18	0.20	0.134	13.44
50 años	0.08	0.04	0.03	0.06	0.12	0.068	6.78
100 años	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	0.035	3.48
						1.00	100.00

Tabla 8

*Matriz de Relación de Consistencia del Parámetro de Evaluación*

Matriz de Relación de Consistencia del Parámetro de Evaluación							
Tiempo de retorno	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	Vector	
						suma ponderada	$\lambda_{max}$
5 años	0.50	0.78	0.67	0.47	0.31	2.74	5.46
10 años	0.17	0.26	0.40	0.34	0.24	1.41	5.43
25 años	0.10	0.09	0.13	0.20	0.17	0.70	5.20
50 años	0.07	0.05	0.04	0.07	0.10	0.34	5.03
100 años	0.06	0.04	0.03	0.02	0.03	0.18	5.09
						Suma	26.21
						Promedio	5.24

Índice de consistencia

$$IC=0.061$$

Índice aleatorio

N	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.57	1.583	1.595

Relación de consistencia

$$RC=0.054$$

Los criterios utilizados para la comparación de pares, es la más adecuada porque

$$RC = 0.054 < 0.1$$



Tabla 9

*Matriz de Comparación de pares del parámetro de Precipitación*

Precipitación		S60	S40	S30	S25	S20
DESCRIPTORES PRECIPITACION	60-80% superior a su normal climático (S60)	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
	40-60% superior a su normal climático (S40)	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
	30-40% superior a su normal climático (S30)	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
	25-30% superior a su normal climático (S25)	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
	20-25% superior a su normal climático (S20)	0.20	0.25	0.33	0.50	1.00
SUMA		2.28	4.08	6.83	10.50	15.00
1/SUMA		0.44	0.24	0.15	0.10	0.07

Tabla 10

*Matriz de Normalización de pares del parámetro de Precipitación*

Precipitación	S60	S40	S30	S25	S20	Vector priorizaci ón	%
60-80% superior a su normal climático (S60)	0.44	0.49	0.44	0.38	0.33	0.416	41.62
40-60% superior a su normal climático (S40)	0.22	0.24	0.29	0.29	0.27	0.262	26.18
30-40% superior a su normal climático (S30)	0.15	0.12	0.15	0.19	0.20	0.161	16.11
25-30% superior a su normal climático (S25)	0.11	0.08	0.07	0.10	0.13	0.099	9.86
20-25% superior a su normal climático (S20)	0.09	0.06	0.05	0.05	0.07	0.062	6.24
						1.00	100.00

Tabla 11

*Matriz de Relación de Consistencia de Precipitación*

Precipitación	S60	S40	S30	S25	S20	Vector suma pondera da	$\lambda_{max}$
60-80% superior a su normal climático (S60)	0.42	0.52	0.48	0.39	0.31	2.13	5.12
40-60% superior a su normal climático (S40)	0.21	0.26	0.32	0.30	0.25	1.34	5.11
30-40% superior a su normal climático (S30)	0.14	0.13	0.16	0.20	0.19	0.81	5.06
25-30% superior a su normal climático (S25)	0.10	0.09	0.08	0.10	0.12	0.50	5.02
20-25% superior a su normal climático (S20)	0.08	0.07	0.05	0.05	0.06	0.31	5.03
						Suma	25.34
						Promedio	5.07

Índice de consistencia

$$IC=0.017$$

Índice aleatorio

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.57	1.583	1.595

Relación de consistencia

$$RC = 0.015$$

$$RC=0.015 < 0.1$$

Relación de consistencia RC obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro de precipitación anómala para la comparación es el más adecuado.

## Susceptibilidad

Tabla 12

*Factores condicionantes*

Factores de la Susceptibilidad	
Factores condicionantes	Factores desencadenantes
Geología	
Geomorfología	Precipitación anómala
Pendiente	

Ponderación de parámetros

Tala 13

*Matriz de Comparación de pares del parámetro de factores condicionantes*

Factores condicionantes	Geología	Geomorfología	Pendiente
Geología	1.00	3.00	5.00
Geomorfología	0.333	1.00	3.00
Pendiente	0.200	0.333	1.00
Suma	1.53	4.33	9.00
1/Suma	0.65	0.23	0.11

Tabla 14

*Matriz de Normalización de pares de los factores condicionantes*

Factores condicionantes	Geología	Geomorfología	Pendiente	Vector priorización	%
Geología	0.65	0.69	0.56	0.633	63.33
Geomorfología	0.22	0.23	0.33	0.260	26.05
Pendiente	0.13	0.08	0.11	0.106	10.62
				1.000	100.000

Tabla 15

*Matriz de Relación de Consistencia pares de los factores condicionantes*

<b>Factores condicionantes</b>	<b>Geología</b>	<b>Geomorfología</b>	<b>Pendiente</b>	<b>Vector suma ponderada</b>	<b><math>\lambda_{max}</math></b>
Geología	0.63	0.78	0.53	1.946	3.07
Geomorfología	0.21	0.26	0.32	0.790	3.03
Pendiente	0.13	0.09	0.11	0.320	3.01
				Suma	9.12
				Promedio	3.04

Índice de consistencia

$$IC = 0.019$$

Índice aleatorio

<b>N</b>	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>IA</b>	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.57	1.583	1.595

$$RC = 0.019$$

$$RC = 0.019 < 0.1$$

Relación de consistencia obtenido del proceso de análisis jerárquico para el ponderado de parámetros del factor condicionante es el más adecuado

**Factor desencadenante-precipitación anómala**

**Factor condicionante- geología**

Tabla 16

*Deposito cuaternarios*

Descriptor		Nomenclatura
Deposito Cuaternarios	Dep. Aluviales	Qh-al
	Grupo Puno Areniscas Feldepatos	P-pu
	Grupo Tacasa de Lavas y Brechas andesitas	PN-ta
Formaciones	Formación Muñani	P-mu
	Formación Umayo Lava Andesita	NQ-BA/u

Tabla 17

*Matriz de Comparación de pares del parámetro Geología*

Geología	Qh-al	P-mu	P-pu	PN-ta	NQ-BA/u	
Dep. Aluviales	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00	
Descriptor { { { {	Formación Muñani	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
	Grupo Puno Areniscas Feldepatos	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
	Grupo Tacasa de Lavas y Brechas andesitas	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
	Formación Umayo Lava Andesita	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
Suma	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00	
1/Suma	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04	

Tabla 18

*Matriz de Normalización de pares del parámetro Geología*

Geología	Qh-al	P-mu	P-pu	PN-ta	NQ-BA/u	Vector priorización	%
Dep. Aluviales	0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	0.503	50.28
Formación Muñani	0.19	0.21	0.31	0.31	0.28	0.260	26.02
Grupo Puno Areniscas Feldepatos	0.11	0.07	0.10	0.18	0.20	0.134	13.44
Grupo Tacasa de Lavas y Brechas andesitas	0.08	0.04	0.03	0.06	0.12	0.068	6.78
Formación Umayo Lava Andesita	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	0.035	3.48
						1.00	100.00

Tabla 19

*Matriz de Relación de Consistencia de Geología*

Geología	Qh- al	P- mu	P- pu	PN- ta	NQ- BA/u	Vector suma ponder ada	$\lambda_m$ ax
Dep. Aluviales	0.50	0.78	0.67	0.47	0.31	2.74	5.46
Formación Muñani	0.17	0.26	0.40	0.34	0.24	1.41	5.43
Grupo Puno Areniscas Feldespatos	0.10	0.09	0.13	0.20	0.17	0.70	5.20
Grupo Tacasa de Lavas y Brechas andesitas	0.07	0.05	0.04	0.07	0.10	0.34	5.03
Formación Umayo Lava Andesita	0.06	0.04	0.03	0.02	0.03	0.18	5.09
						Suma	26.21
						Promedio	5.24

Índice de consistencia

$$IC = 0.061$$

Índice aleatorio

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.57	1.583	1.595

Relación de consistencia

$$RC = 0.054$$

$$RC = 0.054 < 0.1$$

Los criterios utilizados para la comparación de pares del parámetro geología es la más adecuada RC es menor a 0.1

Factor condicionante-pendiente

Tabla 20

*Matriz de Comparación de pares del parámetro Pendiente*

<b>Pendiente</b>	<b>&gt;45%</b>	<b>25-45%</b>	<b>15-25%</b>	<b>5-15%</b>	<b>0-5%</b>
Muy alta (>45%)	1.00	3.00	5.00	6.00	9.00
Alta (25-45%)	0.33	1.00	3.00	5.00	6.00
Moderada ( 15-25%)	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Baja (5-15%)	0.17	0.20	0.33	1.00	3.00
Muy baja (0-5%)	0.11	0.17	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.81	4.70	9.53	15.33	24.00
1/SUMA	0.55	0.21	0.10	0.07	0.04

Tabla 21

*Matriz de Normalización de pares del parámetro Pendiente*

<b>Pendiente</b>	<b>&gt;45%</b>	<b>25-45%</b>	<b>15-25%</b>	<b>5-15%</b>	<b>0-5%</b>	<b>Vector priorización</b>	<b>%</b>
Muy alta (>45%)	0.55	0.64	0.52	0.39	0.38	0.496	49.62
Alta (25-45%)	0.18	0.21	0.31	0.33	0.25	0.258	25.75
Moderada ( 15-25%)	0.11	0.07	0.10	0.20	0.21	0.138	13.80
Baja (5-15%)	0.09	0.04	0.03	0.07	0.13	0.072	7.20
Muy baja (0-5%)	0.06	0.04	0.02	0.02	0.04	0.036	3.62
						1.00	100.00

Tabla 22

*Matriz de Relación de Consistencia de pares del parámetro Pendiente*

Pendiente	>45%	25-45%	15-25%	5-15%	0-5%	Vector suma ponderada	$\lambda_{max}$
Muy alta (>45%)	0.50	0.77	0.69	0.43	0.33	2.72	5.47
Alta (25-45%)	0.17	0.26	0.41	0.36	0.22	1.41	5.49
Moderada (15-25%)	0.10	0.09	0.14	0.22	0.18	0.72	5.22
Baja (5-15%)	0.08	0.05	0.05	0.07	0.11	0.36	5.02
Muy baja (0-5%)	0.06	0.04	0.03	0.02	0.04	0.19	5.13
						Suma	26.33
						Promedio	5.27

Índice de consistencia

$$IC = 0.066$$

Índice aleatorio

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.57	1.583	1.595

Relación de consistencia

$$RC = 0.059$$

$$RC = 0.059 < 0.1$$

Los criterios utilizados para la comparación de pares del parámetro de pendiente es la más adecuada RC es menor a 0.1



Tabla 23

*Factor condicionante – geomorfología*

Descriptorios	Nomenclatura	Descripción
Altiplano inundable	<b>Altpi</b>	1. Zonas de degradación o sedimentación
Colinas altas fuertemente disectadas, sedimentarias de origen estructuradas	<b>Cafd-se</b>	2. Zonas de moderada degradación
Conos volcánicos fuertemente disectados	<b>Cvfd</b>	3. Zonas de baja degradación
Fondo de valle intercolinoso agradacional	<b>F-vaica</b>	4. Zonas de sedimentación
Montañas bajas fuertemente disectadas, sedimentarias de origen estructural	<b>Mbfd-se</b>	5. Zonas de moderada degradación

Tabla 24

*Matriz de Comparación de pares del parámetro Geomorfología*

Geomorfología	Altpi	Cafd-se	Cvfd	F-vaica	Mbfd-se
Altiplano inundable	1.00	3.00	5.00	6.00	9.00
Colinas altas fuertemente disectadas, sedimentarias de origen estructuradas	0.33	1.00	3.00	5.00	6.00
Conos volcánicos fuertemente disectados	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Fondo de valle intercolinoso agradacional	0.17	0.20	0.33	1.00	3.00
Montañas bajas fuertemente disectadas, sedimentarias de origen estructural	0.11	0.17	0.20	0.33	1.00
Suma	1.81	4.70	9.53	15.33	24.00
1/Suma	0.55	0.21	0.10	0.07	0.04

Tabla 25

*Matriz de Normalización de pares del parámetro Geomorfología*

Geomorfología	Altpi	Cafd-se	Cvfd	F-vaica	Mbfd-se	Vector priorización	%
Altiplano inundable	0.55	0.64	0.52	0.39	0.38	0.496	49.62
Colinas altas fuertemente disectadas, sedimentarias de origen estructuradas	0.18	0.21	0.31	0.33	0.25	0.258	25.75
Conos volcánicos fuertemente disectados	0.11	0.07	0.10	0.20	0.21	0.138	13.80
Fondo de valle intercolinoso agradacional	0.09	0.04	0.03	0.07	0.13	0.072	7.20
Montañas bajas fuertemente disectadas, sedimentarias de origen estructural	0.06	0.04	0.02	0.02	0.04	0.036	3.62
						1.00	100.00

Tabla 26

*Matriz de Relación de Consistencia de pares del parámetro Geomorfología*

Geomorfología	Altpi	Cafd-se	Cvfd	F-vaica	Mbfd-se	Vector suma ponderada	$\Lambda_{max}$
Altiplano inundable	0.50	0.77	0.69	0.43	0.33	2.72	5.47
Colinas altas fuertemente disectadas, sedimentarias de origen estructuradas	0.17	0.26	0.41	0.36	0.22	1.41	5.49
Conos volcánicos fuertemente disectados	0.10	0.09	0.14	0.22	0.18	0.72	5.22
Fondo de valle intercolinoso agradacional	0.08	0.05	0.05	0.07	0.11	0.36	5.02
Montañas bajas fuertemente disectadas, sedimentarias de origen estructural	0.06	0.04	0.03	0.02	0.04	0.19	5.13
						Suma	26.33
						Promedio	5.27

Índice de consistencia

$$IC = 0.0675$$

Índice aleatorio

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.57	1.583	1.595

Relación de consistencia

$$RC = 0.060$$

$$RC = 0.060 < 0.1$$

Los criterios utilizados para la comparación de pares del parámetro de geomorfología es la más adecuada RC es menor a 0.1

		FACTOR		PARÁMETRO		DESCRIPTOR		Ppar x Pc
NOMBRE	PESO	NOMBRE	PESO	NOMBRE	PESO	CLASIFICACIÓN	PESO	
SUCEPTIBILIDAD DE MOVIMIENTOS EN MASA	90%	Condicionante	80%	Geología	0.633	Dep. Aluviales	0.503	0.318
						Formación Muñani	0.260	0.165
						Grupo Puno Areniscas Feldepatos	0.134	0.085
						Gtupo Tacasa de Lavas y Brechas andesitas	0.068	0.043
						Formación Umayo Lava Andesita	0.035	0.022
				Geomorfología	0.260	Altiplano inundable	0.496	0.129
						Colinas altas fuertemente disectadas, sedimentarias de origen estructuradas	0.258	0.067
						Conos volcanicos fuertemente disectados	0.138	0.036
						Fondo de valle intercolinoso agradacional	0.072	0.019
						Montañas bajas fuertemente disectadas, sedimentarias de origen estructural	0.036	0.009
		Pendiente	0.106	Muy alta (>45%)	0.496	0.053		
				Alta (25-45%)	0.258	0.027		
				Moderada (15-25%)	0.138	0.015		
				Baja (5-15%)	0.072	0.008		
Desencadenante	20%	Precipitación anómala	1.000	Muy baja (0-5%)	0.036	0.004		
				60-80% superior a su normal climático (S60)	0.416	0.416		
				40-60% superior a su normal climático (S40)	0.262	0.262		
				30-40% superior a su normal climático (S30)	0.161	0.161		
				25-30% superior a su normal climático (S25)	0.099	0.099		
PARÁMETRO DE EVALUACIÓN	10%	Tiempo de retorno	1.000	20-25% superior a su normal climático (S20)	0.062	0.062		
				5 años	0.503	0.503		
				10 años	0.260	0.260		
				25 años	0.134	0.134		
				50 años	0.068	0.068		
				100 años	0.035	0.035		

PESO = Vector priorización de cada PARÁMETRO y DESCRIPTOR respectivamente  
Ppar x Pdesc = Peso del Parámetro x Peso del descriptor

**POR CRITERIO SE ELIGE EL MAYOR PESO DEL PARÁMETRO DE EVALUACIÓN**

Figura 7. Resumen

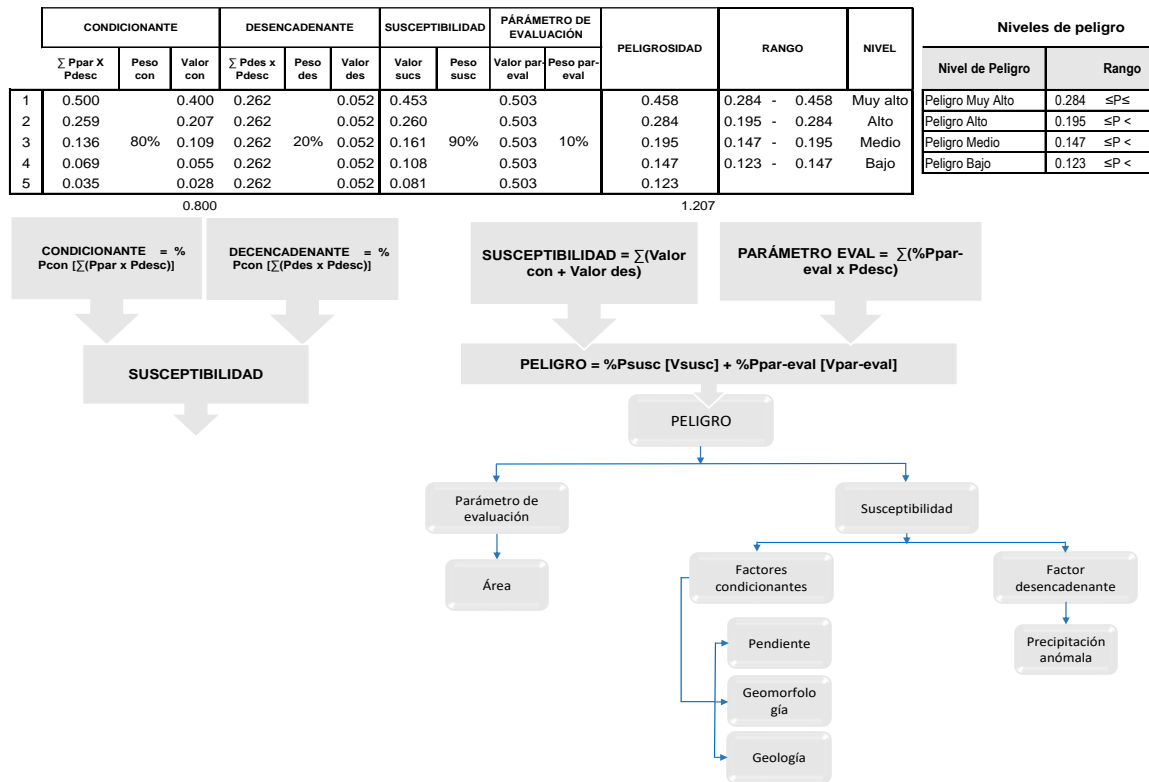


Figura 8. Matriz de peligro

Comparación del área de muestreo según los niveles de peligro, grado de pendiente, nivel de riesgo y nivel de vulnerabilidad.

En la tabla 27 se muestra el análisis de varianza para el área muestreo según el tipo de peligro. Se observa diferencia altamente significativa entre los diferentes niveles de peligros.

Tabla 27

Análisis de varianza del área de muestreo según el nivel de peligro

Fuente	GI	SC	CM	Razón-F	Valor-P
Peligro	4	3004.75	751.188	4.29	0.0019**
Error Experimental	888	155575.	175.197		
Total	892	158579.			

\*\* Altamente significativo

En la tabla 28 se presenta la tabla de comparación de medias de Tukey para el área de muestreo según el tipo de peligro. El nivel de peligro *muy alto* presenta estadísticamente mayores valores en el área en comparación a los demás niveles de peligro ( $p < 0.05$ ). Sin embargo, no se observa diferencia estadística significativa ( $p > 0.05$ ) entre los niveles muy alto, alto, medio y bajo.

Tabla 28

*Prueba de comparación múltiple de medias de Tukey para el área de muestreo según el nivel de peligro*

Peligro	n	Media	Significancia ( $p \leq 0.05$ )
Muy Bajo	64	0.209967	A
Alto	144	0.91209	A
Medio	379	1.44338	a
Bajo	270	1.62771	a
Muy Alto	36	10.4354	b

Tabla 29

*Análisis de varianza del área de muestreo según el grado de pendiente*

Fuente	Gl	SC	CM	Razón-F	Valor-P
Pendiente	4	1282.59	320.648	0.52	0.7239ns
Error Experimental	790	490749	621.201		
Total	794	492031			

Ns: No significativo

En la tabla 30 se presenta la tabla de comparación de medias de Tukey para el área de muestreo según el grado de pendiente. No se observa diferencia estadística significativa ( $p > 0.05$ ) entre los distintos grados de pendiente.

Tabla 30

*Prueba de comparación múltiple de medias de Tukey para el área de muestreo según el grado de pendiente*

Pendiente	n	Media	Significancia ( $p \leq 0.05$ )
60	29	0.243747	a
40	124	0.630371	a
-5	288	1.25985	a
30	188	2.00971	a
20	166	4.2065	a

En la tabla 31 se muestra el análisis de varianza para el área muestreo según el nivel de riesgo. No se observa diferencia altamente significativa entre los diferentes niveles de riesgo.

Tabla 31

*Análisis de varianza del área de muestreo según el nivel de riesgo*

Fuente	Gl	SC	CM	Razón-F	Valor-P
Riesgo	3	1.42179	0.473931	0.69	0.5611ns
Error Experimental	443	306.176	0.691143		
Total	446	307.598			

Ns: No significativo

En la tabla 32 se presenta la tabla de comparación de medias de Tukey para el área de muestreo según el nivel de riesgo. No se observa diferencia estadística significativa ( $p > 0.05$ ) entre los distintos niveles de riesgo.

Tabla 32

*Prueba de comparación múltiple de medias de Tukey para el área de muestreo según el nivel de riesgo*

Riesgo	n	Media	Significancia ( $p \leq 0.05$ )
Bajo	3	0.0212811	a
Alto	358	0.478601	a
Medio	42	0.562328	a
Muy Alto	44	0.597459	a

En la tabla 33 se muestra el análisis de varianza para el área muestreo según el nivel de vulnerabilidad. Se observa diferencias altamente significativas entre los diferentes niveles de vulnerabilidad.

Tabla 33

*Análisis de varianza del área de muestreo según el nivel de vulnerabilidad*

Fuente	Gl	SC	CM	Razón-F	Valor-P
Vulnerabilidad	2	31.275	15.6375	10.51	0.0000**
Error Experimental	299	444.858	1.48782		
Total	301	476.133			

\*\* Altamente significativo

En la tabla 34 se presenta la tabla de comparación de medias de Tukey para el área de muestreo según el nivel de vulnerabilidad. El nivel de vulnerabilidad *bajo* presenta estadísticamente mayores valores en el área en comparación a los demás niveles de vulnerabilidad ( $p < 0.01$ ). Sin embargo, no se observa diferencia estadística significativa ( $p > 0.05$ ) entre los niveles *alto* y *medio*.

Tabla 34

*Prueba de comparación múltiple de medias de Tukey para el área de muestreo según el nivel de riesgo*

<b>Vulnerabilidad</b>	<b>n</b>	<b>Media</b>	<b>Significancia (<math>p \leq 0.05</math>)</b>
Alto	80	0.675845	A
Medio	217	0.6967	A
Bajo	5	3.21202	B

El procesamiento de los mapas temáticos lo que es estratigrafía, índice de agua fenómenos de inundación y crecimiento urbano. se elaboraron mapas temáticos:

Delimitación zona de estudio, de la microcuenca de Jayllihuaya.



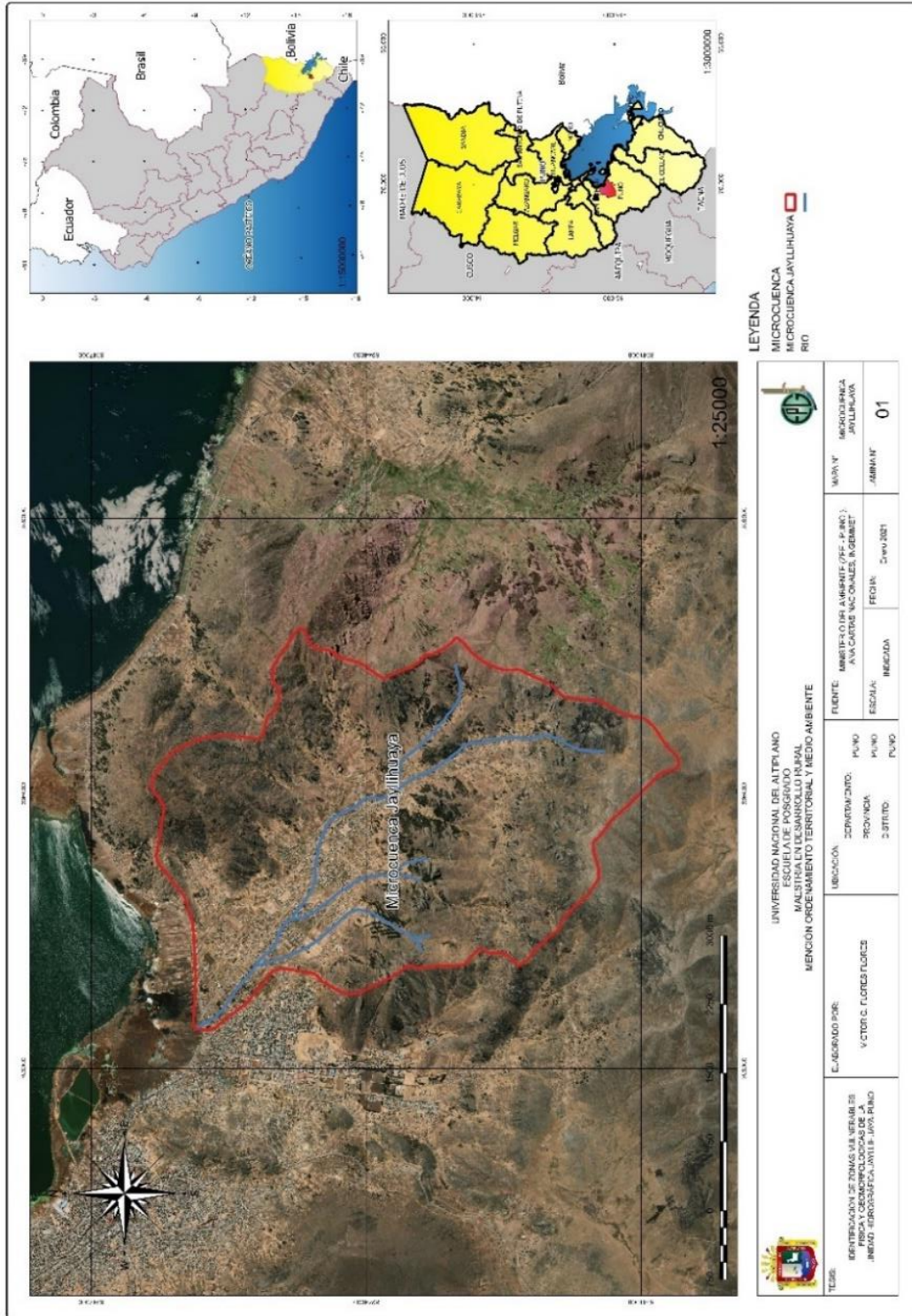


Figura 9. Ubicación de la microcuenca de Jayllihuaya



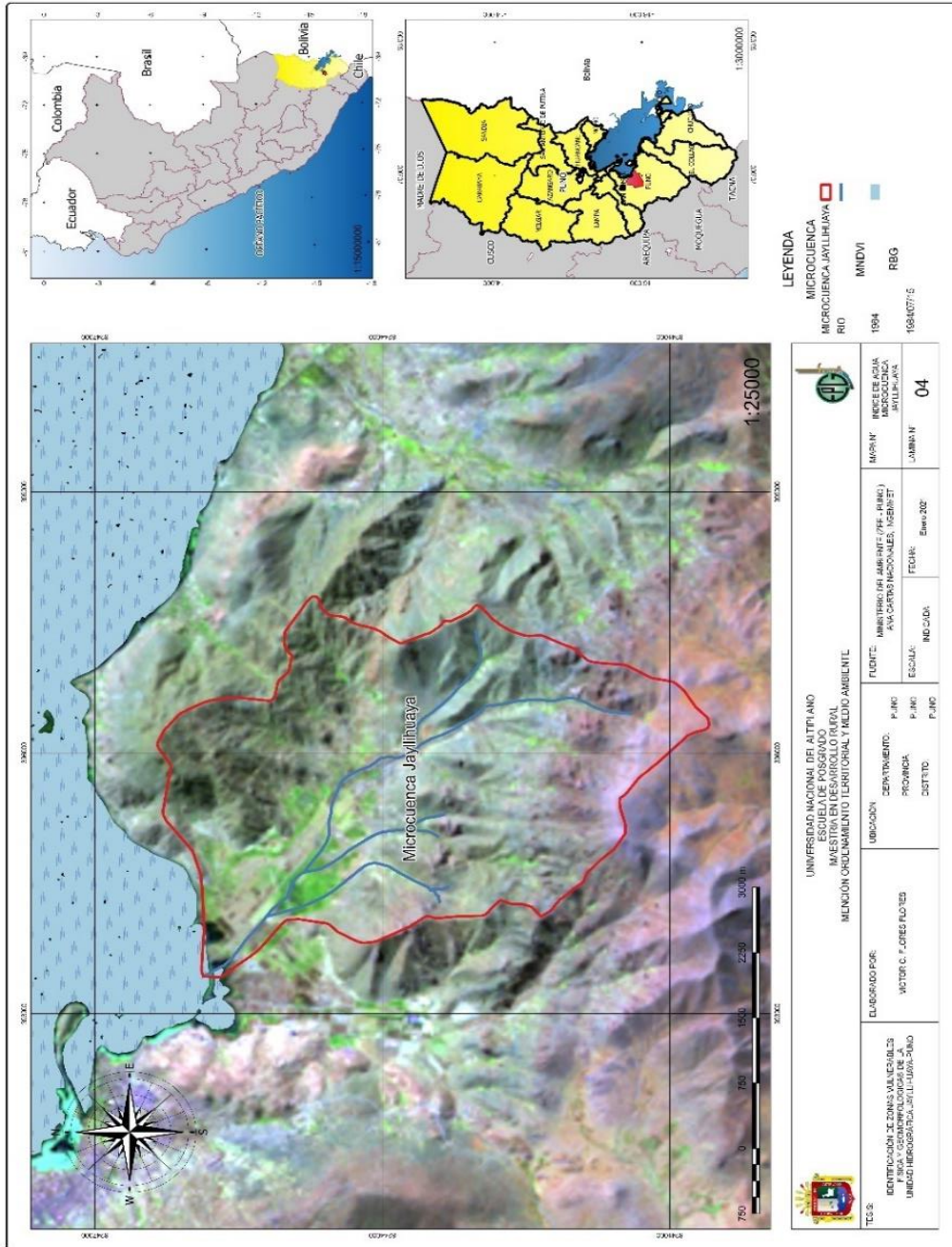


Figura 10. Plano de precipitación año 1984





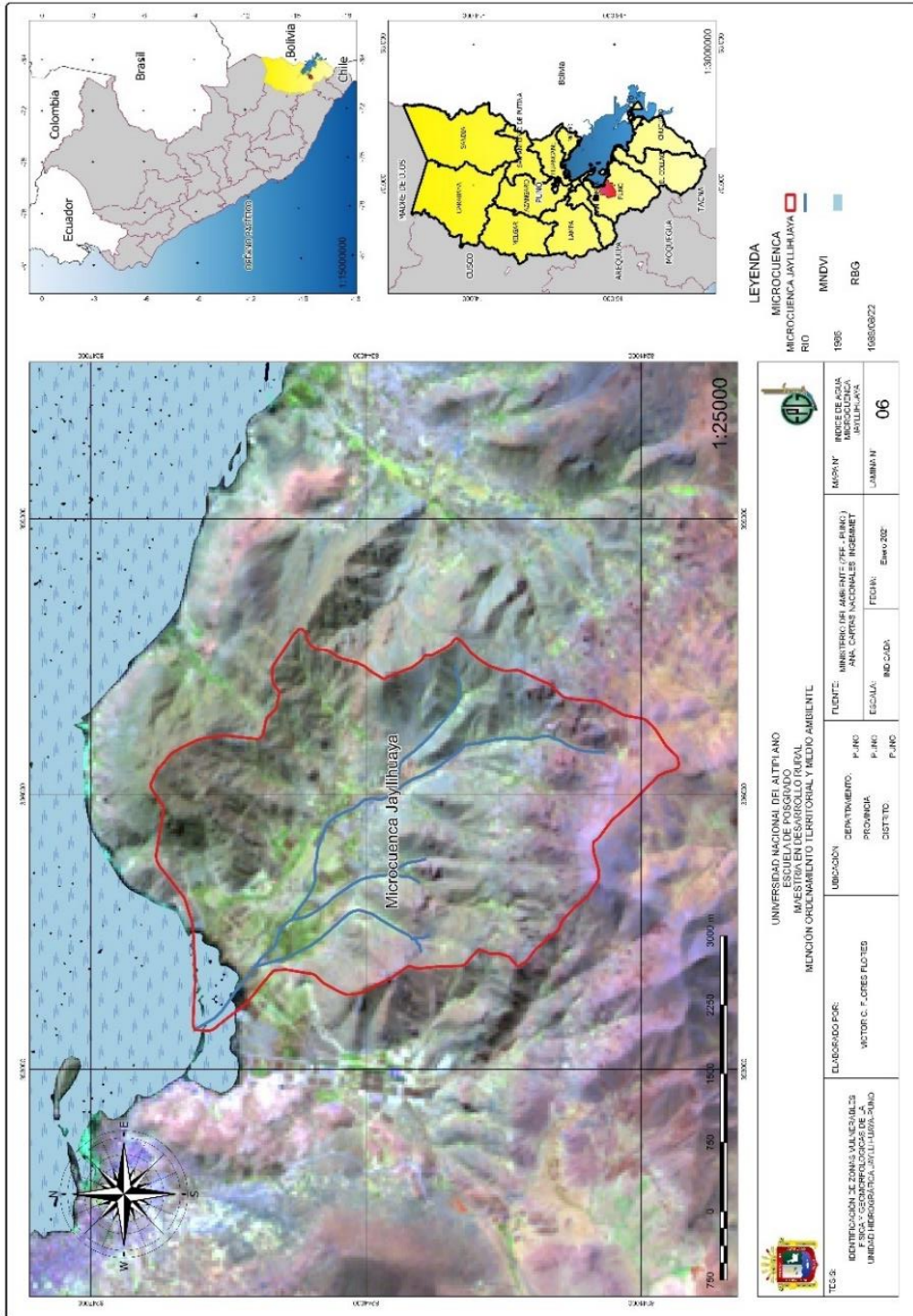


Figura 12. Plano de precipitación año 1986

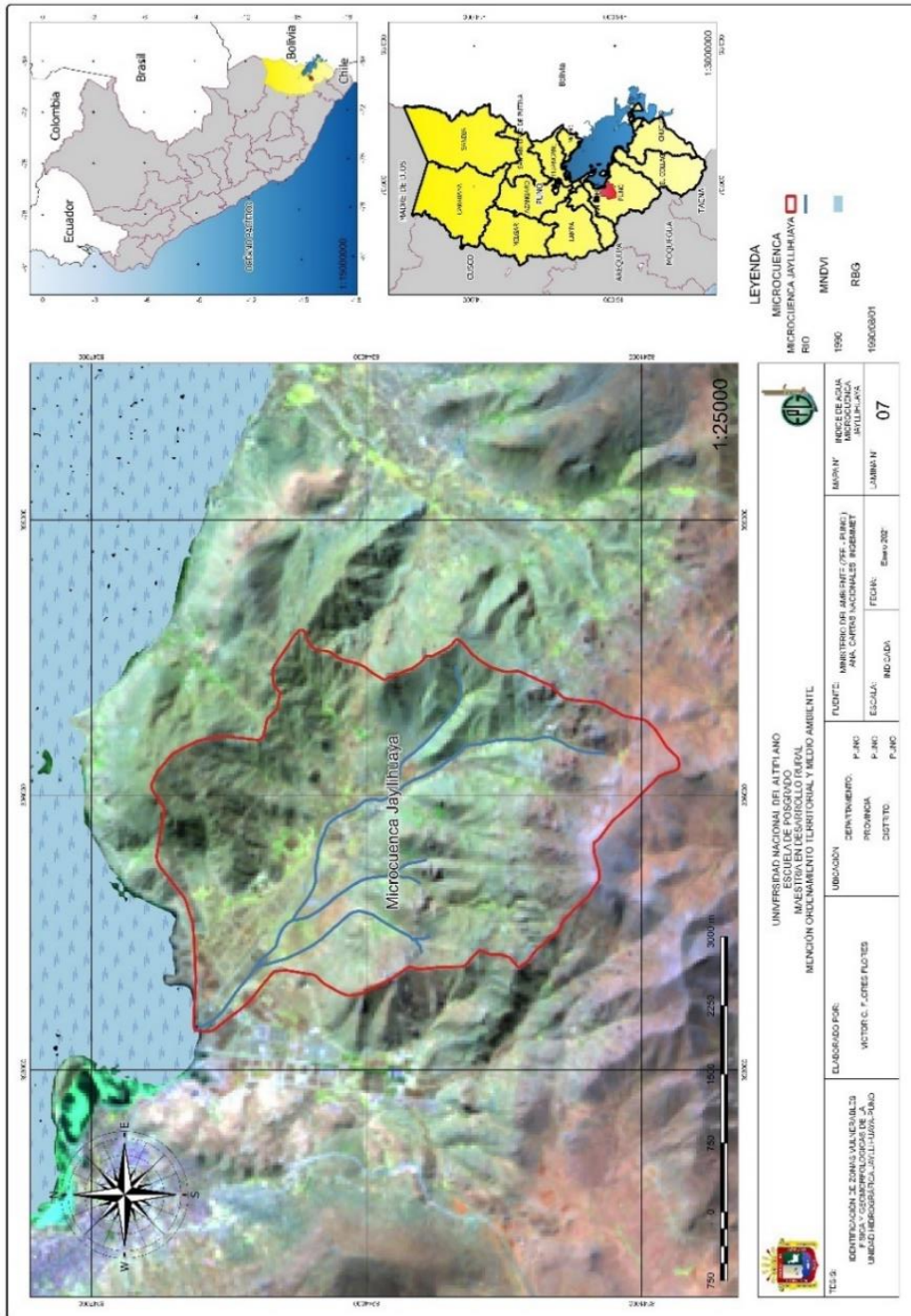


Figura 13. Plano de precipitación año 1990



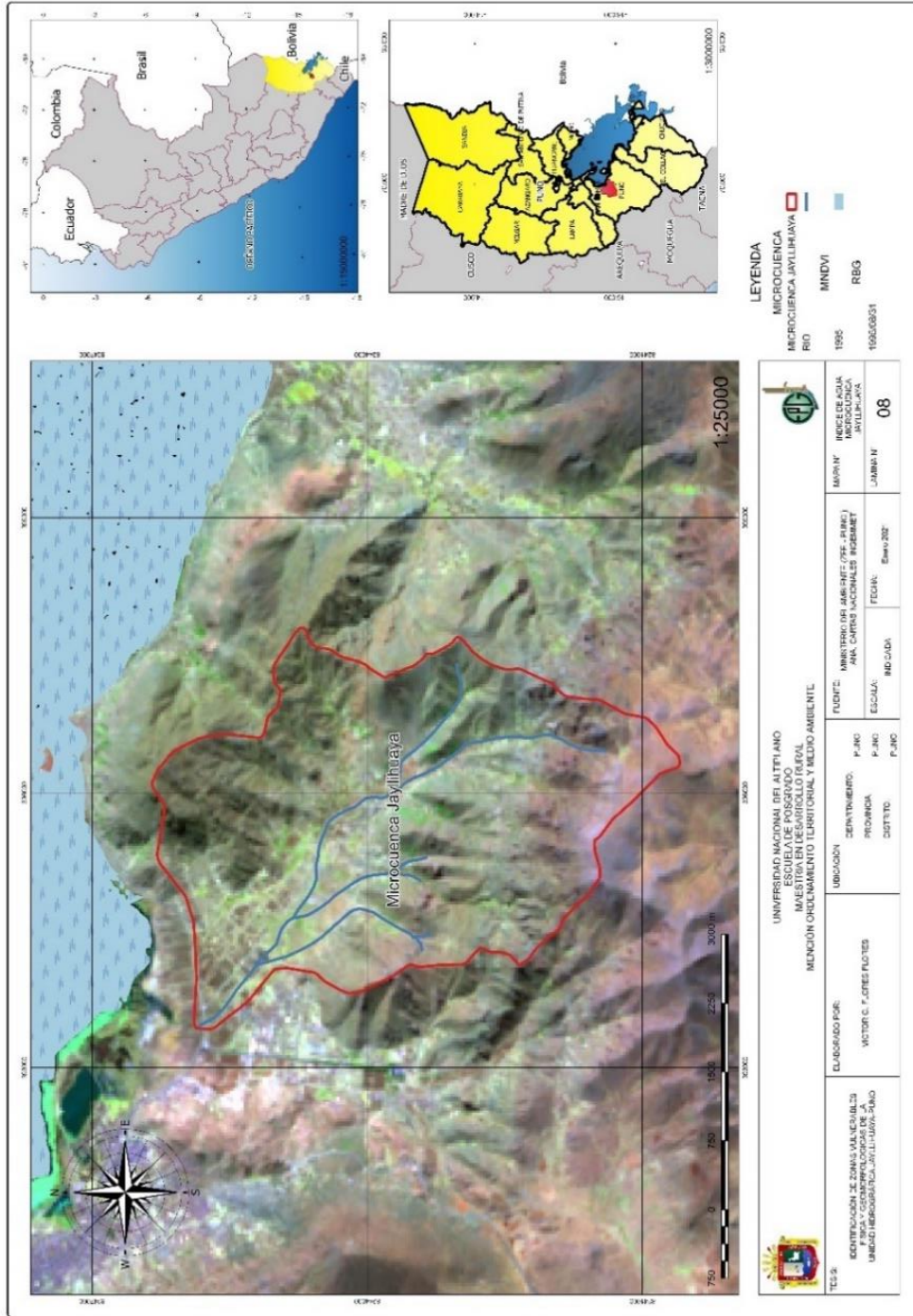


Figura 14. Plano de precipitacion año 1995

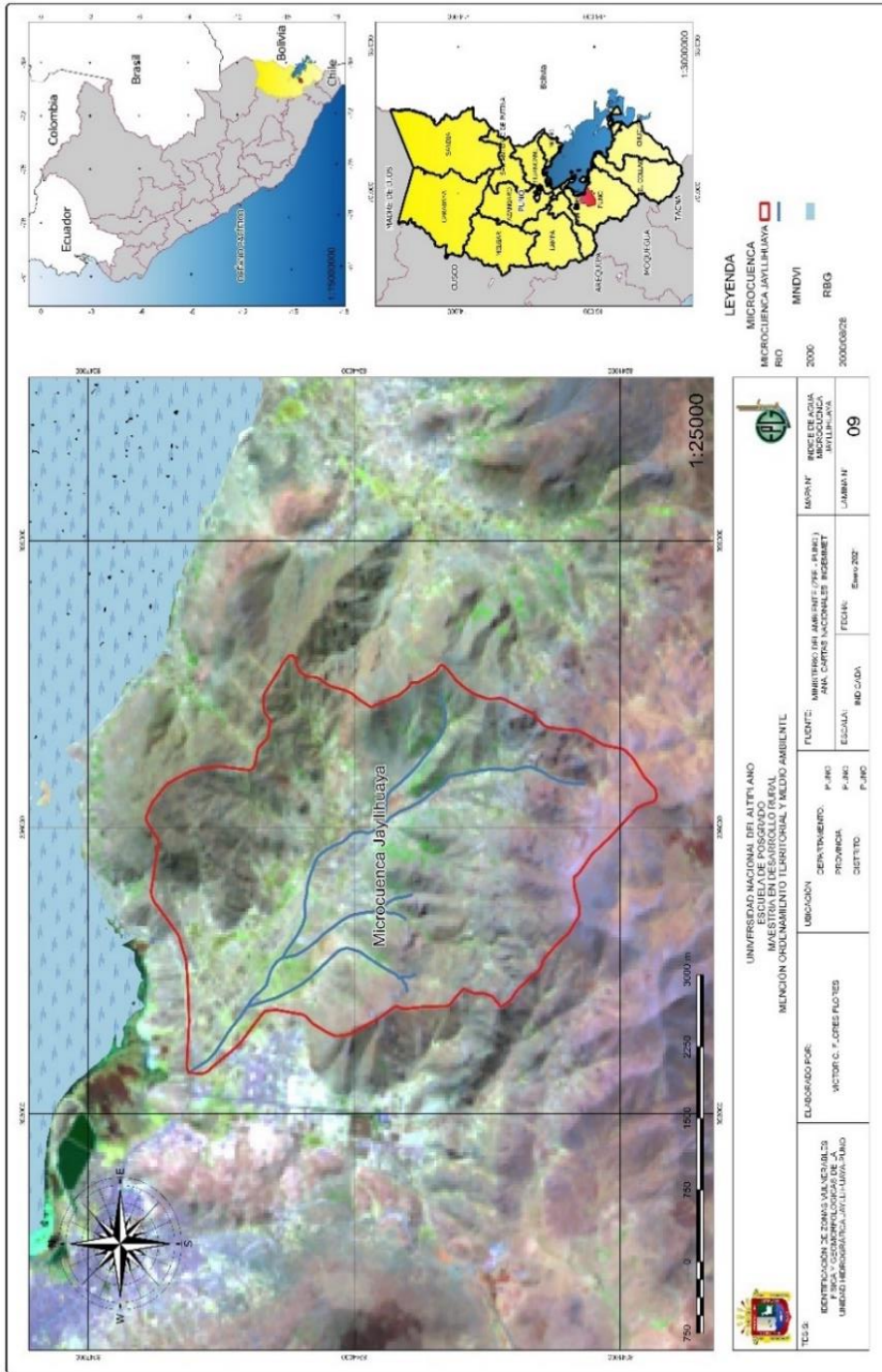


Figura 15. Plano de precipitación año 2000



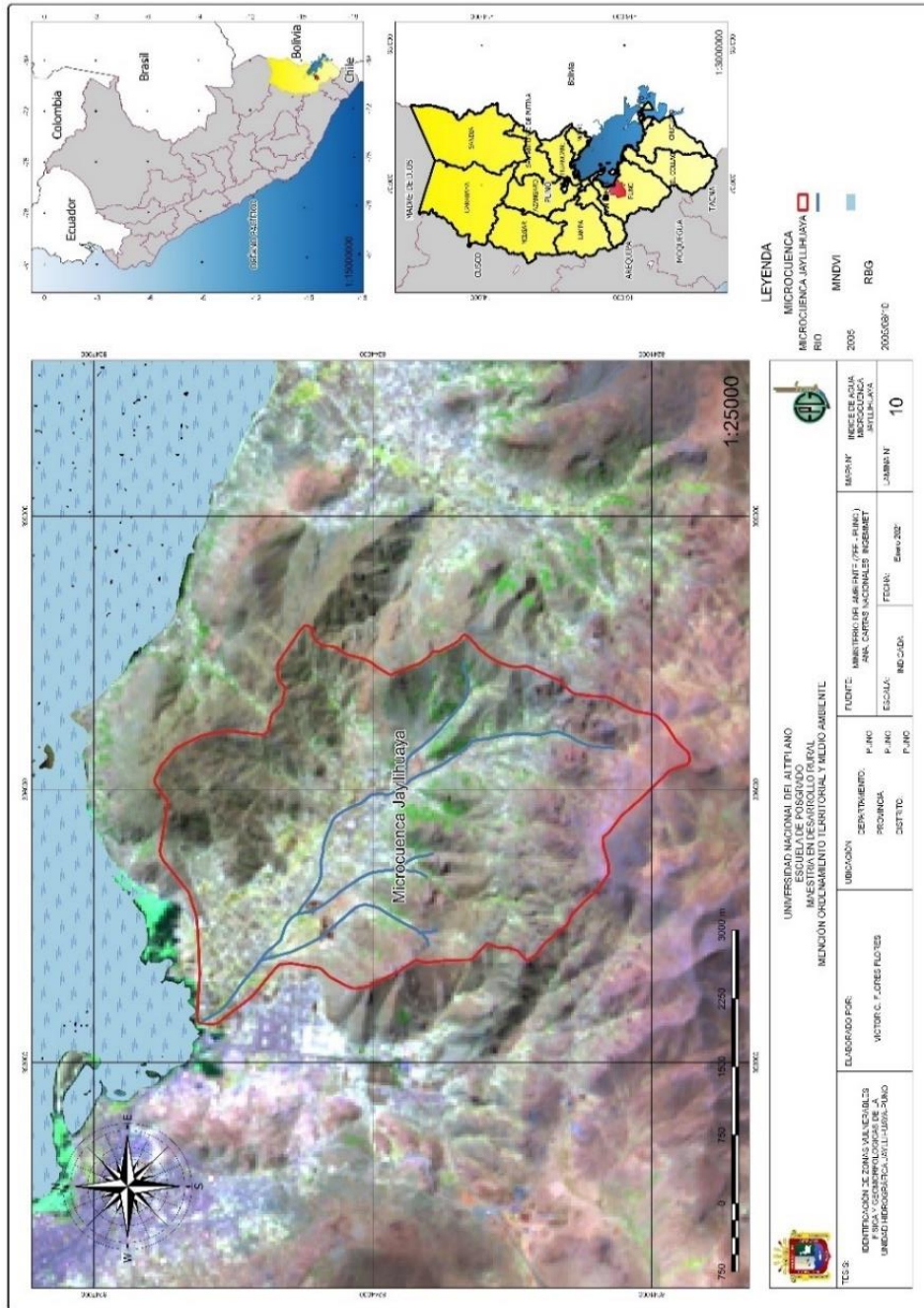


Figura 16. Plano de precipitación año 2005

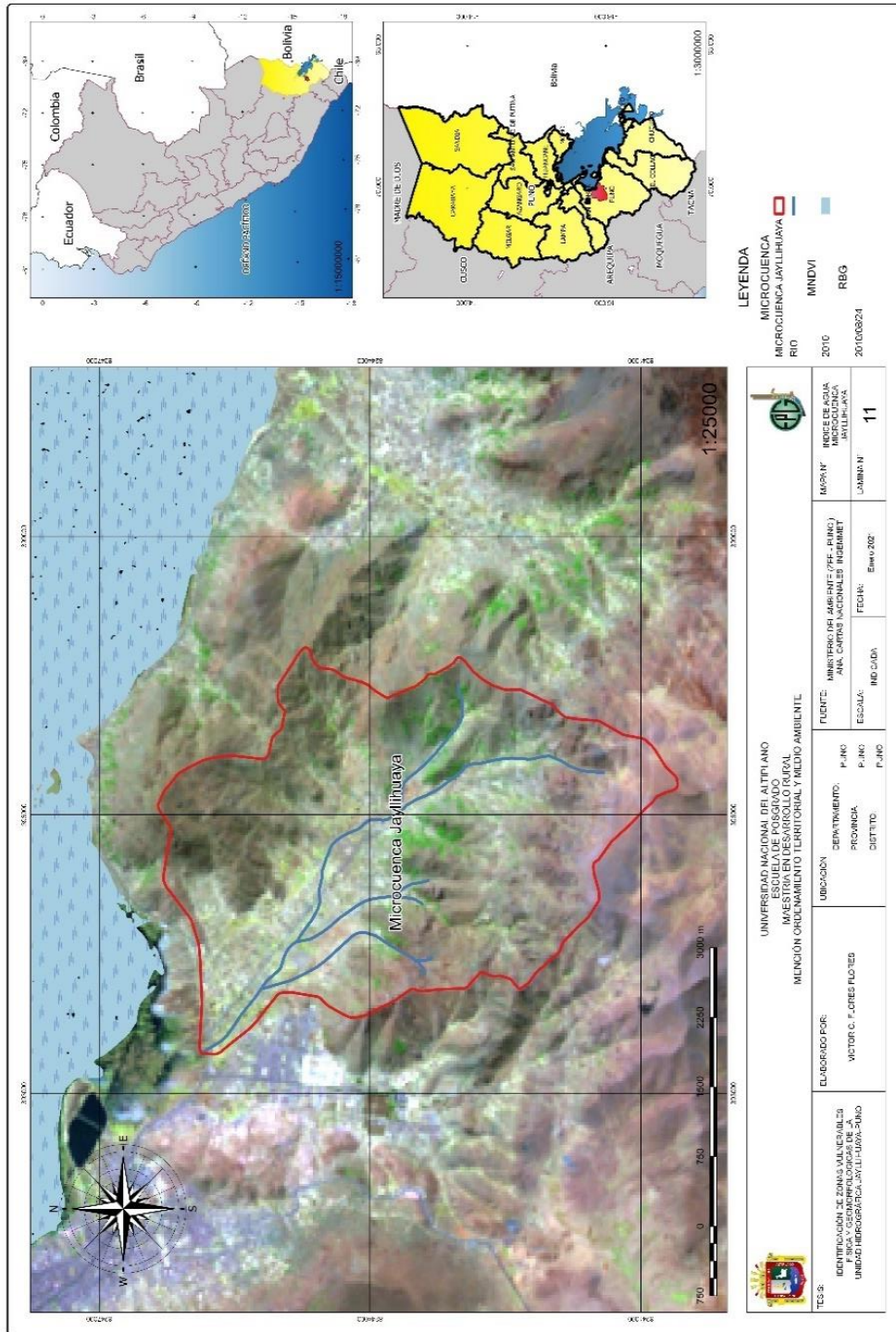


Figura 17. Plano de precipitación año 2010



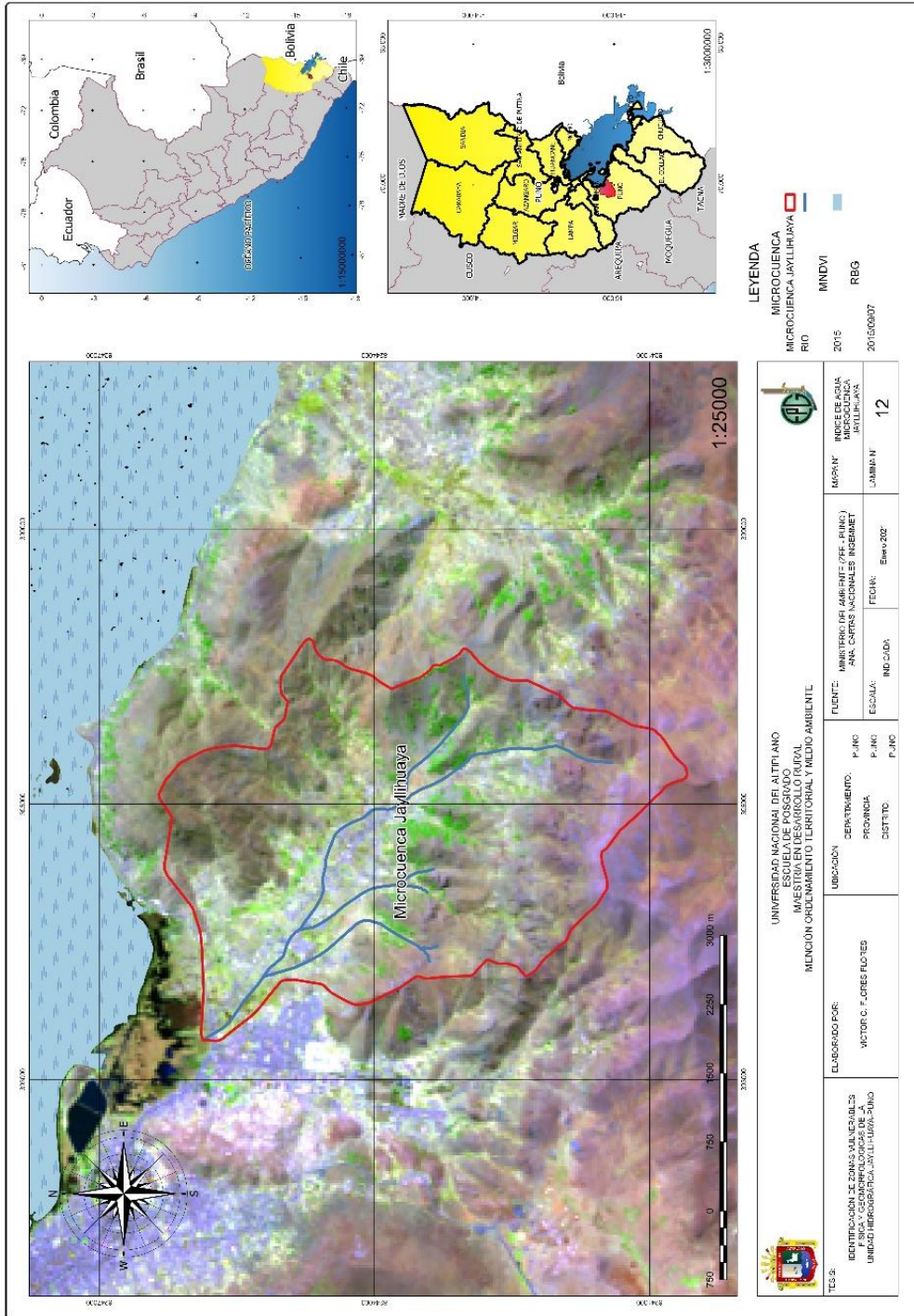


Figura 18. plano precipitación año 2015

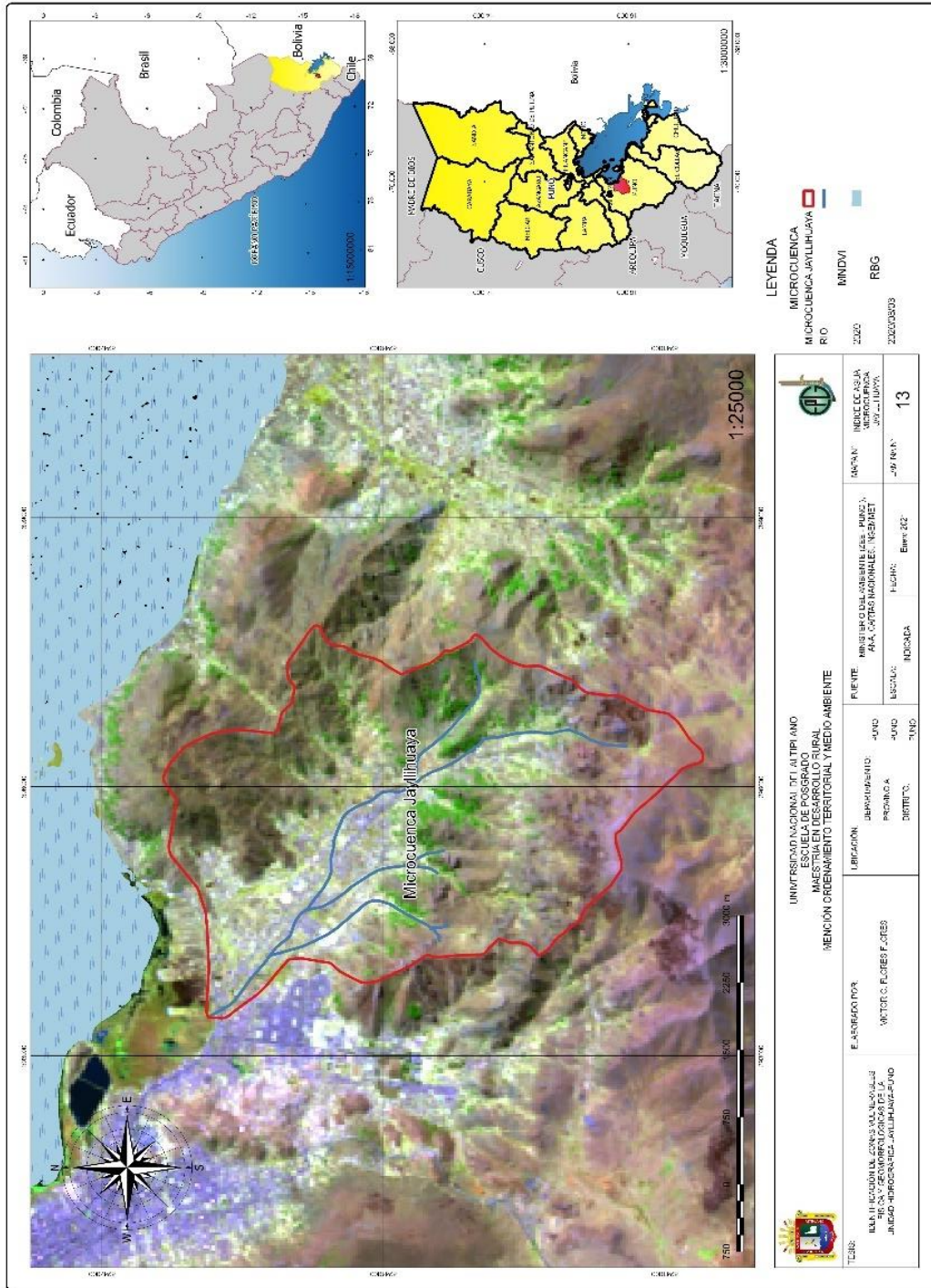


Figura 19. Plano de precipitación año 2020



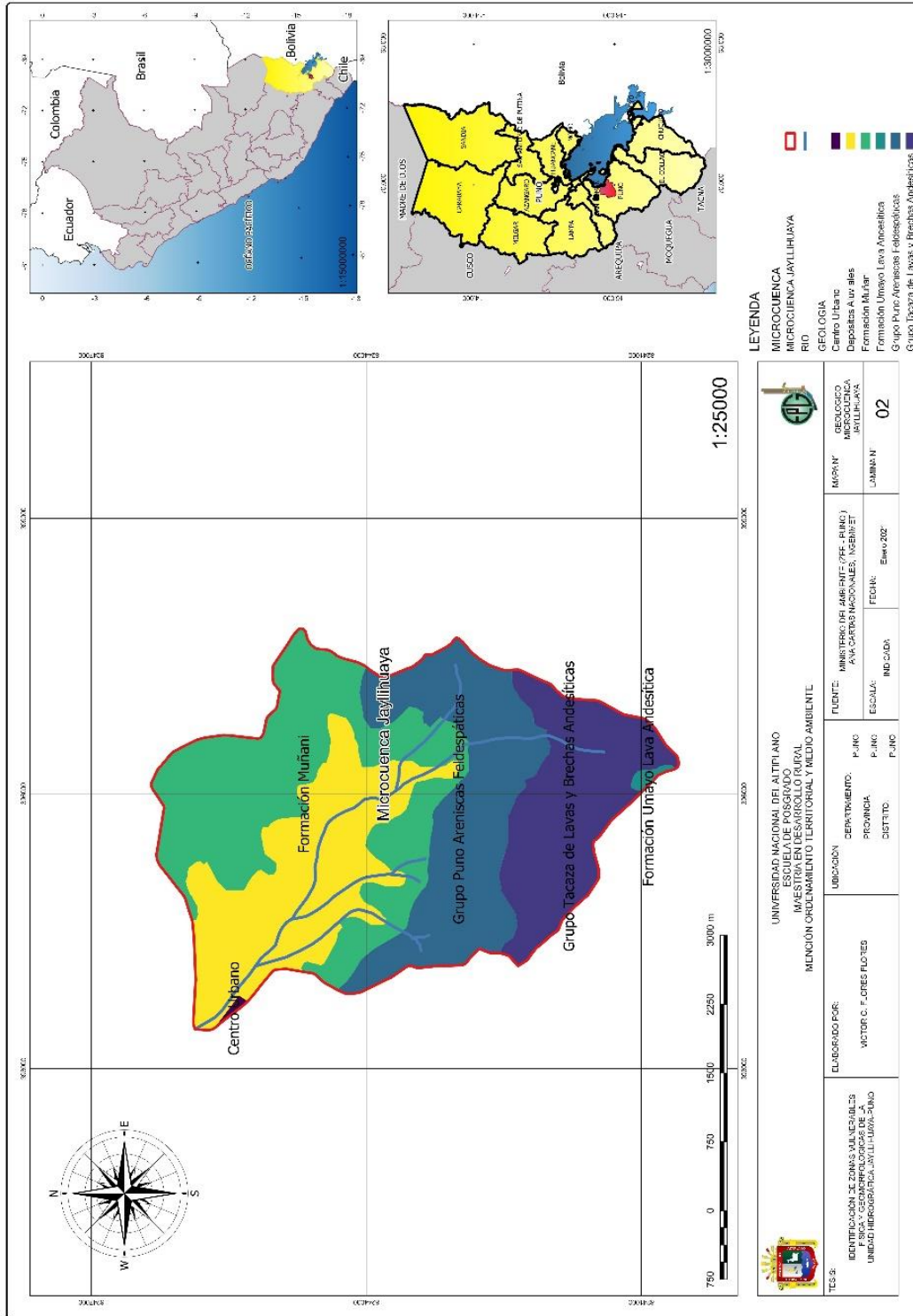


Figura 20. Plano geológico

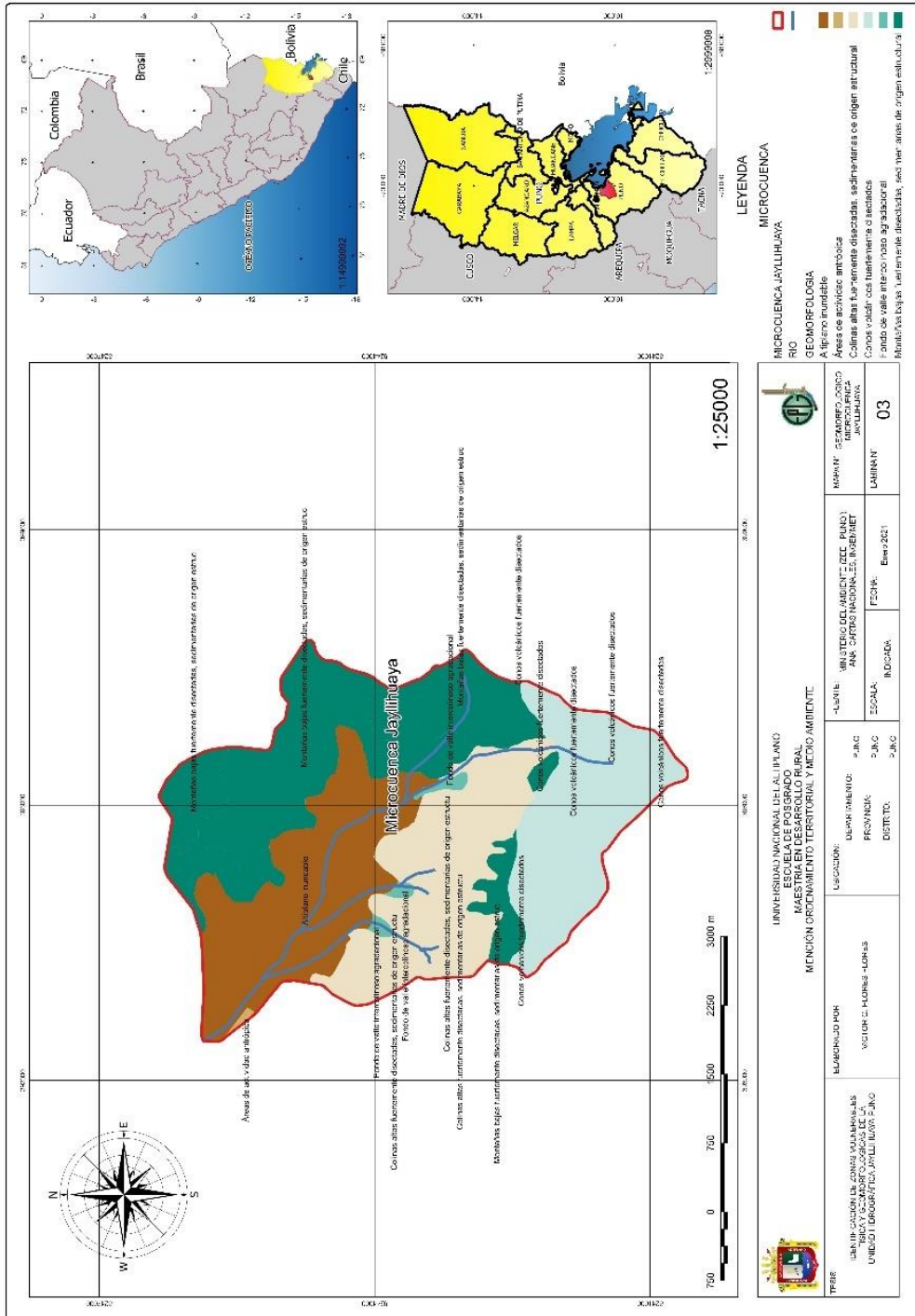


Figura 21. Mapa geomorfológico

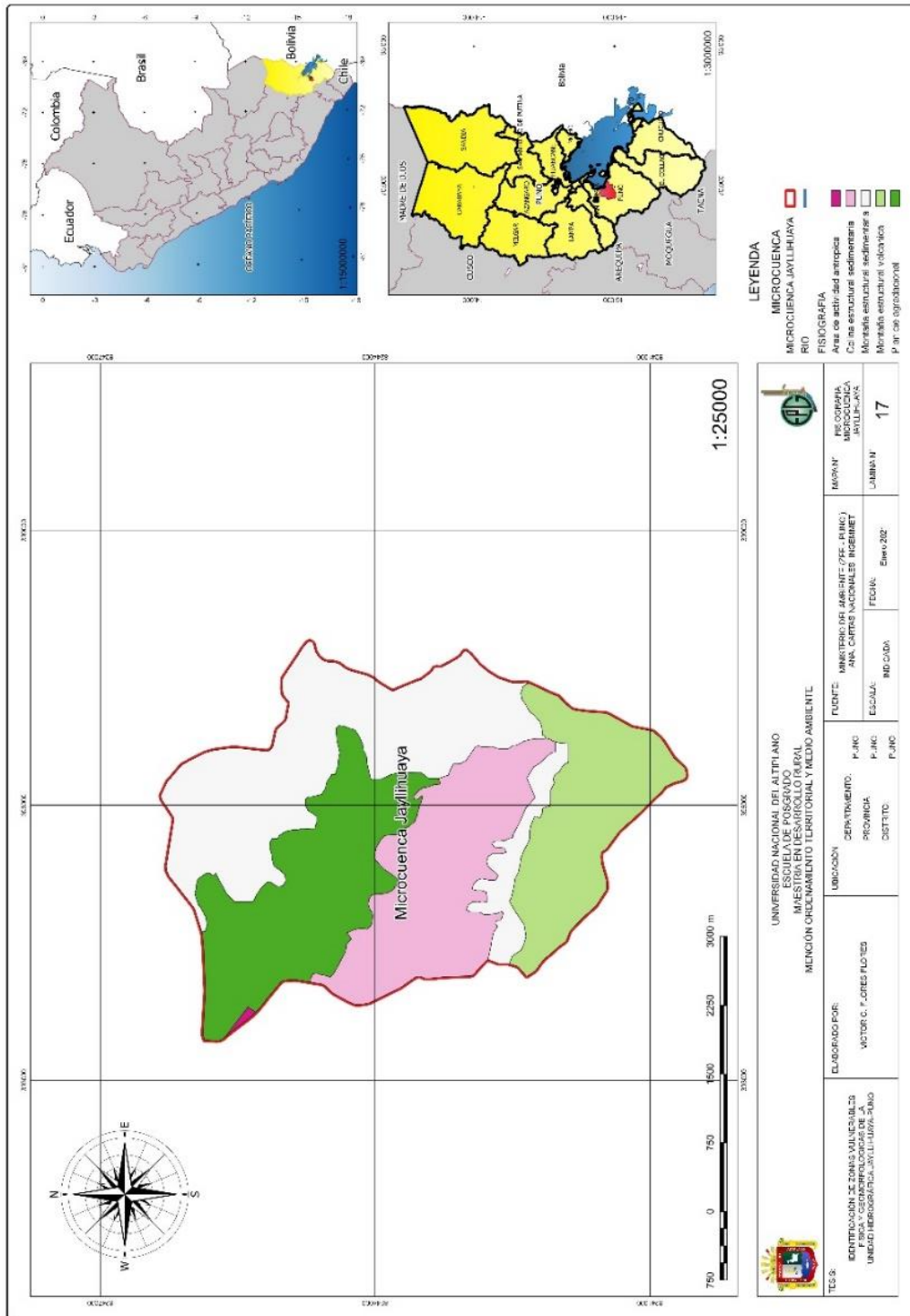


Figura 22. Plano Fisiográfico

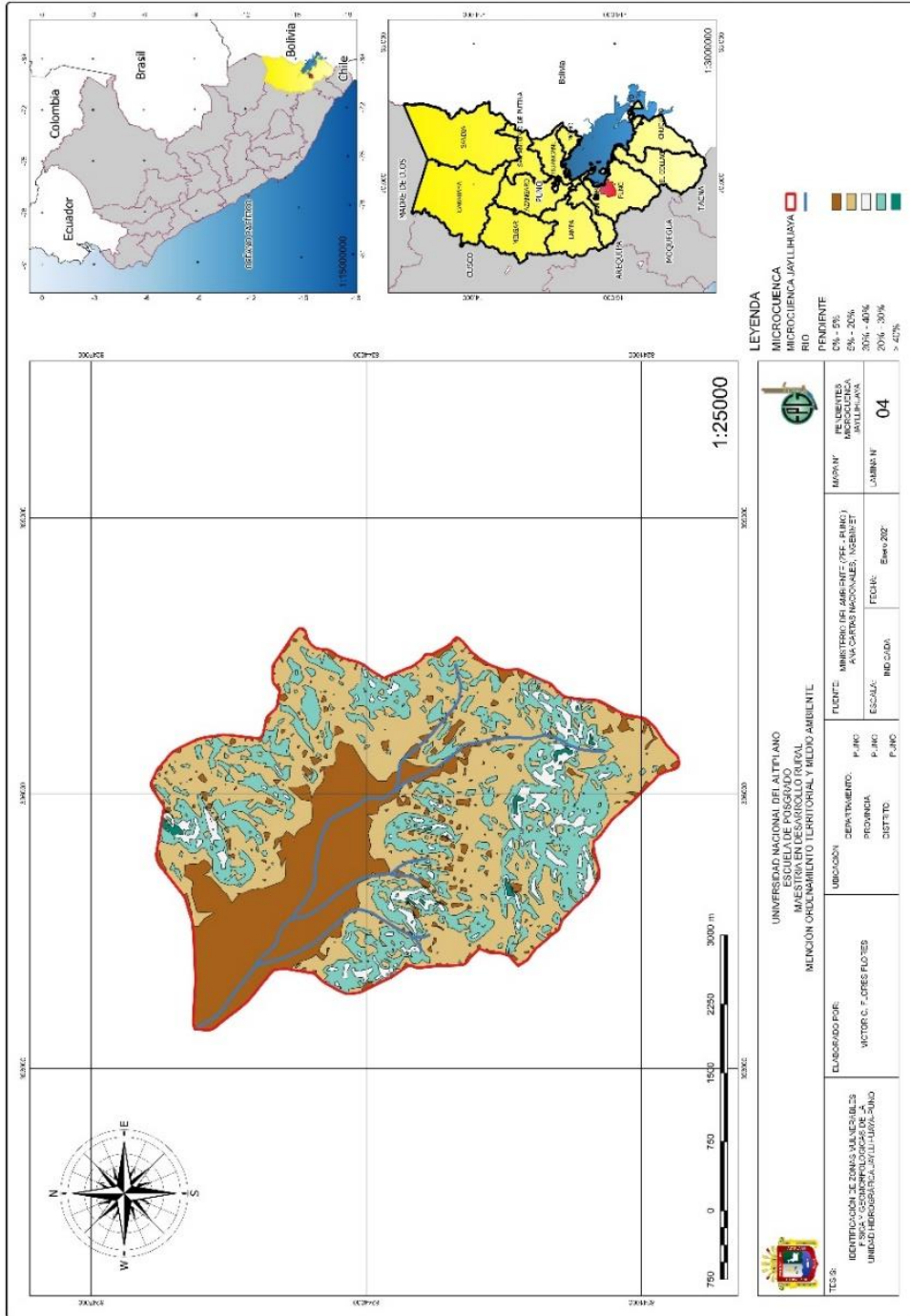


Figura 23. plano de pendientes

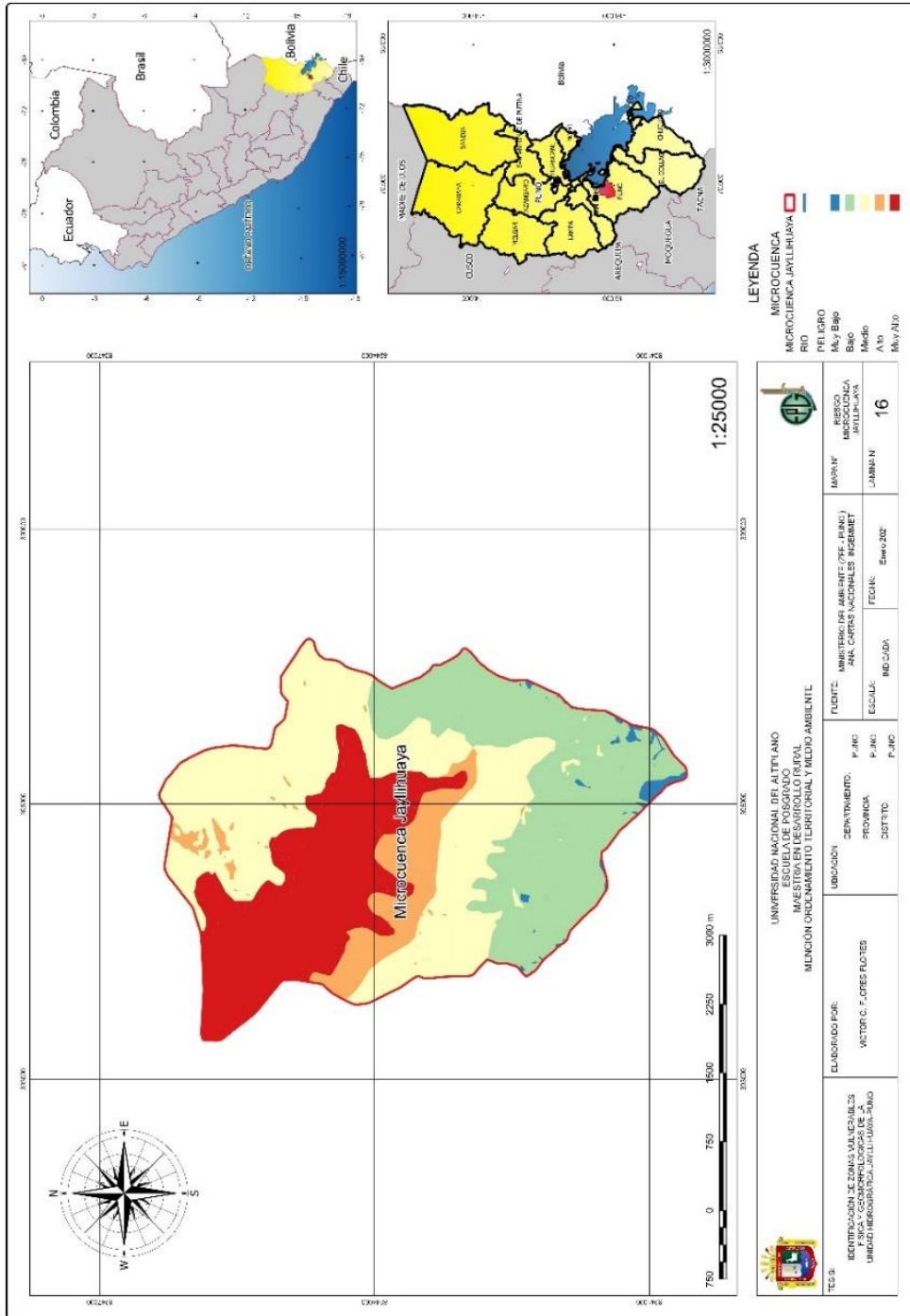


Figura 24. Plano de Peligro



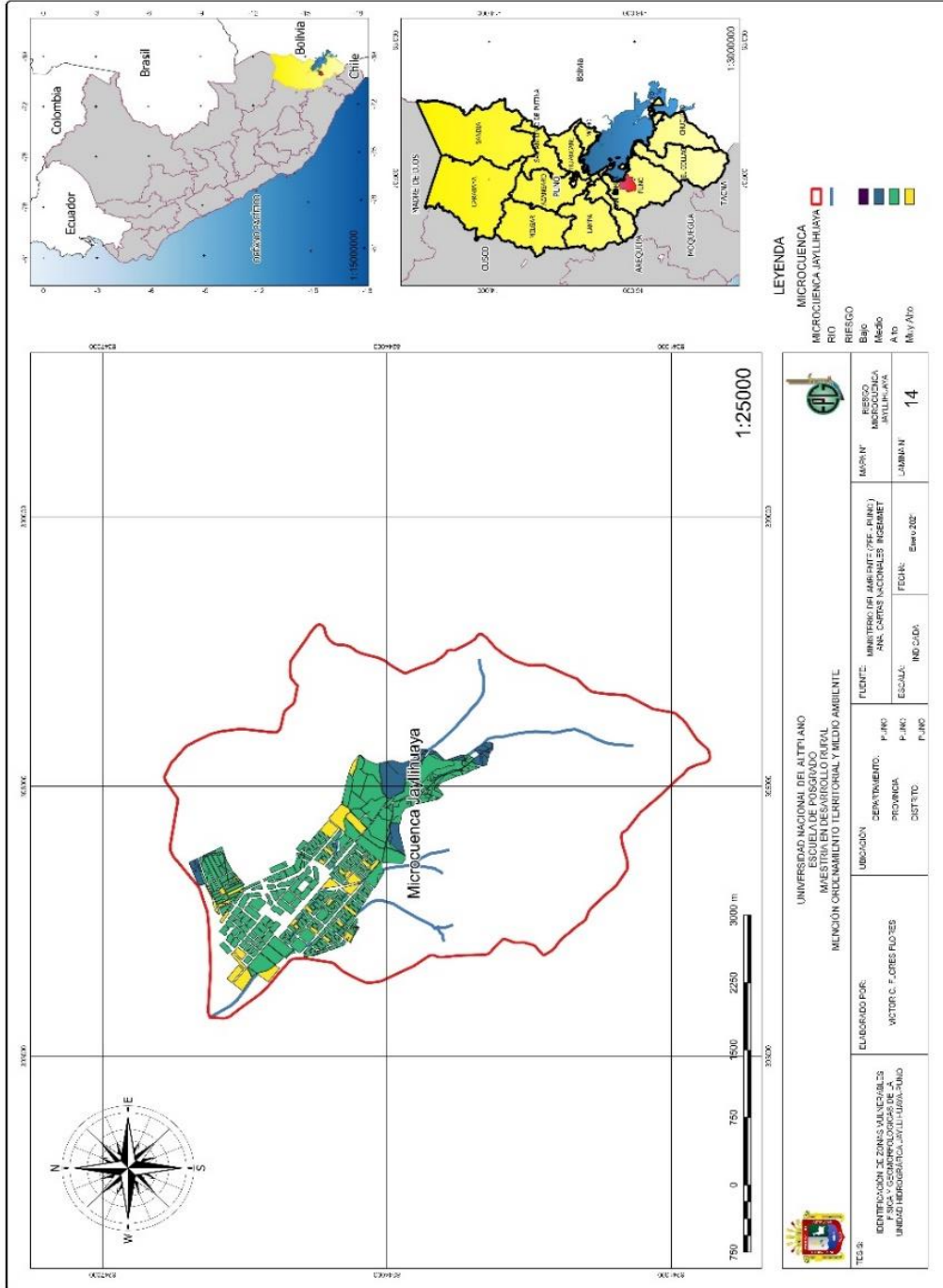


Figura 25. Plano de riegos



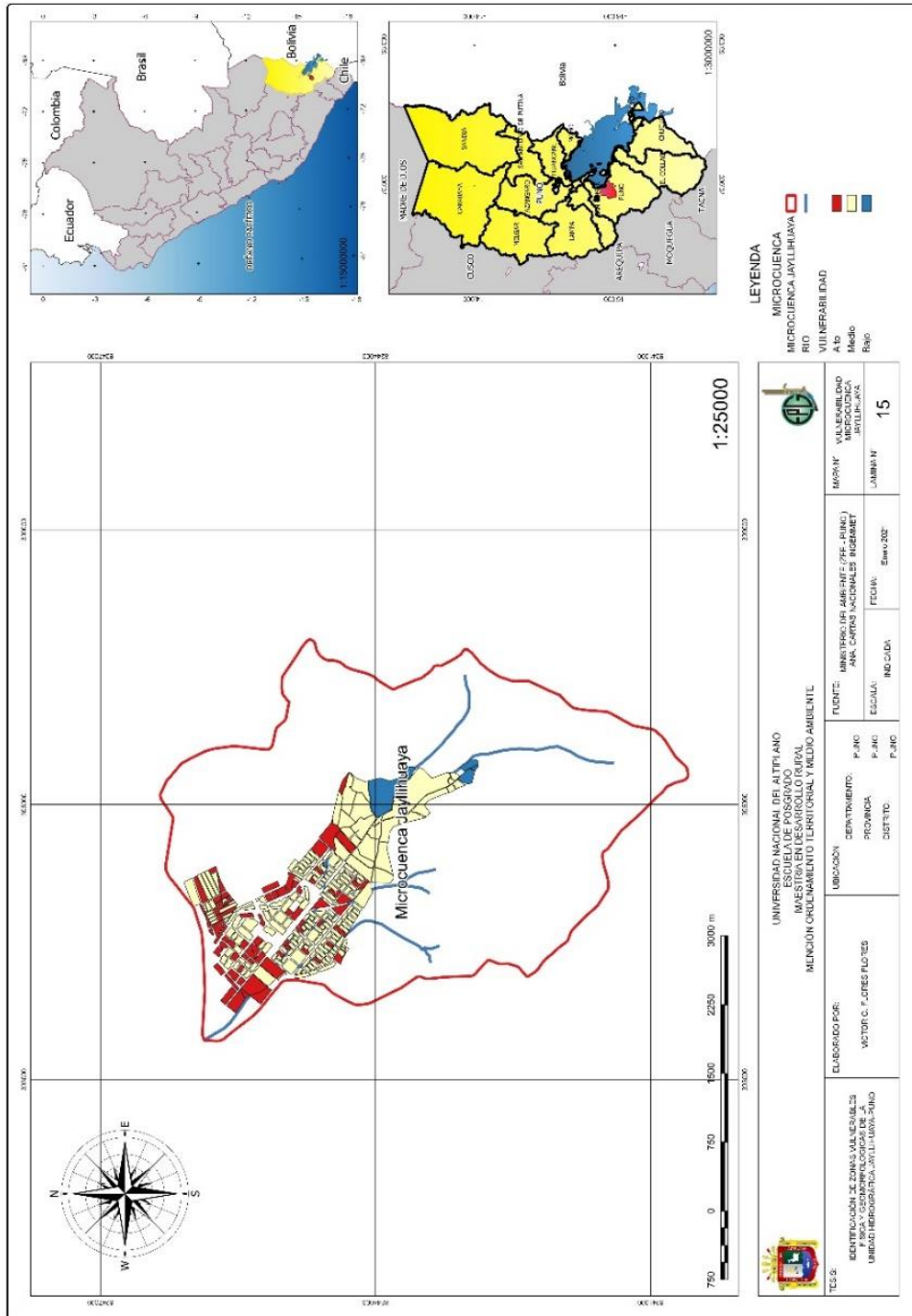


Figura 26. Plano de vulnerabilidad

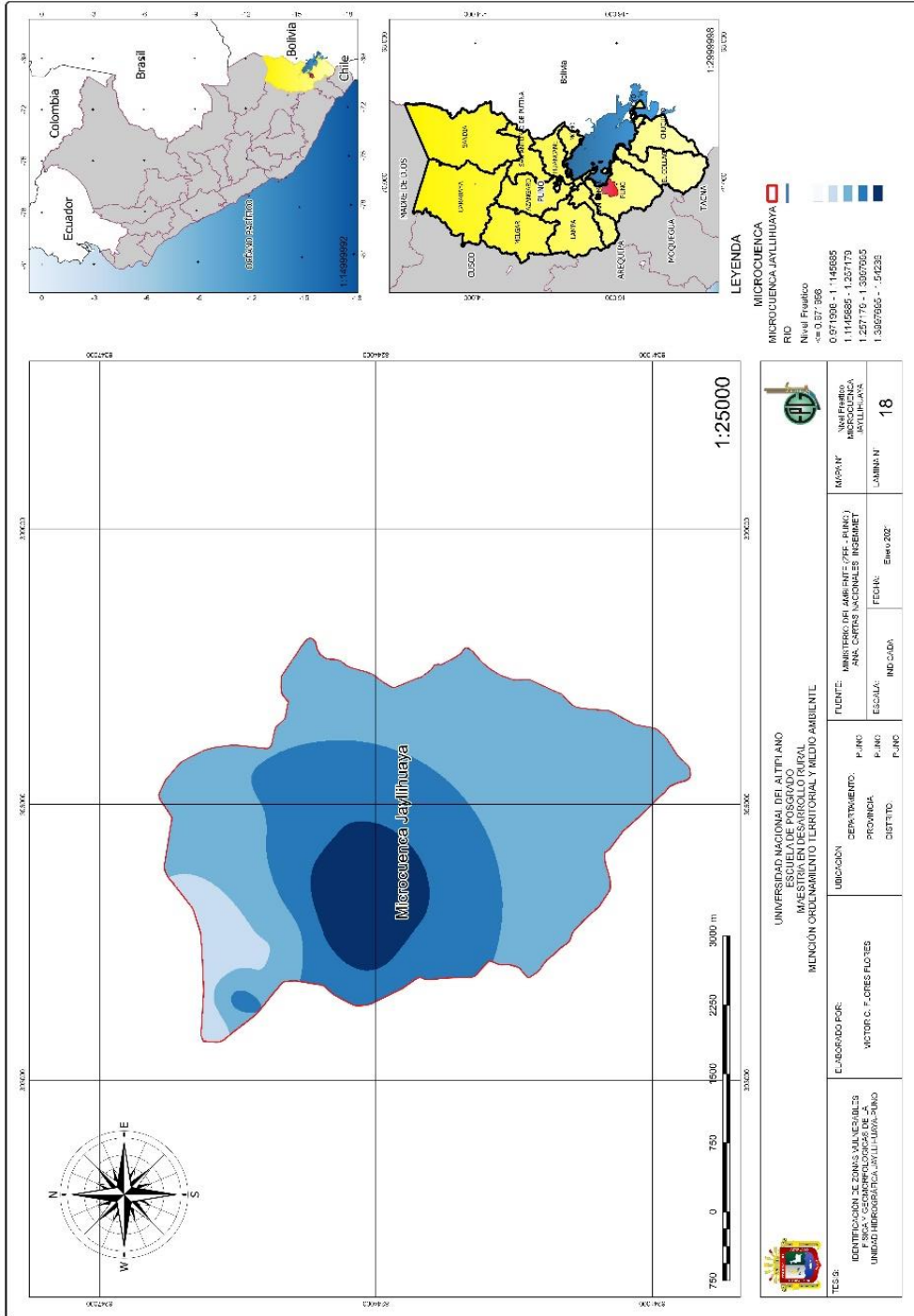


Figura 27. Plano de nivel friático

## 4.2. Discusión

Esta investigación tuvo como propósito de desarrollar un modelamiento geoespacial que permite identificar las zonas vulnerables de la microcuenca de Jayllihuaya ante la ocurrencia de precipitaciones anómalas, mediante la recopilación de información meteorológicos, se llegó adjuntar la base de datos necesarios para la modelación y representación de los mapas temáticos identificando las zonas de vulnerabilidad.

De acuerdo al crecimiento de las áreas urbanas de la ciudad de Puno y la migración del ámbito rural al ámbito urbano por encontrar la comodidad y de contar con una vivienda propia hacen la adquisición de áreas inundables asimismo construyen sus viviendas en áreas con alta vulnerabilidad.

En los mapas de peligro se identificaron cinco niveles de peligro como: muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo: en la parte muy alta están la habitación urbana de la microcuenca de Jayllihuaya y parte de salcedo. Los descriptores geológicos indican los tipos de formación: Depósitos, Aluviales, Formación Muñani, Grupo Puno Areniscas Feldespatos, Grupo Tacasa de Lavas y Brechas andesitas, Formación Umayo Lava Andesita. Dentro de la microcuenca se encuentran cinco descriptores de pendientes del 0-5%, 5-15%, 15-25%, 25-45% y > a 45%.

Se identificó cinco descriptores geomorfológicos: Altiplano inundable, Colinas altas fuertemente disectadas, sedimentarias de origen estructuradas, Conos volcánicos fuertemente disectados, Fondo de valle intercolinoso agradacional, Montañas bajas fuertemente disectadas, sedimentarias de origen estructural.

La parte vulnerable por inundaciones está en relación a las precipitaciones de los años de 1984, 1985, 1986, fueron altos 1135.68 mm, 1014.23 mm y 684.20 mm toda la microcuenca de Jayllihuaya, el nivel friático se encuentra por debajo 1.40m. en las zonas céntricas 0.90m. y 1.40m. las zonas de riesgo son ocupadas a raíz de la necesidad de contar una vivienda propia, quienes recurren adquirir terrenos con una alta vulnerabilidad, que fueron rellenados con material (Escombros).

La superficie semi plano de la microcuenca tiene una pendiente de 0% a 5% su formación estratigráfica, dando como resultado zonas vulnerables, así como se presentan en los



mapas temáticos: muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo. presenta una geología y geomorfología deficiente.

## CONCLUSIONES

Se realizó modelamientos geospaciales permitiendo la zonificación de las áreas vulnerables, el elemento clave para el modelamiento de fenómenos naturales como la presencia de precipitaciones anómalas y el tiempo de retorno que ocasiona las inundaciones en la parte baja de la bahía de lago Titicaca, se cuantificó mediante las imágenes satelitales, informaciones de precipitaciones históricas y visitas en situ se elaboró la base de datos geográficos, identificando las características físicas y geomorfológicas de la microcuenca

Determinándose las zonas de vulnerabilidad mediante las características físicas del área de estudio, tales como: factores condicionantes (precipitaciones anómalas y tiempo de retorno), factores desencadenantes (geología, geomorfología y pendiente), se identificó los factores de exposición, fragilidad y resiliencia del área de estudio donde el uso de suelo es inadecuado para la construcción de viviendas considerando los resultados fisiográfico y modelamiento, identificado zonas con presencia de arena y arcilla SUCS (ML, CL, SM, Pt, OL), diseñando así una base de datos de las zonas vulnerables de la microcuenca de Jayllihuaya.

Los mapas temáticos procesados y modelados de la información obtenida directa e indirectamente, para lo cual se utilizó las herramientas del sistema de información geográfica, a través del software QGIS. demuestra la existencia de nivel de riesgo.

los resultados integrados de estimaciones dependen de los factores: condición y desencadenantes en cualquiera de estos debido a que las intensidades de lluvia pueden afectar a las construcciones de viviendas.

los elementos determinantes para la identificación de las zonas vulnerables del área de estudio, cuyas características geológicas, geomorfológicas, e hidrológicas, está sujeta a comportamientos de fenómenos naturales y actividades antrópicas. la formación de la microcuenca de acuerdo a los resultados está expuestos a diferentes fenómenos de la naturaleza que son identificados en los mapas temáticos. los resultados de las informaciones determinados corresponden a la clasificación de niveles de áreas de vulnerabilidad de la microcuenca de acuerdo a los resultados de los mapas temáticos es



categorizada a efectos de inundaciones y la licuefacción, seguido de las áreas que tienen efectos de poca vulnerabilidad respectivamente son representados en mapas temáticos.



## RECOMENDACIONES

Conociendo esta dinámica de formación de los suelos, el profesional debe tener en cuenta las áreas vulnerables, considerando la capacidad portante del terreno para la construcción de viviendas, el nivel de la napa freática para planificar el crecimiento de las áreas urbanas de manera especial y local la posibilidad de conservación o mitigación en áreas naturales.

Se deberá implementar con el área de estudios con respecto a la zonificación considerando las variables de suelo e inundación.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, E. (2005). *Las Catástrofes y el Progreso de la Geotecnia. Madrid (Real Acade)* (Real Acade).
- Alvarado, U., & Paca, F. (2022). Ética del servidor público: revisión sistemática. *IGOBERNANZA*, 5(17), 90–106. <https://doi.org/10.47865/igob.vol5.n17.2022.169>
- Álvarez-Deulofeu, E., Beira-Fontaine, E., Cabrera-Castro, P., & Daoud-Mohamed, M. (2021). Estimación de costos adicionales por seguridad sísmica en proyectos de cimentaciones superficiales. *Minería y Geología*, 31(3).
- ANA. (2012). Delimitacion y codificacion de unidades hidrograficas del Perú. *Dirección De Conservación Y Planeamiento De Los Recurso Hídricos*, 104.
- Arévalo Carmona, M. I. (2018). Asentamientos informales, inundaciones y vulnerabilidad físico-espacial de la vivienda y el entorno inmediato: Caso de estudio Arroyo La Esmeralda en el Distrito de Barranquilla, Colombia. In *Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo*. <https://doi.org/10.5821/siiu.9136>
- Auvinet, G., Sánchez, J., & Pineda, A. R. (2019). Mitigación de daños ocasionados por grietas en el suelo. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 20(4), 1–8. <https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2019.20n4.046>
- Bailon, W. (2019). Auditoria informática al control y mantenimiento de una infraestructura tecnológica. *CIENCIAMATRIA*, 5(1), 73–87. <https://doi.org/10.35381/cm.v5i1.248>
- Bain, P. G., Milfont, T. L., Kashima, Y., Bilewicz, M., Doron, G., Garðarsdóttir, R. B., Gouveia, V. V., Guan, Y., Johansson, L.-O., Pasquali, C., Corral-Verdugo, V., Aragonés, J. I., Utsugi, A., Demarque, C., Otto, S., Park, J., Soland, M., Steg, L., González, R., ... Saviolidis, N. M. (2016). Erratum: Corrigendum: Co-benefits of addressing climate change can motivate action around the world. *Nature Climate Change*, 6(5), 538–538. <https://doi.org/10.1038/nclimate2990>
- Balica, S. (2007). *Desarrollo y aplicación de índices de vulnerabilidad a inundaciones para diversas escalas espaciales.* (UNESCO).



[http://unescoihfvi.free.fr/files/MSc\\_FVI\\_Stefania\\_Florina\\_BALICA.pdf](http://unescoihfvi.free.fr/files/MSc_FVI_Stefania_Florina_BALICA.pdf)

- Beguiría, S., Haro-Monteagudo, D., Palazón, L., & García-Ruiz, J. (2022). Interacciones montaña-llanura frente al cambio global: desafíos y oportunidades en la gestión del territorio y de los recursos hídricos en Riegos del Alto Aragón. *Pirineos*, 177, e072. <https://doi.org/10.3989/pirineos.2022.177005>
- Belon, E. (2022). *Análisis de riesgo por inundaciones y propuesta de mejora en infraestructura de protección en el centro poblado de Jayllihuaya, Puno - 2021* [Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/91367>
- Braz, A., Garcia, P., Pinto, A., Chávez, E., & Oliveira, I. (2020). Manejo integrado de cuencas hidrográficas: posibilidades y avances en los análisis de uso y cobertura de la tierra. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 29(1), 69–85. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v29n1.76232>
- Braz, A. M., García, P. H. M., Pinto, A. L., Chávez, E. S., & de Oliveira, I. J. (2020). Manejo integrado de cuencas hidrográficas: posibilidades y avances en los análisis de uso y cobertura de la tierra. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 29(1), 69–85. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v29n1.76232>
- Burgos, B., Cartaya, S., & Mero, D. (2019). Análisis de la vulnerabilidad a inundaciones de la parroquia Santa Ana de Vuelta Larga, provincia de Manabí, Ecuador. *Investigaciones Geográficas*, 98. <https://doi.org/10.14350/rig.59767>
- Cabrera, C. (2023). En búsqueda de la protección de los territorios Ambientales tipo Humedales: Una revisión documental. *Revista Oratores*, 1(18), 60–73. <https://doi.org/10.37594/oratores.n18.895>
- Cajigal, E., & Maldonado, A. (2019). Metodología para el análisis de vulnerabilidad ante inundaciones. Un ejercicio emergente ante el cambio climático. *Economía Sociedad y Territorio*, 543–574. <https://doi.org/10.22136/est20191342>
- Calderón, L. A. (2018). *Análisis de vulnerabilidad ante inundaciones en el barrio Mariano Álvarez ubicado en el municipio de San Marcos – Sucre*. Universidad de

Cordoba.

- Cardona, B. (2016). *Conceptos básicos de Morfometría de Cuencas Hidrográficas* (USAC). <http://www.repositorio.usac.edu.gt/4482/>
- Castro-Pérez, W., Rojas-Portocarrero, B., Moya-Durand, F., Hidalgo-Egocheaga, Claudia, & Barboza-Palomino, M. (2019). Percepción de riesgo ante las inundaciones en personas que habitan en zonas vulnerables de Lima, Perú. *Revista Cubana de Salud Pública*, 45(2). <https://www.scielosp.org/pdf/rcsp/2019.v45n2/e1190/es>
- Córdova, H. (2020). Vulnerabilidad y gestión del riesgo de desastres frente al cambio climático en Piura, Perú. *Semestre Económico*, 23(54), 85–112. <https://doi.org/10.22395/seec.v23n54a5>
- Cotler, H. (2007). *El manejo integral de cuencas en México* (Instituto). <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2008/06/El-Manejo-Integral-de-Cuencas-en-Mexico-segunda-edición.pdf>
- Duarte, F. (2015). Diagnóstico de la microcuenca los Amantes, cuenca grande de Zapaca. *Metrología*, 53(5), 1–116.
- Fuentes, O. A. (2016). *Análisis de riesgo a inundaciones en los caseríos morenas y carrizales del municipio de Ocos del Departamento de San Marcos*.
- García, D. (2022). *Suelos de expansión: posibilidad para la prospectiva territorial* [Universidad de Antioquia]. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/32665>
- Gómez, G. E. L. (2017). *Evaluación de los niveles de vulnerabilidad física de la cuenca del Río Nepeña 2017*. Universidad Nacional Santiago Antunez Mayolo.
- González, I., Farfán, M., Morales, L., Pérez, D., Garza, J., & Medina, A. (2023). Índices y modelos para la predicción de la ocurrencia de incendios forestales: una revisión para México. *Revista Geográfica de América Central*, 2(71), 193–219. <https://doi.org/10.15359/rgac.71-2.7>

- Gonzalo, W., & Paucar, M. (2014). *Análisis y estimación de un modelo probabilista de riesgo por inundación, aplicado a la microcuenca Llavini, distrito, provincia y región de Puno – Perú*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Hernández-Uribe, R., Barrios-Piña, H., & Ramírez, A. (2017). Análisis de riesgo por inundación: metodología y aplicación a la cuenca Atemajac. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 08(3), 05–25. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2017-03-01>
- Holguin, L., & Guillemes, Á. (2022). Los modelos de estimación de riesgo de desastres y la clasificación de sus niveles de riesgo. *South Sustainability*, e051. <https://doi.org/10.21142/SS-0301-2022-e051>
- Hurtado, J. (2022). *Evaluación de riesgos de inundación en áreas agrícolas y viviendas ribereñas por fenómenos hidrológicos de alta intensidad, Azángaro – Puno* [Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/96389>
- Llamas, J. (1993). *Hidrología General, Principios y Aplicaciones* (Universida). <https://libreria.tirant.com/es/libro/hidrologia-general-principios-y-aplicaciones-jose-llamas-siendones-9788475854359>
- Manual Para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naaturales - CENEPRED. (2014). Fenómenos Naturales. *Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción Del Riesgo de Desastres.*, 1–245.
- Montero, J. (2017). *Clasificación de movimiento en masa y su distribución en terrenos geológicos de Colombia*. Servicio Geológico Colombiano. <https://doi.org/10.32685/9789585978218>
- Morales-Muñoz, H. (2022). *Revisión de la literatura sobre la seguridad climática y la consolidación de la paz ambiental: riesgos y oportunidades en la región andina* (SSRC). <https://www.ssrc.org/wp-content/uploads/2022/10/Revision-de-Literatura-Seguridad-Climatica-Region-Andina-f.pdf>
- Muñoz, S., Bayona, M., & Yovera, J. (2021). Gestión de residuos de construcción y demolición, para mitigar el impacto Ambiental y preservar nuestros recursos

- naturales: Una revisión de la literatura. *Ecuadorian Science Journal*, 5(2), 100–106.  
<https://doi.org/10.46480/esj.5.2.90>
- Neciosup, J. (2022). *Estudio de inundación en el distrito de Sandia, provincia de Sandia, departamento de Puno* [Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo].  
<https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/4442>
- Olivera, Y., Guevara, S., & Muñoz, S. (2022). Revisión sistemática de la literatura sobre mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto adicionando fibras artificiales y naturales. *Ingeniería*, 27(2), e18207.  
<https://doi.org/10.14483/23448393.18207>
- Peña, M. A. (2017). *Modelamiento geoespacial para evaluar la vulnerabilidad ambiental, ante la ocurrencia de inundaciones, en la cuenca baja del Río Chillón, 2017*. Universidad Cesar Vallejo.
- Picardo, A., Soltero, V., Martín-Mariscal, A., & Peralta, E. (2022). Análisis de ciclo de vida en infraestructuras civiles: tendencias y retos futuros. *26th International Congress on Project Management and Engineering*.  
<http://dspace.aepro.com/xmlui/handle/123456789/3136>
- Quispe, G. (2023). *Delimitación de zonas vulnerables a inundaciones por caudales máximos en estrechamiento de cauces – sector Angasmayo rio Cunas, región Junín 2020* [Universidad Nacional del Centro del Perú].  
<http://hdl.handle.net/20.500.12894/9284>
- Ramos-reyes, R., Zavala-cruz, J., Gama-campillo, L. M., Pech-pool, D., Ortiz-pérez, M. A., Zavala-cruz, J., & Ortiz-pérez, M. A. (2016). (12)*Ramos\_VulnerabilidadInundacion*. 68(3), 581–598.
- Ramos, R., Zavala-Cruz, J., Gama, L., Pech, D., & Ortiz, M. (2016). Indicadores geomorfológicos para evaluar la vulnerabilidad por inundación ante el ascenso del nivel del mar debido al cambio climático en la costa de Tabasco y Campeche, México. *Sociedad Geológica Mexicana*, 68(3).  
[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-33222016000300581](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-33222016000300581)

- Reyes, A., Barroso, F., & Carvajal, Y. (2014). *Guía básica para la caracterización morfológica de cuencas hidrográficas* (Univalle).
- Rossello, E., Osorio, J., & López-Isaza, S. (2022). El diapirismo argilocinético del Margen Caribeño Colombiano: una revisión de sus condicionantes sedimentarios aplicados a la exploración de hidrocarburos. *Boletín de Geología*, 44(1). <https://doi.org/10.18273/revbol.v44n1-2022001>
- Rumbo-Camelo, E., & Díaz-Plaza, V. (2023). Análisis y Mitigación de Riesgos que afectan la Seguridad Física: una revisión. *Rices*, 1(1), 1–11. <https://revistas.universu.com.co/index.php/rices/article/view/5/4>
- Sanchez, D. (2022). *Vulnerabilidad ante inundaciones de las viviendas en la parte baja de los Baños del Inca – Cajamarca 2021* [Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/30435>
- Sandoval-Díaz, J., Navarrete, M., & Cuadra, D. (2023). Revisión sistemática sobre la capacidad de adaptación y resiliencia comunitaria ante desastres siconaturales en América Latina y el Caribe. *Revista de Estudios Latinoamericanos Sobre Reducción Del Riesgo de Desastres REDER*, 7(2), 187. <https://doi.org/10.55467/reder.v7i2.132>
- Santana-Robles, F., Granillo-Macias, R., Armas-Alvarez, B., & Beltrán, Z. (2023). Modelos matemáticos para la evacuación de personas en la cadena de suministro humanitaria: una revisión. *Ingenio y Conciencia Boletín Científico de La Escuela Superior Ciudad Sahagún*, 10(19), 48–60. <https://doi.org/10.29057/escs.v10i19.9902>
- UICN. (2009). Guía para la elaboración de Planes de manejo de microcuencas. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).
- Zevallos, N. (2023). Regiones Altoandinas y su vulnerabilidad socioeconómica: caso zona urbana de Puno. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 25(3), 179–189. <https://doi.org/10.18271/ria.2023.543>
- Zúñiga, J. (2020). *Evaluación de riesgo por inundación fluvial de la ciudad de Huancavelica, Perú* [Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga].



<http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3908>

## ANEXOS

### Anexo 1. PP cuencaa

PP_Cue												
nca												
Etiquetas de fila	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
1981	197.15	186.00	138.58	64.37	3.04	0.08	0.04	26.04	38.89	39.42	38.73	118.15
1982	223.10	82.06	115.14	51.94	1.98	0.49	0.34	2.96	96.84	76.64	76.32	36.44
1983	48.08	63.21	56.33	43.24	10.58	1.14	0.37	2.63	53.86	23.34	13.80	85.12
1984	310.09	264.45	195.77	30.16	12.36	4.75	2.35	21.28	2.52	72.32	92.86	126.76
1985	136.83	230.56	136.43	85.74	21.70	11.66	0.18	7.32	88.81	26.20	115.36	153.44
1986	189.14	233.49	211.93	94.90	2.90	0.04	6.17	11.06	56.04	10.92	22.96	144.65
1987	238.30	59.69	71.68	25.06	2.54	2.59	17.09	2.32	14.44	39.34	75.16	38.73
1988	209.33	72.83	231.68	77.50	23.78	0.11	0.25	0.02	26.22	53.20	13.22	116.37
1989	186.03	122.63	144.69	73.02	1.95	2.53	1.97	12.21	28.15	12.69	25.01	59.92
1990	177.99	40.57	62.26	32.54	10.93	29.48	0.00	13.77	17.50	87.41	81.42	98.94
1991	114.59	86.73	176.00	41.56	8.47	19.28	0.93	2.42	26.99	27.16	34.77	65.24
1992	115.92	85.96	35.10	28.86	0.01	2.14	3.24	37.73	2.77	36.36	34.13	75.51
1993	225.11	52.32	138.36	51.36	6.20	1.10	0.00	26.88	30.72	59.36	63.71	108.07
1994	175.41	142.45	123.80	91.84	15.90	0.48	0.10	0.20	12.22	20.05	48.95	118.08
1995	141.36	119.14	169.14	5.89	3.56	0.01	0.10	2.01	26.08	12.81	43.44	112.53
1996	267.39	134.86	91.72	42.89	2.31	0.00	3.34	16.01	10.42	9.86	66.94	119.09
1997	229.73	183.09	128.61	59.76	3.18	0.03	0.01	23.69	131.61	28.95	68.38	53.95
1998	161.11	101.63	116.98	26.84	0.06	3.57	0.00	1.41	5.34	30.20	47.39	39.37
1999	173.15	182.78	249.95	77.94	8.51	0.16	0.27	3.14	38.65	109.90	15.33	73.72
2000	215.29	178.98	128.38	17.14	3.80	1.35	1.17	14.76	17.79	79.62	6.64	97.68
2001	291.71	196.85	206.12	53.75	12.81	0.96	2.75	14.36	30.21	54.15	36.43	89.24
2002	131.34	167.81	172.31	73.33	18.52	7.95	19.35	18.26	24.98	66.74	57.05	118.27
2003	205.79	110.86	134.18	33.06	22.23	2.36	0.41	6.17	58.03	14.58	14.56	135.32
2004	239.77	123.99	100.29	24.56	3.32	0.34	10.93	35.98	38.90	6.18	26.34	66.19
2005	123.38	159.22	106.13	33.75	0.31	0.00	0.00	0.00	26.99	38.01	51.18	112.94
2006	302.53	64.36	157.93	32.89	1.46	0.74	0.04	2.70	35.06	31.67	55.61	89.10

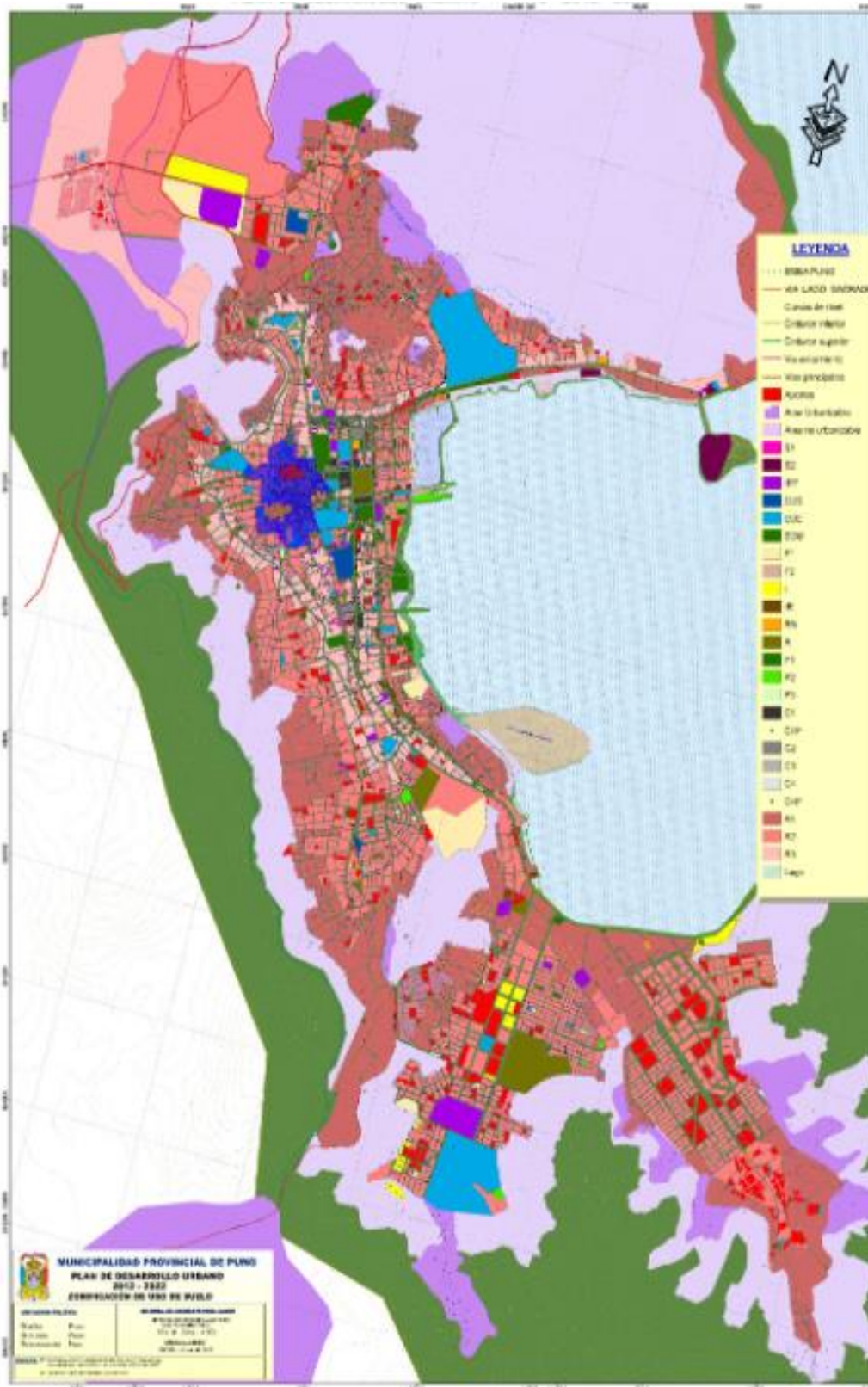


2007	98.00	102.50	214.08	54.41	9.13	0.02	3.02	3.20	105.28	48.49	47.44	80.95
2008	253.01	85.29	95.10	4.59	3.71	1.51	0.34	1.51	3.06	62.16	18.30	131.68
2009	149.57	135.27	142.49	67.86	0.77	0.00	2.87	0.00	22.11	28.99	73.95	81.10
2010	171.20	169.54	65.95	19.58	16.47	0.05	0.00	3.87	5.01	35.98	6.79	140.20
2011	138.04	215.27	134.56	32.76	8.50	0.00	5.09	0.08	50.92	17.27	42.02	180.84
2012	157.71	274.87	227.41	63.84	0.33	0.19	0.06	6.58	23.12	13.20	40.56	179.16
2013	195.13	170.41	136.26	11.31	16.90	9.14	4.16	10.87	7.73	35.21	49.50	141.27
2014	201.64	83.75	65.72	28.81	0.25	0.04	0.77	31.91	50.73	43.57	10.36	73.86
2015	149.17	119.70	222.69	120.90	1.28	0.13	2.01	5.59	54.30	51.19	29.38	55.87
2016	99.17	177.23	29.38	67.93	1.60	1.65	3.97	1.17	18.36	50.17	27.46	79.58
2017	294.47	112.93	137.99	41.44	30.33	0.65	3.68	0.00	89.68	59.57	22.23	78.56
2018	206.71	165.28	108.48	39.37	10.10	14.75	27.22	0.53	3.32	65.40	22.90	66.31
2019	156.51	104.27	67.13	45.00	14.90	1.65	5.34	0.00	52.66	56.03	82.47	96.95
2020	152.85	168.50	123.95	10.82	35.04	0.00	0.00	0.09	59.82	75.65	6.89	166.77
2021	221.42	85.24	162.89									
Total general	7674.22	5616.56	5533.56	1882.50	351.74	123.10	129.90	370.75	1486.16	1709.94	1705.93	4005.91



## Anexo 2. Planos

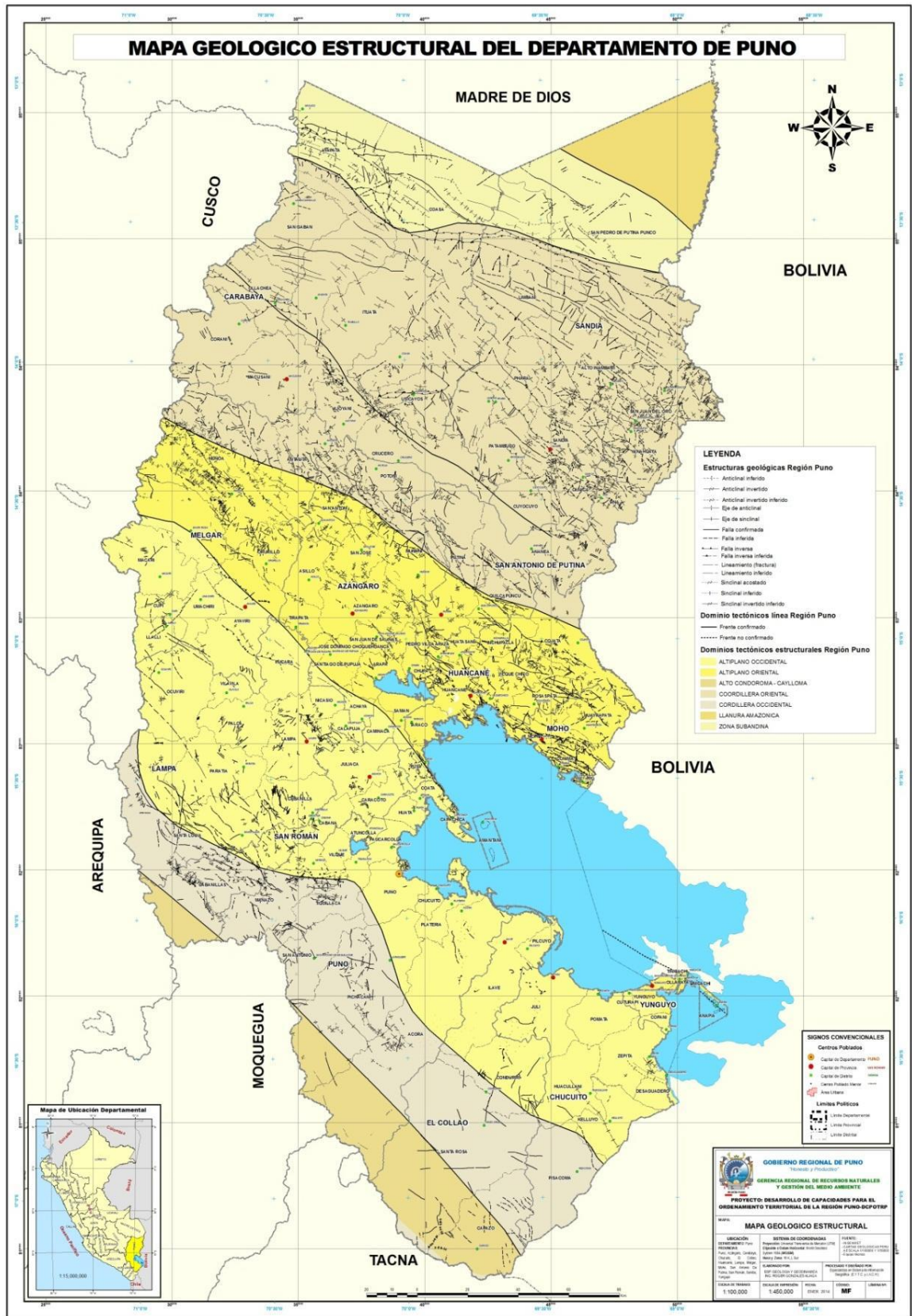
### MAPA 1 De la Municipalidad







MAPA 3. Geología Estructural



**Anexo 3. Eras geológicas**

ERA	SISTEMA	EPOCA	UNIDAD LITOESTRATIGRAFICA		SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
<b>CENOZOICO</b>	<b>CUATERNARIO</b>	Holoceno	Cuaternario Aluvial		Qh-al3	Gravas y arenas
					Qh-al2	Depósitos restringidos a lechos de río, gravas en matriz arenosa y limoarcillitas lenticulares
					Qh-al1	Gravas subangulosas mal clasificadas en matriz arenosa
					Qh-al	Gravas redondeadas y arenas mal seleccionadas en matriz limoarenosa
					Qh-coal	Clastos dispersos en conjuntos polimicticos con matriz de arena guijarrosa o grava arenosa, intercalada con arenas y limos poco gradados
					Qh-pa	Depósitos recientes con areniscas limoarcillitas, turba con niveles de diatomitas

		Cuaternario Fluvial	Qh-fl	Gravas redondeadas con buena clasificación en matriz arenosa
		Cuaternario Fluvio Aluvial	Qh-fa	Gravas de río y materiales de corriente con contenido de bloques en matriz areno limosa
		Cuaternario Travertino	Qh-tr	Travertino con laminación interna paralela en capas gruesas a medianas
	Pleistoceno	Cuaternario Fluvioglacial	Qh-fg	Gravas de río y materiales de corriente con contenido de bloques en matriz areno limosa
		Cuaternario Terraza diferenciada	Qh-t	Suelo archillo limoso y arenoso, marron claro, formando terrazas.
			Qh-t1	
Qh-t2				
Qh-t3				
Cuaternario Morrenico	Qpl-mo	Bloques y clastos polimicticos, depositados sin consolidación soportados por matriz limoarcillosa		

<b>NEOGENO</b>	<b>Plioceno</b>	Formación Madre de Dios	Qpl-md_s	Gravas con matriz arcillosa y areniscas y arcillas arenosas	
		Formación Azángaro	NQ-az	Arenas y limos poco consolidados con laminación paralela y sesgada, conglomerados	
		Grupo Barroso	Complejo Volcánico o Umayo	N-um/tqb,ab	Lavas traquibasálticas y andesíticas basálticas
				NQ-um/ab	Lavas andesíticas basálticas.
				NQ-Ba/u	Ígnea volcánica efusiva, grano fino, muy compacta
			Comp. Volcánico o Cacachara	NQ-ca/ap	Andesitas porfíricas
			Estrato Volcán Condore	NQ-co/an	Andesita porfírica
			Estrato Volcán Chila	NQ-chi/an	Andesita porfírica africa vesicular
			Estrato Volcán Huancarani	NQ-hu/ap+bx	Andesita porfírica gris oscura con intercalaciones de brechas

	Formación Arcopunc	N-Ba/ar	Ignea Volcanica explosiva, grano medio, compacta.
	Formación Casamien	N-Ba/ca	Tobas blanquecinas y rosadas
		NQ-co/v	Lavas andesíticas porfíricas afirítica de textura granular media
		Np-ba/aaf	Lavas andesíticas afaníticas
		NP-ba/ab/a	Andesita basáltica afanítica
		Np-ba/ap	Andesita porfírica
	Np-ba/dml-an	Domos de lava andesítica, estructura columnar	
Estrato Volcán Lallahua	Np-ba/ll-ab	Andesita basáltica de estructura laminar	
Formación Quenamari	Miembro Yapamayo	Np-ya	Tobas vitroclásticas de composición riolítica cohesionadas por recristalización durante su enfriamiento; amígdalas rellenas por calcedonia

			Miembro Sapanuta	Nm-sa	Tobas cristaloclasticas de composición riolitica con abundante pómez y matriz criptocristalina; amígdalas rellenas de calcedonia
			Miembro Chacacuniza	Nm-ch	Tobas litoclasticas y de lapilli de composición riolitica y dacitica con cristales de cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico y trazas de vidrio en matriz criptocristalina; amígdalas rellenas por vidrio; presentan estratos bien definidos
			Formacion Titan	Np-t	Limoarcillitas y limoarenitas blanquesinas, con estratificación laminar gradando a conglomerados polimicticos con clastos de cuarcitas y pizarras en matriz areanoarcillosa



			Formación Chichanaco	Np-ch	Guijas y guijarros arcillosos intercalados con limoarcillas y gravas con clastos de pizarra
			Formación Arco Aja	Np-ar	Conglomerado polimictico clastos mal clasificados en matriz arcillosa, areniscas y limoarcillitas
			Formación Taraco	Np-ta	Conglomerado de tipico de bloques redondeados friable, matriz de cantos guijarrosa arenisca fangosa
			Formación Capillune	Np-ca	Tobas retransportadas intercaladas con calizas marrones y blancas con materia orgánica
			Formación Yauri	Np-y	Limos laminados, capas de arenisca y capas delgadas de caliza crema

		Mioceno	Formación Sencca	N-se	Tobas retransportadas intercaladas con calizas marrones y blancas con materia orgánica
			Formación Confital	N-co/tbk	Toba de cristales
				Np-co/tbk	
		Np-co/tbks			
		Np-col/tb-s			
		Grupo Maure	Nm-ma/an	Intercalaciones de niveles de andesitas dentro de la facies sedimentaria, andesita porfirítica parcialmente fluidal, similar litología Tacaza	
			Nm-ma/sed	Areniscas limos rojos, niveles pelíticos intercalados, tobas retrabajadas y calizas solidificadas	
			Nm-ma/tb	Andesita porfirítica, volcanosedimentarios, niveles de tobas, areniscas, limos y pelitas	
			Nm-ma/tbk	Toba blanca de cristales, cuarzo y ceniza principalmente	

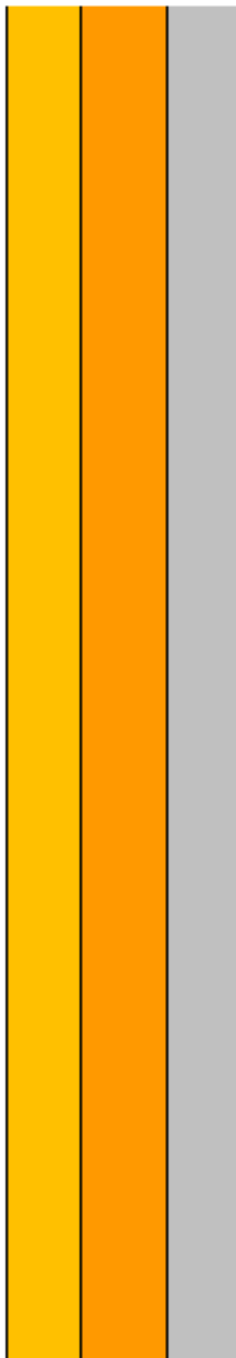
		Nm- ma/tbk+bt	Toba blanca de cristales, principalmente biotita, moderadamente soldado
		Nm- ma/vsed	Areniscas limos rojos, niveles pelíticos intercalados
		Nm-ma	Andesita porfírica, volcanosedimentarios, niveles de tobas, areniscas, limos y pelitas
Formación Santa Lucia		Nm-si/sed	Conglomerados polimícticos y Toba blanca de cristales
		Nm-si/tbk	Toba blanca de cristales.
Grupo Sillapaca	Formación Huenque	N-Sih	Toba de bloques con algunas lavas
		Nm-si	Lavas dacíticas andesíticas afaníticas a porfíricas de plagioclasa en una matriz gris oscura
		Nm-si/ap	Andesita porfírica con fenos de plagioclasa
		Nm-si/ap-plgbt	Andesitas porfíricas con plagioclasa y biotita

		Nm-si/ap+bx	Andesitas porfíricas, brechas, domos andesíticos y dacitas porfíricas
		Nm-si/ap+plg	Andesita porfírica con abundante plagioclasa
		Nm-si/bxm	Brecha monomictica silicificada
		Nm-si/dml-d	Domo de lava dacítica
		Nm-si/dp	Dacitas porfírica con fenos de plagioclasa
	Grupo Palca	Nm-pa	Toba lapilli blanca con abundantes líticos y biotitas
		Nm-pa/tbkx	Tobas de cristales y brechas
		Nm-pa/tbk	Toba blanca de cristales.
		Nm-pa/tbl	Toba lapilli ricos en líticos y biotitas
		Nm-pa/tb	Toba indiferenciada
		Nm-pa/tbk-cz	Toba soldada de cristales con abundante cuarzo
		Nm-pa/tbk+cz	Toba soldada de cristales con abundante cuarzo

			Nm-pa/tbka	Toba de cristalolíticas y vitroclásticas de composición riolítica dacítica con cuarzo plagioclasa y biotita, líticos volcánicos.
			Nm-pa/tbs	Tobas soldadas
			Nm-pa/tkl	Toba lapilli ricos en líticos y biotita
			Nm-pa/vsed	Volcanosedimentario, nivel de tobas retrabajadas, brechas
Formación Tinajani			Nm-ti	Areniscas, limoarcillitas y aglomerados gruesos de coloración rojiza
Formación Picotani			Nm-pi	Toba de cristales e ignimbritas de composición riolítica riodacítica, plagioclasa y biotita alterada
Formación Colquerane?	Grupo Maure		Nm-col/tbk	Toba de cristales
			Nm-col/vsed	Volcanosedimentario
			N-col/aa	Andesitas afaníticas
			N-col/ab	Andesita basáltica afanítica

<b>PALEOGENO</b>	<b>PALEOGENO</b>	<b>PALEOGENO</b>		Subvolcánico	NQ-Lla/ap	Lava andesítica porfíricas
				Llallahui	NQ-Lla/bx+ap	Lavas andesíticas brechas porfíricas gris pardas
					Nm-ta/an	Lavas de andesita porfírica oscuras con fenos de hornblenda.
					Nm-ta/bxp	Brecha volcánica polimíctica.
				Nm-ta/tb	Tobas blanquecinas	
			Formación Ipururo?	N-i	Lodolitas marrones claras moteadas y rojizas intercaladas con areniscas cuarzosas arcillosas de grano fino a grueso y lodolitas rojas a moteadas	
			Grupo Tacaza	Formación Chambira ?	PN-ch	Lodolitas marrón rojizas oscuras calcáreas. Lodolitas abigarradas gris verdosa a rojizas con concreciones calcáreas. Lodolita rojo ladrillo con intercalaciones de areniscas

			Formación Cayconi?	PN-ca	Basaltos gris oscuros muy erosionados en capas poco definidas
			PN-ta	Andesitas, andesitas basálticas, andesitas afaníticas, brechas polimícticas, textura vesicular	
			PN-ta/a-bx	Brechas volcánicas y líticos volcánicos sub angulosos y sub redondeados, en matriz arenosa tobácea verde y facies de lavas porfíricas	
			PN-ta/ap	Andesitas porfíricas	
			PN-Ta/in	Tacaza indiviso	
			PN-ta/ap-bx	Andesitas porfíricas y brechas	
			PN-ta/ap+bt	Andesitas porfíricas con abundante biotita	
			PN-ta/ap+plg	Andesitas porfíricas con abundante plagioclasa	
PN-ta/aph	Andesitas porfíricas hornbléndica				

	PN-ta/apv	Andesitas porfíricas algo vesicular, fenos de plagioclasas y hornblendas
	PN-ta/av	Andesitas vesicular
	PN-ta/bxm	Brechas monomíticas
	PN-ta/aaf	Andesitas afaníticas
	PN-ta/aaf+hb	Andesitas afaníticas con abundante hornblenda
	PN-ta/aaf+m	Andesitas afaníticas con máficos alterados
	PN-ta/aaf+pxn	Andesitas afaníticas con abundante piroxenos
	PN-ta/an,bx	Andesitas afaníticas intercaladas con brechas
	PN-ta/and-bas	Andesitas basálticas
	PN-ta/vsed	Volcanosedimentario arena volcánica brechas, lavas afaníticas, flujo de bloques y ceniza



				Volcánico o Carayccas	PN-tc	Andesitas y basaltos estratificados con intercalaciones con conglomerados y material volcánico de color verde		
				Formación Huayllillas	P-h	Lavas y brechas de naturaleza andesítica con vulcanitas y aglomerados grises		
				Formación Pichu	P-pi/an	Andesitas basálticas		
		P-pi	Andesitas basálticas, aglomerados de composición andesítica					
					Grupo Puno		P-pu	Conglomerados rojos polimícticos con clastos cuarcita y caliza
							P-pul	Areniscas polimícticas y limoarcillas rojizas
							P-pu4	Conglomerados con pedregones de naturaleza volcánica y calcarea.

		Paleoceno		P-pu/vsed	Conglomerados polimícticos con clastos de caliza y cuarcita, areniscas arcólicas y tobáceas	
			Formación Saracocha	Peo-sa	Conglomerados con clastos de cuarcita, calizas, volcánicos matriz arenolimosa, areniscas lutitas	
			Formación Pozo	P-p	Lodolitas de color rojo oscuras calcáreas	
			Grupo Huayabamba	Formación Yahuarango	P-y	Secuencia de areniscas arcólicas de color rojizo en capas gruesas a medianas intercaladas con lodolitas en capas delgadas de color rojizo y algunos niveles abigarrados
			Formación Muñani		P-mu	Areniscas arcólicas, lodolitas, limoarcillitas rojizas, conglomerados polimícticos

MESOZOICO	CRETACEO	Superior	Formación Auzangate		KsP-au	Areniscas arcólicas, lodolitas y limoarcillas de coloración rojiza.	
			Formación Vilquechico		Ks-vi	Limoarcillitas gris verdes intercaladas con limoarcillitas rojas	
					Ks-vi_i	Limoarcillitas grises con laminación interna paralela intercalado con niveles de limoarcillitas	
					Ks-vi_s	Areniscas cuarzosas blancas intercaladas con niveles de limoarcillitas	
			Formación Arcurquina		Kis-ar	Calizas grises micríticas con pliegues disarmónicos con presencia de fósiles	
		Inferior	Grupo Oriente	Formación vivian		Ks-v	Areniscas cuarzosas de grano fino a medio bien clasificadas en capas medias a gruesas con laminación cruzada
				Formación chonta		Ks-ch	Lodolitas grises con intercalaciones de limolita y caliza

			Grupo Moho		Kis-mo	Areniscas cuarzosas, lodolitas rojas bioturbadas, delgados niveles de calizas micríticas y espática en la base de color gris oscuro
				Formación Ayavacas	Kis-ay	Calizas micríticas laminares y bioturbadas, lentes de chert, arcillitas rojas y areniscas calcáreas
				Formación Viluyo	Ki-vi	Arenisca cuarzosa sacaroidea hasta rojizas, lodolitas y limoarcillitas
			Formación Murco		Ki-mu	Areniscas rojas laminares
					Ki-mu/y	Yeso con niveles de lodolitas rojas
			Formación Huancané		Ki-hn	Areniscas cuarzosas de grano fino a medio con estratificación sesgada y paralela
Formación Hualhuani	Gpo. Y.	Ki-hu	Areniscas cuarzosas blancas sacaroideas de grano fino a medio			

JURASICO	Superior	Formación Muni		JsKi-mu	Calizas micríticas y nodulares, dolomitas, calcarenitas, arenisca feldespática verde, limoarcillitas
				JsKi-mu1	Yeso con niveles de lodolitas rojas
				JsKi-mu2	Calizas micríticas y nodulares, dolomitas, calcarenitas, arenisca feldespática verde, limoarcillitas
		Grupo Lagunillas	Formación Tancacollo	JK-ig/t	Cuarcita blanquecina de grano fino
				JK-ig	Cuarcita blanquecina y arenisca arcósica, caliza fosilífera y lutitas negras.
		Formación Sipin		Js-si	Calizas pardas amarillentas con niveles de arenisca calcárea con laminación interna y nivel brechoso

			Medio	Grupo yura	Formación Gramadal	JKi-gr/mu Js-gr	Calizas mudstone, packstone intercaladas con calizas fosilíferas, lutitas negras y areniscas
					Formación Labra	Js-la	Ortocuarcitas gris claro masivas y ortocuarcitas con laminación oblicua horizontal y arcosas
						Js-la_s	
						Js-la_i	
					Formación Cachios	Jm-ca	Lutitas negras con slum, intercalados con niveles centimétricos de ortocuarcitas masivas.
Formación Puente	Jm-pu	Lutitas negras con slum, intercalados con niveles centimétricos de ortocuarcitas masivas.					
Formación Socosani	Jm-so	Calizas grises en bancos menores a 1 metro, mud y wake intercaladas con calizas arenosas gris claro.					

<b>PALEOZOICO</b>	<b>PERMICO</b>	<b>Superior</b>	Grupo Mita	PsT-mi	Areniscas arcólicas y grawackas intercaladas con limolitas rojas y verdes, niveles andesíticos
				Ps-mi	Lavas, brechas porfíricas de color rojo, yeso en algunos niveles
		Grupo Iscay	Ps-is	Fujos de lava tonos pálidos y tobas, areniscas arcólicas líticas en matriz de limolita, brechas	
		<b>Inferior</b>	Grupo Copacabana	Pi-c	Caliza micrítica espírica gris clara con niveles de dolomitas y calizas nodulares en la base
	<b>CARBONIFERO</b>	<b>Pensilvaniano</b>	Grupo Tarma	Cs-t	Calcarenitas beige a rojo con areniscas feldespáticas verdes intercaladas con calizas micríticas

<b>PERUANO</b>	Missisipiano	Grupo Ambo		Ci-a	Areniscas cuarzosas intercaladas con limolitas y lutitas, con materia orgánica y fósiles		
	<b>DEVONICO</b>	Inferior	Grupo Cabanillas		D-c/m	Areniscas y lutitas micáceas en estratos delgados laminares co presencia de fósiles	
					D-c/m1		
					D-c/m2		
					D-c/m3		
					D-ca	Lutitas gris oscuras intercaladas con areniscas cuarzosas	
	Di-ca						
	<b>SILURICO</b>	Superior	Formación Ananea		SD-la	Areniscas y limolitas en capas delgadas	
					Formación Chagrapi	SD-ch	Lutitas y limolitas finamente laminadas intercaladas con areniscas arcóscicas, fósiles
						SD-ch_i	
SD-cha							
SD-cha_i							
SD-cha_s							
<b>ORDOVICICO</b>	Superior	Formación San Gaban		Os-sg	Limoarcillitas grises y niveles diamigtíticos		



		Caradoc.	Formación Sandia		Os-s	Cuarzitas metaareniscas y pizarras en estratos gruesos a medianos con estratificación sesgada y estructuras ripple marks. En parte mediana cuenca con huellas de anélidos y en la parte superior estructuras de sobrecarga
		Llandeil.				
		Inferior	Formación Calapuja		O-ca	Pizarras limolíticas con fósiles, tope lutitas intercaladas con arenisca cuarzosa, dolomitas
		Llanvirn	Grupo San José	Formación Parampatá	Oi-p	Pizarras limolíticas y metalutitas fosilíferas
		Arenigian		Formación Iparo	Oi-i	Pizarras grises con alto contenido de pirita, fracturamiento astilloso, estructura chevron, y pizarras limolíticas con graptolites

**COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE UNIDADES VOLCÁNICAS E INTRUSIVOS REGIÓN  
PUNO**

ERA	SISTEMA	EPOCA	UNIDAD ESTRATIGRAFICA	SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
CENOZOICO	NEOGENO	Plioceno	Estrato Volcán Huancarani	NQ-hu/ap+bx	Lavas andesíticas porfíricas gris oscura con intercalaciones de brechas
				NQ-hu/bxm	Brecha monolítica
			Estrato Volcán San Miguel	NQ-sm/ap	Andesita porfírica gris oscura
			Subvolcánico	NQ-an	Andesita
			Estrato Volcán Colquerane	NQ-col/ap	Andesitas porfíricas con cristales de plagioclasa, cuarzo, biotita hornblenda
			Complejo Volcánico Umayo	NQ-um/dm	Ignimbritas y andesitas basálticas
				NQ-um/ab	Lavas andesíticas basálticas
				NQ-um/ig,ab	Ignimbritas y lavas andesíticas basálticas
				N-um/tqb,ab	Lavas andesíticas basálticas
			Comp. Volcánico Cacachara	NQ-ca/ap	Andesitas porfíricas
				NQ-Lla/bx+ap	Brechas y lavas andesíticas porfíricas
				NQ-Lla/ap	Lavas andesíticas porfíricas
			Estrato Volcán Condore	NQ-co/an	Lavas andesíticas porfíricas afírica de textura granular media
			Estrato Volcán Pinquillo	NQ-pi/ap	Andesitas porfíricas
				NQ-Pi/ap+bx	Andesita porfírica gris con intercalaciones de brechas
			Porfidos	N-ri	Riolita
				N-dml/po-ri	Domo lava de composición riolítica con cristales de plagioclasa cuarzo y biotita en matriz de feldespato potásico
			Subvolcánico Paconcahua	N-pa/la	Latiandesita
			Intrusivo	N-dm/an	Domo andesítico

			Subvolcánico Millasaque	Np-mi/t	Traquiandesitas y traquibasaltos
				Nm-co/tbbl	Toba de bloques de andesita en matriz de ceniza de color verde
			Intrusivo Surapata	Nm-su/ri	Riolita
			Intrusivo Ninahuisa	Nm-ri-ni	Riolita
			Intrusivo Santa Ana	Nm-sa/md	Microdiorita
			Intrusivo Yurac Apaceheta	Nm-yu/mgr	Monzogranito
			Intrusivo San Francisco	Nm-sf/mgr	Microgranito
			Intrusivo	Nm-gdi	Microcuarzodiorita
N-di	Diorita				
N-mzgr	Monzogranito				
N-pri	Pórfido riolítico				
N-gd	Granodiorita				
			Subvolcánico	Nm-da	Dacita
			Pórfido Labra	N-mgr	Monzogranito
			Porfidos	N-po	Pórfidos de plagioclasa y cuarzo
				N-dmr	Domo riolítico
Nm-po	Pórfido de cuarzo y fedespato				
Nm-ri	Pórfido riolítico				
N-gd/to	Granodiorita, tonalita				
N-po/ort-m	Pórfidos de ortoclasa y monzonita				
			Subvolcánico	N-dml/po-an	Domo Pórfido andesita
			Unidad Turpunta	N-tu/po	Pórfido riolítico
			Subvolcánico Catchane	N-ca/da	Dacita
			Subvolcánico Conejaja	N-co/po	Pórfido
			Subvolcánico Cruz Punta	N-cp/po	Pórfido
			Intrusivo Quijache	N-qui/po	Pórfido riolítico
			Intrusivo Carachupa	Nm-ca/prd	Pórfido riódacítico
			Unidad Tusini	N-tu/mc	Monzonita cuarcífera
			Intrusivo Cajani	Nm-ca/gd	Granodiorita
			Intrusivo San José	N-sa/tbk	Toba de cristales
			Intrusivo Colque	Nm-co/gd	Granodiorita
			Intrusivo	P-gd	Granodiorita
PN-gd					
PN-di	Diorita				
			Intrusivo Rosasane	PN-ro/di	Diorita
			Porfidos	PN-pa	Pórfido andesítico
PN-p/an	Andesita				

MESOZOICO	CRETACEO	Eoceno	Intrusivo Cocane	PN-co/po	Pórfido andesita	
			Pórfido	PN-p/an	Domo lava porfiritico con cristales de plagioclasa	
			Subvolcánico	PN-an	Andesita	
				P-da	Dacita	
			Intrusivo	P-czmd	Cuarzo monzodiorita	
				P-di	Diorita	
			Pórfidos	P-po	Pórfidos de plagioclasa y cuarzo	
		P-po/hb		Pórfidos con Hornblenda		
		Intrusivo Yacchota	P-ya/rd	Riodacita		
		Unidad Peccse	P-pe/di	Diorita		
		Paleoceno	Eoceno	Intrusivo	P-mg	Monzogranito
				Intrusivo Esquinani	P-es/di	Diorita
				Intrusivo cala cala	P-ca/to	Tonalita porfiritica
	P-ca/sgr				Sienogranito porfiritico	
	Unidad Yurac Apacheta			P-yu/mgr	Monzogranito	
		P-mgr				
	Paleoceno	Paleoceno	Intrusivo Tontoreque	P-to/la	Latiandesita	
			Intrusivo	P-la	Latiandesita	
			Intrusivo Livichaco	Po-li/si	Sienita	
			Intrusivo Chupa	P-ch/to	Tonalita porfiritica	
			Intrusivo Patabamba	P-pa/q/la	Cuarzolatita	
			Intrusivo Huaclani	P-hu/to	Tonalita	
			Porfidos	P-po/an	Porfido Andesita	
	P-an	Porfido Andesita				
Intrusivo La Raya	P-lr/gr.gd	Granito, granodiorita				
TRIASICO	CRETACEO	Superior	Intrusivo	KP-lan	Latiandesita	
				KP-gd	Granodiorita	
	JURASICO	Inferior	Intrusivo Conturene	Ki-co/gr	Granito	
						Inferior
Superior	Superior	Intrusivo Yanico	Tr-ya/gd	Granodiorita		

PALEOZOICO	PERMICO	Inferior	Intrusivo Arapa	Tr-ar/gr	Granito
			Intrusivo Kcenecata	Tr-kce/gd	Granodiorita, granito
			Intrusivo Huisoroque	Tr-hu/to	Tonalita
		Intrusivo San Gaban	PsTi-sg/gr	Granito	
		Intrusivo Aricoma	PTr-a/gr	Granodiorita	
		Intrusivo Ayapata	PsTi-a/gr	Granito	
		Plutones Graníticos	PTr-co/gr	Granodiorita	
		Intrusivo Utcuccacca	PTr-u/gr	Leucogranito	
		Intrusivo	PsTr-mzgr	Monzogranito y cuarzomonzonita	
		Intrusivo Jaccuyyata	PTr-ja/gr	Leucogranito	
		Intrusivo Limbani	PTr-li/gr	Granodiorita	
		Intrusivo Coasa	PsTi-co/gr.gd	Granito, granodiorita	
	PTr-coa/gr		Granodiorita		
	Unidad Versailles	Ps-vs/mc	Monzonita cuarcifera		
	CARBONIFERO			Intrusivo Collque Orco	C-si



Universidad Nacional  
del Altiplano Puno



VRI  
Vicerrectorado  
de Investigación



Repositorio  
Institucional

### DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo VICTOR CIPRIANO FLORES FLORES,  
identificado con DNI 01311600 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado  
DESARROLLO RURAL - ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y MEDIO AMBIENTE,

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:  
" IDENTIFICACIÓN DE ZONAS VULNERABLES FÍSICA  
Y GEOMORFOLOGICA DE LA UNIDAD HIDROLÓGICA  
JAYLLIHUAYA - PUNO "

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 27 de SETIEMBRE del 2023

  
FIRMA (obligatoria)



Huella





Universidad Nacional  
del Altiplano Puno



VRI  
Vicerrectorado  
de Investigación



Repositorio  
Institucional

### AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo VICTOR CIPRIANO FLORES FLORES  
identificado con DNI 01311600 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

DESARROLLO RURAL- ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y MEDIO AMBIENTE

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

"IDENTIFICACIÓN DE ZONAS VULNERABLES FÍSICA Y  
GEOMORFOLÓGICA DE LA UNIDAD HIDROLÓGICA JAYLLIHUAYA-  
PUNO

para la obtención de  Grado,  Título Profesional o  Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 27 de SEPTIEMBRE del 2023

  
FIRMA (obligatoria)



Huella