



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE EDUCACIÓN SECUNDARIA**



**LA HISTORIA DEL VULCANISMO EN EL ALTIPLANO DE PUNO**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. LOURDES LIZBETH MONROY PAYEHUANCA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**LICENCIADA EN EDUCACIÓN, ESPECIALIDAD DE**

**CIENCIAS SOCIALES**

**PUNO – PERÚ**

**2024**



NOMBRE DEL TRABAJO

HISTORIA DEL VULCANISMO EN EL ALTI  
PLANO DE PUNO

AUTOR

LOURDES LIZBETH MONROY PAYEHUAN  
CA

RECuento DE PALABRAS

20241 Words

RECuento DE CARACTERES

112873 Characters

RECuento DE PÁGINAS

103 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

1.9MB

FECHA DE ENTREGA

Feb 2, 2024 6:58 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Feb 2, 2024 7:00 AM GMT-5

● 17% de similitud general

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

- 17% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)

  
DR. JORGE A. ORTIZ DEL CARPIO  
DOCENTE FCEDUC  
ESP. CIENCIAS SOCIALES

  
  
Dra. Ruth Mery Cruz Huisc  
DIRECTORA DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  
FCEDUC - UNA



## DEDICATORIA

*A mis padres Martín y Olga, quienes han sido mi mayor fuente de inspiración y apoyo incondicional a lo largo de este viaje académico. Su amor y aliento han sido el faro que me ha guiado en cada paso.*

*A mi asesor de Tesis, jurados y profesores, cuya sabiduría y orientación han iluminado mi camino y enriquecido mi aprendizaje.*

***Lourdes Lizbeth Monroy Payahuanca***



## AGRADECIMIENTO

*Quisiera expresar mi profunda gratitud a todas las personas que han hecho posible la realización de esta tesis. Este proyecto no habría sido posible sin el apoyo y a la contribución de muchos.*

*A mi asesor de tesis, Dr. Jorge Alfredo Ortiz del Carpio, por su orientación experta, su paciencia y dedicación incansable. sus valiosas sugerencias y conocimientos han sido fundamentales en la realización de este trabajo.*

*A mis profesores Mgtr. Roger Melenio Calizaya Condori. Por sus comentarios y enseñanzas que han ampliado mi perspectiva y enriquecido mi comprensión del tema. Agradezco la generosidad con la que ha compartido su conocimiento.*

*Aprecio profundamente el tiempo que han dedicado para revisar, analizar y discutir cada aspecto de mi trabajo de investigación. Sus comentarios y sugerencias han sido invaluable, guiándome hacia una comprensión más profunda y una presentación más clara de mis ideas.*

*A mis padres y familia, que, por su apoyo incondicional, amor y comprensión. Gracias por ser mi mayor motivo en momentos de desafío y por alentarme a seguir adelante incluso cuando las cosas parecían difíciles.*

*Finalmente, agradezco a la vida misma por presentarme desafíos y oportunidades de crecimiento que han enriquecido mi experiencia académica.*

*Cada uno de ustedes ha dejado una marca imborrable en este viaje. Gracias por ser parte de este logro.*

**Lourdes Lizbeth Monroy Payehuanca**



# ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
<b>DEDICATORIA</b>	
<b>AGRADECIMIENTO</b>	
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	
<b>ACRÓNIMOS</b>	
<b>RESUMEN</b> .....	12
<b>ABSTRACT</b> .....	13
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	16
<b>1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	19
1.2.1. Problema general.....	19
1.2.2. Problemas específicos .....	19
<b>1.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO</b> .....	20
<b>1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	20
1.4.1. Objetivo general .....	20
1.4.2. Objetivos específicos .....	21



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

<b>2.1. ANTECEDENTES .....</b>	<b>22</b>
<b>2.2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>27</b>
2.2.1. Vulcanismo .....	27
2.2.2. Geología de los volcanes.....	34
2.2.3. Volcanes.....	35
2.2.4. Tectónica de placas. ....	41
2.2.5. Terremotos .....	48
<b>2.3. MARCO CONCEPTUAL .....</b>	<b>50</b>

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

<b>3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO .....</b>	<b>52</b>
<b>3.2. PERIODO DE DURACIÓN DEL ESTUDIO .....</b>	<b>53</b>
<b>3.3. PROCEDENCIA DE MATERIAL UTILIZADO .....</b>	<b>53</b>
3.3.1. Método bibliográfico documental .....	53
3.3.2. Observación participante.....	53
<b>3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO .....</b>	<b>54</b>
<b>3.5. PROCEDIMIENTOS .....</b>	<b>54</b>
<b>3.6. UNIDADES.....</b>	<b>55</b>
<b>3.7. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....</b>	<b>55</b>



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

<b>4.2. RESULTADOS</b> .....	56
<b>4.3. FORMACIÓN DE LOS VOLCANES</b> .....	56
4.3.1. La historia geológica del Altiplano Puneño .....	56
4.3.2. El comportamiento geológico del Altiplano .....	58
4.3.3. El comportamiento de las placas tectónicas en el Altiplano Puneño .....	58
4.3.4. Nacimiento de cordillera occidental.....	59
4.3.5. Volcanes y terremotos en el Altiplano colonial .....	61
4.3.6. Terremotos Coloniales .....	64
4.3.7. Volcanes del Altiplano Puneño.....	65
<b>4.4. ESTADO ACTUAL DE LOS VOLCANES</b> .....	65
4.4.1. Pojpoccollo – Conduriri .....	65
4.4.2. Choccoconiri – Juli.....	70
4.4.3. Willkahaxu – Rosaspata .....	74
4.4.4. Willkarani – Moho .....	76
<b>4.5. FORMACIÓN DE ROCAS ÍGNEAS Y AGUAS TERMALES</b> .....	79
4.5.1. Consecuencias de los volcanes.....	79
4.5.2. Desarrollo y uso de las aguas termales y minerales .....	83
<b>4.6. DISCUSIÓN</b> .....	85
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	89
<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	92



**VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**..... 93

**ANEXOS**..... 97

**ÁREA:** Interdisciplinaridad en la dinámica educativa: ciencias sociales

**TEMA:** Geografía regional y local

**Fecha de sustentación:** 31/01/2024



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1</b> Placas Tectónicas mayores y menores .....	43
<b>Tabla 2</b> Ubicación geográfica del estudio de los volcanes y aguas termales.....	52
<b>Tabla 3</b> Operacionalización de las unidades de investigación .....	55



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> Ubicación geográfica del estudio .....	65
<b>Figura 2</b> Elevaciones en Pojpoocollo - Conduriri .....	67
<b>Figura 3</b> Emanación de azufre .....	68
<b>Figura 4</b> Presencia de aguas termales en Pojpoocollo – Conduriri.....	69
<b>Figura 5</b> Ubicación geográfica de Choccoconiri.....	70
<b>Figura 6</b> Muestra de elevaciones en Choccoconiri .....	71
<b>Figura 7</b> Presencia de Silicio en las elevaciones de Choccoconiri .....	72
<b>Figura 8</b> Cráter del Volcán en proceso de formación de Choccoconiri.....	73
<b>Figura 9</b> Ubicación geográfica de Willkahaxu – Rosaspata .....	75
<b>Figura 10</b> Vista de Willkahaxu en Rosaspata – Huancané .....	75
<b>Figura 11</b> Vista del cono volcánico de Willkahaqsu – Rosaspata .....	76
<b>Figura 12</b> Ubicación geográfica de Willkarani - Moho .....	77
<b>Figura 13</b> Cráter del volcán extinto Willkarani – Moho.....	77
<b>Figura 14</b> Ubicación geográfica de Malcomayo .....	80
<b>Figura 15</b> Tufo volcánico en Cutimbo .....	80
<b>Figura 16</b> Ubicación geográfica de aguas termales en Puno .....	84



## ACRÓNIMOS

IGP:	Instituto Geofísico del Perú
INGEMEET:	Instituto Geológico Minero y Metalúrgico.
MINEDU:	Ministerio de Educación
UGEL:	Unidad de Gestión Educativa Local



## RESUMEN

El trabajo de Investigación “La historia del vulcanismo en el Altiplano de Puno”, se planteó con el objetivo de: conocer la historia del vulcanismo en el Altiplano de Puno, para alcanzar el objetivo, la Investigación se desarrolló ceñido al enfoque cualitativo, tipo o diseño descriptivo – Geográfico. Las técnicas de recojo de información fueron: observación participante, registro fotográfico y revisión bibliográfica. Los resultados demuestran que la región de Puno destaca una compleja geología volcánica, influenciada por la intersección de las placas Sudamericana y de Nazca. Por consiguiente, se presenta los volcanes actuales extintos y en formación como: Pojpocollo y Chococconiri, Willkahaxu y Willkarani los cuales muestran lagunas turquesas y actividad geotérmica y evidencias de lava volcánica; así mismo se describe la presencia de tufos volcánicos, los cuales evidencian actividad volcánica pasada, ofreciendo valiosa información geológica, como el caso típico de Malcomayo; la presencia del vulcanismo en el Altiplano puneño, advierte la presencia de movimientos sísmicos de carácter tectónico, los cuales deben ser consideración por los estudiantes, educadores y la sociedad en conjunta.

**Palabras clave:** Erupción, Tectonismo, Volcán, Vulcanología.



## ABSTRACT

The research work “The history of volcanism in the Puno Altiplano” was proposed with the objective of: knowing the history of volcanism in the Puno Altiplano, to achieve the objective, the research was developed following the qualitative approach, type or descriptive design – Geographic. The information collection techniques were: participant observation, photographic recording and bibliographic review. The results demonstrate that the Puno region highlights a complex volcanic geology, influenced by the intersection of the South American and Nazca plates. Therefore, the current extinct and forming volcanoes are presented such as: Pojpocollo and Chococconiri, Willkahaxu and Willkarani which show turquoise lagoons and geothermal activity and evidence of volcanic lava; Likewise, the presence of volcanic tufos is described, which evidence past volcanic activity, offering valuable geological information, such as the typical case of Malcomayo; The presence of volcanism in the Puno highlands warns of the presence of seismic movements of a tectonic nature, which must be considered by students, educators and society as a whole.

**Keyword:** Eruption, Tectonism, Volcano, Volcanology.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

Aunque la actividad volcánica en el Altiplano de Puno es casi escueta. En otras regiones del sur del Perú como Arequipa, Moquegua y Tacna son conocidas por su geología volcánica, ya que se encuentran en la parte occidental de la Cordillera de los Andes, una cadena montañosa que atraviesa América del Sur. Estas regiones han experimentado actividad volcánica a lo largo de millones de años. Si viene cierto la región de Puno se encuentra al medio de estas regiones con fuertes actividades volcánicas. Es cierto que no es tan prominente como en otras partes de Perú. Sin embargo, la presencia de volcanes cercanos puede tener implicaciones geológicas para la región del Altiplano Puneño. Lo cual da como referencia o consecuencia el nacimiento de los volcanes en el Altiplano Puneño como los que existen en Choccoconiri y Pojpoocollo. Además de ello se puede efectuar la actividad geotérmica en las áreas volcánicas a veces puede manifestarse en forma de fuentes termales.

Las situaciones indicadas, se presentan con mayor fundamento en los siguientes capítulos:

Capítulo I, aborda la introducción de la investigación, en este marco se despliega el planteamiento de la investigación, formulación del problema, justificación del estudio y objetivos de la investigación, aspectos que posibilitan la formación de los volcanes.

Capítulo II, señala a los fundamentos de la revisión de literatura, marco teórico y conceptual, cada una de ellas están fundamentadas desde las perspectivas de teorías-científicas que lo respaldan a la Investigación en función a la unidad de estudio, ejes de



análisis y sub ejes de análisis que adecuan un orden lógico del desarrollo de la presentación de los resultados.

Capítulo III, considera la parte metodológica de la investigación; basado en ubicación geográfica, materiales y métodos, tipo y diseño de la investigación; aspectos que posibilitaron en operativizar los resultados de los objetivos previstos de la investigación.

Capítulo IV, explica los resultados y discusiones de la investigación, basada en el desarrollo histórico y descripción sobre el nacimiento de los volcanes el Altiplano Puneño.



## 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El conocimiento del vulcanismo es un tema fundamental en los centros de estudios, desde el nivel más básico hasta el nivel más avanzado, como también para la población en general e incluso para los especialistas en el tema, ya que ello prevé muchas mal interpretaciones empíricas respecto a un lugar que posiblemente haya sido fruto del alguna actividad volcánica y por razones poco objetivas son mal vistas, conceptualizadas como maldito, entre otros, además el conocimientos del vulcanismo prevé las consecuencias nefastas que forman parte de los desastres naturales de diferentes magnitudes, esto hablando como de erupciones volcánicas (moderados o intensos) o movimientos telúricos (moderados o intensos) en un determinado lugar. La falta de información que puedan referir a específicamente al conocimiento de todo aquello que concierne al vulcanismo no siempre esta contextualizado, no siempre todo está descrito en una fuente de información que de alguna manera u otra facilite el aprendizaje y comprensión del mismo y más aún para la enseñanza en la educación básica. Este problema no solo es visto en el Perú o de manera local si no también es vista otras coordenadas del planeta, es así que por ejemplo Carrillo et al., (2021) hablando acerca de la manera de enseñar o la didáctica e importancia del vulcanismo (teniendo como una gran ayuda a los volcanes ya que ello ayuda a comprender muchos misterios de la naturaleza) a estudiantes de diferentes edades, se aprecia el problema que nos planteamos, esto en España y lo describe la problemática de la siguiente manera:

Aunque hay cada vez más observaciones constantes a cerca de los procesos eruptivos. Comúnmente su tratamiento se realiza a través de sus efectos, por lo que entender los procesos que los espolean y favorecen requiere de la confección de modelos adecuados a la edad de los estudiantes. A estas características habría que añadir su evolución a lo largo del tiempo geológico, su impacto en la historia



de la humanidad o cómo el vulcanismo contribuye a la conformación del relieve terrestre. (p. 3)

El problema identificado en la cita anterior se acerca también a lo que se plantea en la presente, ya que Carrillo menciona la problemática del conocimiento totalmente tangencial acerca del vulcanismo, esto claro por su gran complejidad para poder estudiar de manera más detallada, que sin embargo se torna en un gran problema ya que el conocimiento superficial lleva a la desprevisión (de las consecuencias de desastres naturales que tiene raíz en el vulcanismo) y la mitificación de algunas zonas que son transformaciones geológicas, un gran potencial, incluso para la didáctica de la enseñanza en geografía. El conocimiento tangencial mencionado se da en lugares donde pocas veces se ha registrado una información que sea como guía o una lumbre para clarificar todo lo empírico.

A nivel nacional (en el Perú) la problemática descrita con anterioridad no es ajena; tan solo al realizar una observación y análisis un tanto detenidas, podemos encontrar y decir que el estudio del vulcanismo es totalmente ajeno a los estudiantes de educación básica, especialistas, profesores y más aún para la población en general (quienes mitifican lugares de vulcanismo en el pasado). Las recientes erupciones volcánicas en el sur del Perú son las que recién desencadenaron la preocupación de los pobladores y las autoridades competentes, la tranquilidad cuando se desconoce no es una tranquilidad satisfactoria propiamente dicha y más aún cuando de eso depende la vida de muchas familias, por eso en el Perú el conocimiento de la presencia del vulcanismo es desconocida pero si esto continúa así, las consecuencias serán lamentables e irreversibles al nivel social y económico. (Samaniego et al., 2018).



Esto mismo al nivel regional (en el departamento de Puno) que es lo que incumbe al presente trabajo de investigación, se repite y con una abismal desconocimiento y despreocupación por la población, profesionales, docentes, estudiantes, entre otros, este desconocimiento de los lugares que posiblemente hace millones o miles de años atrás podrían haber sido volcanes en formación y se hay extinguido por diferentes razones, sin embargo el vulcanismo en el departamento de Puno si ha existido, y las muestras de ello podemos apreciar en las muchas manifestaciones del relieve terrestre altiplánico que simplemente se asemeja a una formación volcánica, sin embargo esos lugares de manera empírica son vistas como lugares encantados, malditos, donde los mitos están por encima de conocimiento objetivo, donde la tradición oral limita el acceso al conocimiento científico, estos lugares son por ejemplo: Pojpocollo en el distrito de Conduriri, Choccoconiri en Juli, Willqaksu en Rosaspata y entre otros, por ello se afirma contundentemente que el problema es una brecha abismal que separa el conocimientos objetivo y la población en general, esa brecha es la escasas de información que registra la actividad volcánica y la existencia de volcanes en diferentes estados, extintos, inactivos o activos en el departamento de Puno.

Las causas que podrían estar relacionadas a la problemática descrita son bastantes que sugieren como hipótesis, y están descritas también de manera tacita en los párrafos anteriores, sin embargo, las más directas son: Bajo interés de parte de las autoridades en el conocimiento de lugares que posiblemente hayan sufrido actividad volcánica. Compromiso escaso de los profesionales en el área, para estudiarlas y registrar tal acontecimiento geológico que seguramente cerraría la etapa mitológica del lugar. Confianza excesiva de la población en general de que poco o nada podría afectar el desconocimiento de tal ya que el departamento de Puno no está directamente en el arco volcánico activo del Perú, como lo son Tacna Moquegua y Arequipa.



Así mismo las consecuencias asociadas son diversas, no obstante, mencionaremos los más resaltantes como son: Escases de enseñanza en áreas que incumben a la vulcanología, en las instituciones educativas de la región. La ausencia de registros y documentación sobre eventos volcánicos pasados lleva a una falta de conciencia y comprensión de los riesgos asociados con la actividad volcánica en la región. La falta de documentos escritos dificulta nuevas Investigaciones científica sobre la actividad volcánica en la región.

A través de la presente Investigación se planteó indagar la historia del vulcanismo en el Altiplano puneño. Razones por la que en la actualidad las evidencias permanecen latentes justificando que la región de Puno es una zona volcánica, rescatar este recurso es fundamental para aportar a la geografía Regional y Nacional. Además de ello será útil como material de ayuda pedagógica para docentes y estudiantes de la región debido a la carencia de información con respecto al tema del vulcanismo.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. Problema general**

- ¿Cómo fue la historia del vulcanismo en el Altiplano de Puno?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Cómo son las formaciones de los volcanes en el Altiplano de Puno?
- ¿Cómo es el estado actual de los volcanes en el Altiplano de Puno?
- ¿Cuáles son las consecuencias vulcanismo en el Altiplano de Puno?



### **1.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

El Vulcanismo es un tema de la geografía física general y la geografía física del Perú. En tanto es modelador de la superficie de la tierra. Sin embargo, este tema no es tratada en materia de tema específico en nuestra zona del Altiplano puneño. En cuanto es una zona volcánica entendiéndose que la cordillera de los andes de la cordillera occidental es eminentemente volcánica. Por lo tanto, es importante para el estudio de la historia del vulcanismo porque es modelador y paisajístico, ya que nos presenta los resultados de las rocas ígneas y las aguas termales como consecuencia. Además, la presente Investigación pretende describir como fue el desarrollo geológico en la cuestión del vulcanismo en el sur del Perú partiendo desde Arequipa, Moquegua, Puno y Tacna. Este trabajo de Investigación tuvo como objetivo: describir la historia del vulcanismo en el Altiplano puneño, aportar al conocimiento de la geografía física local y regional tales como el comportamiento geológico de la región, Tectonismo y formación de los volcanes a través de los eventos geológicos e historias en la región de Puno. Asimismo, hay una justificación práctica por el hecho de que este estudio ayudará como material de apoyo a los educadores y estudiantes dentro de la región. La problemática que se pretende resolver es la escasez de información sobre los volcanes en la región de Puno. Además, tiene una justificación investigativa, ya que los resultados de este estudio pueden ser abiertos, ampliados con más ejes de análisis o variables, complementados o refutados en estudios futuros.

### **1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.4.1. Objetivo general**

- Conocer la historia del vulcanismo en el Altiplano de Puno.



#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Describir la formación de los volcanes en el Altiplano de Puno.
- Describir el estado actual de los volcanes en el Altiplano de Puno.
- Describir como consecuencia del vulcanismo la formación de rocas ígneas y aguas termales en el Altiplano de Puno.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES

Por medio de la Investigación se pretende presentar o identificar el número de volcanes en la región Puno, reconocer las evidencias geológicas los cuales dan testimonios de un acontecimiento geológico. Respecto al tema ya hay estudios que registraron este tipo de conocimiento si bien es cierto con objetivos distintos, pero que se asemejan en el tema del estudio, caso concreto son los siguientes estudios:

Muñoz et al., (2014), quien presenta un trabajo de investigación, con el objetivo de realizar el estudio de la estratigrafía volcánica del centro de emisión Yanahuara que fue explicado como el principal emisor de depósitos volcánicos durante la era de Mioceno en la zona. Por lo tanto, los resultados que muestra en el límite de la Cordillera Occidental del Altiplano del Sur del Perú, en zona de Descanso-Ocuviri-Lagunillas, Ayaviri-Lampa emergen depósitos de flujos piroclásticos del Mioceno Inferior que se caracterizan por sus grandes extensiones y edades. El autor llega a la conclusión de que los depósitos piroclásticos al Oeste del poblado de la provincia de Lampa podrían corresponder a este centro de emisión. El centro de emisión Yanahuara es conocido como un estrato volcán, ya que a pesar de la gran cantidad de flujos piroclásticos de pómez y cenizas expulsados durante su actividad (ignimbritas) no se hallaron indicios adicionales para catalogarlo como caldera (depresiones, circulares, domos resurgentes, etc.). Este estudio se realizó en la parte noroccidental del departamento de Puno que, de alguna manera, es un aporte al conocimiento de la vulcanología que se suma a la brecha de cerrar ese espacio entre el



conocimiento y la población, pero en la parte más al sur del departamento no se con mucha más trascendencia tal.

Detallando una erupción volcánica, ofrece una ventana única a la dinámica de estos eventos naturales. Algunos hallazgos proporcionan valiosa información sobre la magnitud, dispersión y características geoquímicas, enriqueciendo nuestro entendimiento en la fascinante y compleja disciplina de la vulcanología.

Mariño y Thouret (2003), realizaron un estudio sobre una erupción volcánica, publicando sus hallazgos en el Boletín de la Sociedad Geológica del Perú. Su objetivo era analizar la forma de un lóbulo generado por la erupción, destacando el eje mayor de dispersión. Los resultados mostraron que el lóbulo tenía un espesor variable de 2 a más de 4 metros, cubriendo alrededor de 806 km<sup>2</sup>. La columna eruptiva alcanzó una altura impresionante de 16.5 km, clasificando la erupción con un Índice de Explosividad Volcánica (IEV) de 4. El estudio de Mariño & Thouret brinda una valiosa comprensión de la dinámica eruptiva y las características geoquímicas de la erupción volcánica estudiada, contribuyendo significativamente al conocimiento en vulcanología en la regio de Puno.

Es crucial reconocer la relevancia de entender el comportamiento de un volcán, especialmente cuando su actividad podría representar un riesgo significativo para una ciudad. Hay un estudio realizado por Velarde & Rosario (2013), Aquí los autores se propusieron el objetivo de analizar el volcán Misti, ubicado al noreste de Arequipa, Perú, utilizando técnicas y métodos geofísicos con el objetivo de evaluar su comportamiento y los riesgos asociados, El volcán Misti, con su historial eruptivo, se ha identificado como una potencial amenaza para la ciudad de Arequipa. Los mapas de peligros, basados en evidencia geológica y hechos históricos, proporcionan una visión clara de los daños que



podría causar una futura erupción. El estudio también destaca la importancia de considerar la circulación de fluidos hidrotermales en el volcán Misti. Los cambios en la presión de la cámara, sino que también resalta la importancia crítica del monitoreo continuo en la gestión magmática podrían manifestarse en la presencia de fumarolas, aumento de temperatura, incremento en el volumen de descargas de vapor y cambios en su composición química. Dichos resultados subrayan la necesidad de monitorear de cerca las fuentes que controlan el transporte de fluidos en el sistema hidrotermal del volcán Misti. El estudio de Velarde y Rosario no solo contribuye al entendimiento del volcán Misti y sus posibles amenazas de riesgos volcánicos. Si bien es cierto que el estudio presentado dista un tanto del objetivo de la investigación, pero que es un complemento sobre la importancia de conocer todo aquello que concierne a la vulcanología o el estudio de ella que es a la que se asemeja el presente estudio.

En el fascinante campo de la vulcanología, la comprensión detallada de la actividad volcánica es esencial para mitigar riesgos y proteger comunidades cercanas. Diversos estudios científicos se han centrado en analizar diferentes aspectos de los volcanes, desde su comportamiento eruptivo hasta las características de sus productos emitidos. En este contexto, cada Indagación busca desentrañar los misterios de estos gigantes naturales, proporcionando conocimientos cruciales para la gestión de riesgos y la seguridad de las poblaciones aledañas. Samaniego (2010), llevó a cabo un estudio centrado en el volcán Ubinas, con el objetivo de describir las características petrológicas de los productos eruptivos emitidos en los últimos milenios, concluyó que la cronología eruptiva del volcán Ubinas exhibe un patrón claro de disminución del contenido de sílice a lo largo del tiempo. Tanto su composición química como la asociación mineral manifiestan una diferenciación progresiva entre erupciones más antiguas y más recientes. La Indagación de Samaniego destaca la importancia de entender las características



petrológicas para prever patrones de comportamiento futuro de un volcán. La evolución progresiva de la composición química y la asociación mineral entre erupciones ofrece información valiosa para evaluar el riesgo y tomar medidas preventivas adecuadas.

En el ámbito de la vulcanología, el estudio del impacto de erupciones pasadas es esencial para entender las consecuencias ambientales, sociales y culturales sobre las comunidades circundantes. En este contexto, el trabajo de Macedo (2018), presenta su Investigación con el objetivo de comprender el impacto ambiental, social y cultural de la erupción del Huaynaputina (1600 d.C.). Como conclusión, destaca que esta erupción fue una de las más grandes registradas no solo en Latinoamérica, sino en el mundo entero. El impacto se refleja en la disminución global de la temperatura en 1.3°C. La Investigación de Macedo resalta la importancia de comprender los efectos a largo plazo de las erupciones volcánicas en las comunidades. Además, subraya la necesidad de considerar el contexto histórico para evaluar adecuadamente el impacto ambiental y cultural de estos eventos naturales a lo largo del tiempo.

La Investigación en el ámbito de la vulcanología desempeña un papel crucial para comprender la estructura interna de los volcanes y prever posibles amenazas. En este contexto, Cruz (1978), con el objetivo de explorar su estructura interna y utilizando métodos prospectivos para analizar propiedades físicas del suelo a diferentes profundidades. El estudio fue publicado en la revista "Anales de la Real Academia Nacional de Medicina". La metodología empleada aborda la estructura interna del volcán mediante métodos prospectivos que permiten conocer propiedades físicas del suelo a diferentes profundidades. Se aprovechan las manifestaciones naturales del volcán, como la sismicidad volcánica, la deformación del suelo, la presencia de gases y fuentes termales, entre otros. Llega a la conclusión de que la ubicación y dimensión del reservorio magmático del volcán Sabancaya se sitúa entre 12 y 15 km de profundidad debajo del



volcán Hualca, con un radio aproximado de 1.5 a 2 km. La Investigación destaca la importancia de utilizar métodos prospectivos para comprender la estructura interna de los volcanes. Además, la colaboración entre distintos investigadores refuerza la validez y la profundidad de los resultados obtenidos, ofreciendo una visión más completa de la actividad volcánica en la región.

En el ámbito de la geología, la comprensión de la historia geológica de una región específica es esencial para desentrañar su evolución y características únicas. En este contexto, Obeso (2006), presenta su tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Geólogo, con el objetivo de realizar un estudio detallado sobre la geología jurásica en la costa del suroeste del Perú, específicamente en la región de Tacna. En conclusión, la región presenta características geográficas únicas y ha sido insuficientemente estudiada desde el punto de vista geológico. Con el estudio de Obeso podemos hacer una analogía con la región de Puno acerca de la importancia del estudio que se necesita realizar en el Departamento por razones casi similares ya que Obeso destaca la importancia de explorar geológicamente regiones menos estudiadas, como la costa del suroeste de Perú. Este tipo de estudios proporciona valiosa información sobre la historia geológica de la zona, contribuyendo al conocimiento general de la geología y permitiendo una mejor comprensión de los recursos y fenómenos naturales presentes en la región.

La recopilación de estudios vulcanológicos y geológicos ofrece una visión completa de la actividad volcánica en diferentes regiones del Perú. Desde la identificación de volcanes en Puno hasta el estudio detallado de centros de emisión específicos, cada Investigación aporta información valiosa sobre la estratigrafía, la estructura interna y el impacto ambiental de eventos geológicos. El enfoque en la región Puno destaca la importancia de reconocer y comprender la actividad volcánica a través de evidencias geológicas, abordando la necesidad de estudios detallados en zonas menos exploradas.



Las investigaciones específicas en Puno ofrecen una perspectiva detallada de erupciones volcánicas, desde la forma del lóbulo y la altura de la columna eruptiva hasta la variación en la composición química y mineral de los productos eruptivos. La exploración geológica para comprender la estructura interna de los volcanes, utilizando métodos prospectivos y manifestaciones naturales, es un tema central en los estudios recopilados. Asimismo, la relevancia de estudiar detalladamente la geología de regiones menos exploradas se destaca como un aporte crucial al conocimiento general de la historia geológica y los recursos naturales de la región. En conjunto, estos estudios ofrecen una visión integral de la vulcanología y la geología en diferentes regiones del Perú, abordando aspectos cruciales para la comprensión y gestión de riesgos volcánicos y la exploración geológica.

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

El marco teórico es, el soporte contextual de la investigación, incluye los trabajos e investigaciones que ya existen. Razón por la cual se realizó una recopilación a través de la búsqueda de información en diversas fuentes bibliográficas y los que continuación se van a citar. Esta sección presenta y examina las teorías existentes, modelos conceptuales, investigaciones previas y enfoques relevantes que proporcionan el contexto y la base teórica para el estudio que se está llevando a cabo. Esta sección es fundamental para situar la Investigación dentro de un marco conceptual más amplio y para demostrar la comprensión del autor sobre el estado actual del conocimiento en el área de estudio.

### **2.2.1. Vulcanismo**

Vulcanismo o Volcanismo es el proceso durante el cual el magma (del latín magma y éste del griego μάγμα, «pasta») emerge a la superficie terrestre de la tierra. Es el nombre que reciben las masas de rocas fundidas del interior de la



Tierra u otros planetas. Y sus gases asociados ascienden hacia la corteza. (Sieron , 1999, p.6)

Además de la anterior cita mencionada otro autor al hablar de vulcanismo menciona lo siguiente:

El vulcanismo es el proceso geológico más espectacular a la observación humana ya que ocurre en períodos cortos y muestra en forma categórica la actividad endógena. Corresponde a la erupción de magmas sobre la superficie terrestre, donde se enfría rápidamente bajo diferentes condiciones. (Elementos básicos de petrología ígnea, 2010, p. 1)

Es el proceso a través del cual se da el desplazamiento del magma desde el interior de la tierra, logrando muchas veces salir a través de una fisura a la cual denominaremos volcán, y la acumulación de ellos origina los diferentes tipos de relieve que podemos observar en la tierra (Alva , 2017).

El vulcanismo es un proceso geológico que involucra la ascensión y emisión de magma desde el interior de la Tierra hacia la superficie y la atmósfera. Este fenómeno, considerado como el más espectacular desde la perspectiva humana, evidencia la actividad endógena del planeta. Durante este proceso se puede emerger a través de fisuras, formando lo que conocemos como volcanes. La rápida solidificación bajo diversas condiciones da lugar a la creación de distintos tipos de relieve en la Tierra. En esencia, el vulcanismo es un fenómeno dinámico que moldea la geografía terrestre a través del desplazamiento y la erupción de magma.



### 2.2.1.1. Geología.

La geología es la ciencia que estudia la Tierra, sus materiales, los procesos que han dado forma a la Tierra a lo largo del tiempo y los fenómenos geológicos que ocurren en la actualidad. Por ello, (Siegfried, 2012), menciona refiere lo siguiente:

La geología es principalmente histórica, reconstruir los hechos que han acontecido desde la formación de la tierra hasta el presente, basados en el registro que ha quedado en las rocas y en los principios básicos, como los fenómenos que actúan ahora. La geología tiene también una visión futurista, en cuanto a la posibilidad de mitigar desastres mediante la planificación basada en los estudios del pasado. (pp.4-5)

Los geólogos estudian una amplia variedad de aspectos, como la formación de montañas, la actividad volcánica, la erosión, la sedimentación, la tectónica de placas, los recursos naturales (como minerales, petróleo y agua), los fósiles y la evolución de la vida en la Tierra a lo largo del tiempo geológico.

La tierra como planeta puede parecer inalterable, que haya permanecido siempre igual. Sin embargo, es un cuerpo dinámico muy complicado que está dócil tenazmente a la acción de los agentes atmosféricos y geológicos que modifican su relieve. Los procesos geológicos son las acciones y consecuencias que tienden a estar en las zonas externas e internas de la corteza y el manto. Indispensablemente en la interfase de la litósfera con la atmósfera e hidrósfera (que componen en



su conjunto la biósfera), se ocasionan los fenómenos de la Geodinámica externa, cuyo resultado es el modelado del relieve, en dos aspectos: destructivo y constructivo (Rivera, 2017, p.21). La geología dinámica hace el estudio de diversos procesos que originan cambios en la corteza terrestre. Estos cambios pueden ser:

- **Del tipo de degradación:** consiste en la destrucción de la superficie terrestre, también se incluye el concepto de denudación que consiste en el trabajo gliptogenético de devastación de los materiales de la superficie terrestre realizados por los agentes geológicos.
- **Del tipo de agradación:** es un proceso constructivo que forma una nueva superficie a través de la sedimentación de los materiales de la degradación, usualmente por el mismo agente o de nuevo material derivado del interior a través de las erupciones volcánicas.
- **Procesos de origen interno o endógenos**

Son aquellos que ocurren dentro de la Tierra y están relacionados con la dinámica interna del planeta. Son todos aquellos procesos que se originan en el interior de la corteza y manto, que extienden a la formación de nuevas rocas en condiciones de temperatura y presiones elevadas, que producen la deformación de los materiales (Rivera, 2017). Entre ellos destaca:

- **Magmatismo:** está relacionado con la actividad magmática, intrusiva y extrusiva, que da origen a la formación de rocas ígneas.



- **Metamorfismo:** son transformaciones físico-químicos de los materiales para dar lugar a las formaciones de rocas metamórficas.
- **Los movimientos de la corteza:** se manifiestan por la orogénesis o formación de montañas y por los levantamientos y hundimientos de regiones terrestres o movimientos epirogénicos, fondos marinos, diastrofismo, y los sismos. Los procesos internos son esencialmente de naturaleza constructiva, es decir que aumentan las elevaciones de la superficie terrestre.

Los procesos geológicos se refieren a los fenómenos naturales y las actividades que ocurren en la Tierra que dan forma a su estructura, composición y paisaje a lo largo del tiempo geológico.

- **Agentes geológicos:**

Son fuerzas naturales o procesos que actúan en la superficie de la Tierra y en su interior para dar forma y modificar la corteza terrestre a lo largo del tiempo geológico. Estos agentes son fundamentales para entender la geología y la evolución del planeta. Los principales agentes geológicos son:

- **Agentes externos** debe por sí solo efectuar la erosión, transporte y depositación de los materiales, es decir, a la vez que es destructivo también es constructivo. El ejemplo de estos agentes principales externos son los ríos, glaciares, olas, marinas, vientos, las aguas subterráneas.
- **Agentes o factores principales internos** son los flujos de calor (corrientes de convección), la presión litostática o de



confinamiento, la isostasia, los esfuerzos tectónicos, que dan lugar a los procesos geológicos internos.

El resultado de la acción está compuesto de ambos agentes es una sucesión de procesos que históricamente se han asimilado a un ciclo: unos agentes crean y otros destruye. Es lo que se llama ciclo geológico.

- **Ciclo geológico**

El ciclo geológico es una secuencia continua y repetitiva de eventos y procesos que ocurren a lo largo del tiempo geológico y que influyen en la formación, degradación y transformación de las rocas y las características geológicas en la Tierra. Estos eventos y procesos se suceden en un ciclo que se repite una y otra vez, a menudo a lo largo de millones de años (Rivera, 2017, p. 23).

Según, García (2001), “en tanto que la Tierra es un planeta cambiante, el ciclo geológico representa bastante más que una mera, y por otro lado supuesta, repetición periódica, tanto en el espacio como en el tiempo, de diferentes acontecimientos y/o situaciones” (p. 145). El ciclo geológico no siempre fue un proceso uniforme. Es decir, el planeta tierra no sólo es un sistema abierto, puesto que, además, la tasa de energía que fluye entre sus desemejantes sistemas no ha sido perpetuamente la misma a lo largo de su historia como planeta.

- **Las principales discontinuidades**

Las principales discontinuidades sísmicas son las interfaces en el interior de la Tierra donde se producen cambios abruptos en la velocidad de las ondas sísmicas. Estas discontinuidades son fundamentales para



comprender la estructura interna del planeta. Aquí se mencionan algunas de las discontinuidades más importantes según, (Alva, 2017) refiere lo siguiente:

- **Discontinuas de Conrad:** Está ubicada entre la corteza continental y la corteza oceánica entre unos 9 y 15 km. No se puede detectar con facilidad. Solo existe en las áreas continentales. Generalmente se asocia con un cambio en la composición de las rocas.
- **Discontinuidad de Mohorovicic:** Fue descubierta por el gran geólogo Croata Andrija Mohorovicic en el año de 1909. Él llegó a la conclusión de la presencia de un claro acrecentamiento en la velocidad de las Ondas sísmicas P y S en un punto que se encontraría a unos 32 km de profundidad. Las ondas sísmicas crecen su velocidad debido a una ampliación en la densidad de las rocas. Bajo ella, se inspecciona una zona de baja velocidad de las ondas que revelarían la presencia de rocas fundidas.
- **Discontinuidad de Repetty:** Está ubicado entre el manto entre el manto superior y el manto inferior, formándose una zona de transición a una profundidad de 700 km. Se debe a un cambio en la estructura de los materiales debido a la presión.
- **Discontinuidad de Gutenberg:** Descubierta por el especialista en geología americano Beno Gutenberg. En 1914 lo define y muestra como límite entre el manto y el núcleo. En esta zona la temperatura consigue alcanzar aproximadamente los 5000 °C. Por otro lado, se detecta a 2900 km de profundidad. Las ondas P comprimen



bruscamente su velocidad. Sin embargo, las ondas S dejan de propagarse a partir de ahí, entendiéndose que la capa inferior se encuentra en estado líquido.

- **Discontinuidad de Wlechert-Lehmann:** Se detecta a 5.100 km de profundidad, instituyendo el límite entre el núcleo externo y el núcleo interno. La velocidad de las ondas P aumenta de nuevo bruscamente, interpretándose como un estado sólido compacto de los materiales del centro de la Tierra. (pp. 270 – 271)

### 2.2.2. Geología de los volcanes

La Tierra, el planeta donde habitamos, es un sistema muy complicado que crece en el tiempo. Esta evolución comenzó a inicio hace un poco más de 4,500 millones de años, cuando la Tierra se condensó en una esfera, cuya superficie se enfriaba con relativa rapidez. La geología de los volcanes es un campo de estudio que se enfoca en comprender la formación, la actividad y la estructura de ellos. La tectónica de placas, manifiesta la formación de volcanes y el comienzo de los movimientos sísmicos. El área de la distribución de los volcanes extinguidos, volcanes actuales, y miles de conos volcánicos, así como de los hipocentros de los sismos coinciden con el borde de las placas litosféricas. Un volcán se define como aquel sitio donde emerge el material magmático o sus derivados, formando una acumulación que por lo frecuente toma una forma aproximadamente cónica alrededor del punto de salida. (De la cruz , 2013, p. 4).

- **Volcán:** Para desarrollar el tema del vulcanismo es importante comprender ¿qué es un volcán? Puesto que de ello deriva el termino vulcanismo. Por lo tanto, se dice que el volcán es una superficie de la tierra que posee una



grita conectada a la cámara magmática, generalmente son montañas con una pendiente bastante pronunciada la que se conoce como cono volcánico, al respecto Vega y LLanes (2021), definen al volcán:

Al mismo tiempo Linares et al.,(2004), señalan que:

Un volcán es un punto de la superficie terrestre por donde sale al exterior el material fundido (magma) generado en el interior de la Tierra y, ocasionalmente, material no magmático. Estos materiales se acumulan alrededor del centro emisor, dando lugar a relieves positivos con morfologías diversas. (p. 65)

### **2.2.3. Volcanes**

Los volcanes y sus erupciones manifiestan una de las manifestaciones más extraordinaria de la liberación de energía de nuestro planeta y constituyen uno de los fenómenos naturales más fascinantes que alcanzan observarse y que pueden poseer un impacto significativo sobre la sociedad, economía y el medio ambiente (Martí, 2021,p.2).

Los volcanes pueden tener diferentes formas y tamaños, y su actividad puede variar desde erupciones explosivas hasta emisiones más suaves de lava. Este proceso se conoce como actividad volcánica

Por otro lado, Ortíz (2013) refiere que:

Los volcanes son formas de relieve positivas que se forman por la acumulación de material magmático generado en el interior de la Tierra, en zonas del manto superior o de la corteza terrestre. Estos volcanes



ocurren en una amplia variedad de formas y tamaños como resultado de la interacción de procesos geológicos constructivos y destructivos. (p.193)

### 2.2.3.1. Estructura de un volcán

La estructura de un volcán según Ortiz (2013), se compone de varias partes, y esta puede variar dependiendo del tipo de volcán. Aquí se presenta una descripción general de las partes principales de un volcán:

- **Cono volcánico:** se forma por el depósito de material volcánico que emergió durante las erupciones. Este material se sitúa en torno al del cráter del volcán. Dependiendo del tiempo de vida de un volcán y la intensidad de las erupciones, el cono volcánico puede crecer considerablemente.
- **Cráter:** es una depresión en la cima del volcán que puede tener diversas formas y tamaños. Los cráteres volcánicos se forman de diferentes maneras y pueden ser el resultado de la actividad eruptiva del volcán. El cráter casi siempre está unido a una chimenea o un canal por donde ha emergido material (o saldrá),
- **Chimenea:** son los canales de salida al exterior de las lavas y de los productos sólidos y gaseosos. Éstos suelen ser recónditas fracturas que se comunican con la cámara magmática, los cuales se van ensanchando.
- **Conducto o chimenea:** es una estructura tubular que conecta la cámara magmática de un volcán con la superficie terrestre. Es a lo largo de esta estructura por donde el magma asciende desde la



profundidad de la Tierra hasta la superficie durante una erupción volcánica.

- **Domo:** Es un término morfológico, se trata de un cuerpo extrusivo de varias decenas de metros de altura que se genera cuando haya una extrusión muy lenta de lavas muy viscosas. Pueden crecer dentro de cráteres, en los flancos de un volcán o simplemente ellos mismos dan a la génesis de un volcán. Si un domo sigue creciendo puede colapsar y dar lugar a una erupción muy explosiva generando flujos piroclásticos.
- **Cono volcánico:** se forma por la acumulación de material volcánico expulsado durante las erupciones. Este material se emplaza alrededor del cráter del volcán. Dependiendo del tiempo de vida de un volcán y la intensidad de las erupciones, el cono volcánico puede crecer considerablemente.
- **Lava:** Mezcla de rocas derretidas y gases. Pueden estar almacenadas en profundidades de pocos kilómetros y su salida a la superficie terrestre nos da una erupción volcánica. (OVI, 2022).
- **Erupción Volcánica:** La erupción es el resultado de la llegada del magma a la superficie del planeta. Puede llegar directamente desde la zona de generación, situada a 70-100 Km. de profundidad, ascendiendo por fracturas abiertas durante fases distensivas de la corteza. Otras veces lo hace después de haber reposado en cámaras magmáticas, interviniendo en el inicio de la erupción diferentes procesos de desgasificación, mezclas de de la actividad tectónica. La actividad volcánica se clasifica en función del grado de



explosividad y está controlada por la cantidad de gas presente en el magma; a medida que aumenta es mayor la explosividad resultante.

Volcanes según su tipo de erupción: 1 hawaiana, 2 estromboliana, 3 vulcaniana, 4 subpliniana, 5 pliniana, 6 ultrapliniana (Mariño y Thouret, 2003).

La estructura de un volcán se define como la disposición y organización de las distintas partes que componen este sistema geológico. Un volcán es una formación terrestre que resulta de la actividad magmática debajo de la corteza terrestre.

#### 2.2.3.2. Tipos de emisiones volcánicas

Existen varios tipos de volcanes, Ortíz (2013) clasifica principalmente según su forma y el tipo de actividad eruptiva que presentan, se han distinguido seis tipos y son los siguientes:

- **Emisiones fisurales:** se producen a partir de largas fisuras o fallas corticales del tipo “rift”, que alcanza decenas de kilómetros. Este tipo de emisión volcánica por su menos espectacularidad, han merecido una menor atención; pero tiene una gran importancia, y un gran laboratorio en la historia de la tierra.
- **Las emisiones Hawaianas:** son mucho más difundidas; el cráter forma un lago de lava de unos 5 kilómetros de diámetro. Por esta grieta o factura al igual que por las demás brota el magma en cráteres a modo de lagos de lava que acaban por extraviarse en distintas fases. Como las grietas de la culminación son más activas, sin duda por su origen, el derrame toma una forma de cúpula



rebajada por las suaves pendientes que originan todas las emanaciones.

- **Las emisiones estrombolianas:** se caracteriza porque el lapso de tiempo de 15-20 min se origina una pequeña explosión, que por el cráter proyecta a la atmósfera jirones de lava incandescente, y en ocasiones lava muy viscosa o es coriácea. Después la chisnea se tapona porque la lava se solidifica hasta que los gases comprimidos la vuelven a reventar. Las emisiones forman un penacho encima del volcán, y por su peso los piroclastos caen en torno a él; esto unido a que las lavas, aún las de mayor envergadura se deslizan poco por las laderas, y son menos importantes, hace que este tipo de emisiones configura volcanes muy cónicos.
- **Las emisiones vulcanianas:** su mayor singularidad es ser sumamente explosivas, originando nubes aborbotoneadas – en forma de coliflor – oscuras compuestas ´por cenizas, vapor de agua y fragmento de roca. Tienen un carácter muy destructivo, que se debe a la consolidación de la chimenea de costras que impide la salida de magmas y gases.
- **Las emisiones peleanas:** es una de las emisiones más explosivas y aterradoras. Se origina, cuando un volcán en fase de reposos ha obliterado su chimenea por consolidación de su magma ácido una roca muy dura. Una vez que se inicia la actividad los gases encuentran taponada su salida. Se concentran y con gran presión intentan abrirse paso lateralmente, produciendo fuertes temblores de la tierra al originar una protuberancia lateral. Por su



acumulación acaban rompiendo la envoltura que los comprime con una violenta y fortísima explosión, que pulveriza las rocas que los amordazaba. El resultado es una nube ardiente y densa de ignimbritas.

- **Las emisiones Plineanas:** son también erupciones muy explosivas; pero se diferencian de las Peleanas en que los elementos que lanzan la atmósfera no se encuentran en ignición, aunque sin gran decadencia. El volcán puede estar proyectado en esta fase de erupción muchas horas piroclastos, pero de modo muy violento, semejante al Vesubio en el año 19879. De tal modo que producen una nube muy densa de penacho muy alargado y termina en forma de parasol, que alcanza una altitud que puede llegar a más de una decena de kilómetros.
- **Tipos de erupción:** en lo particularidad una erupción volcánica es meramente la emisión de cierto material desde el interior de la tierra, esta manifestación puede ocurrir de diferentes maneras. A esto los geólogos lo han llamado “estilo de erupción”. Como menciona Ortíz (2013), estos ocurren entre dos extremos según la naturaleza de la actividad y el comportamiento del volcán durante el evento: erupciones efusivas y explosivas.

Las erupciones efusivas son un tipo de actividad volcánica caracterizada por la emisión de lava de manera relativamente tranquila y la liberación de gases de manera menos explosiva en comparación con las erupciones más violentas. Pujadas et al., (1999), refiere lo siguiente:



Erupciones efusivas con emisión de grandes cantidades de lava. La actividad efusiva está asociada con frecuencia a los magmas básicos origina la formación de coladas o mantos de lava fluida. También se puede producir, de forma más excepcional, actividad efusiva es de composición ácida generando en este caso domos y pitones. Según el contexto estructural la actividad se puede clasificar como puntual, cuando emerge desde un punto concreto, o fisura, en el caso que la difusión de ésta se produzca a lo largo de una línea correspondiente a la fractura por la que haciende el magma. (p. 204)

Aunque las erupciones efusivas son generalmente menos peligrosas para las comunidades circundantes en comparación con las erupciones explosivas, aún pueden presentar riesgos, especialmente si la lava fluye hacia áreas habitadas. La monitorización y el estudio de estos eventos son fundamentales para comprender y mitigar los riesgos asociados con la actividad volcánica.

#### **2.2.4. Tectónica de placas**

La tectónica de placas en geología es una presunción fundamental que describe cómo la litósfera de la Tierra se encuentra dividida en placas tectónicas que se mueven y que interactúan entre sí. Esta teoría explica una amplia variedad de fenómenos geológicos y geofísicos, desde la formación de montañas y océanos hasta la actividad volcánica y sísmica.

Por ello, Tarbuck & Frederick (2005) menciona lo siguiente:



La teoría de la tectónica de placas es un paradigma de las ciencias geológicas que proporciona un marco para la comprensión del origen de las montañas, los terremotos y la actividad volcánica. Además, la tectónica de placas explica la evolución de los continentes y las cuencas oceánicas a lo largo del tiempo. (p. 35)

Las placas tectónicas se pueden desplazar lateralmente, puesto que, en la profundidad, deslizan por encima de una capa viscosa llamada astenósfera. Se ha podido establecer que estas muestran distintos tipos de límites laterales, de acuerdo con los procesos que acontecen a lo largo de ellos. Asimismo, se diferencian límites o márgenes deslizantes, divergentes y convergentes. En todos los márgenes mencionados (y en el interior de las placas) acontecen terremotos y erupciones volcánicas, en especial, en los convergentes y divergentes. (Iturralde, 2007, p. 50)

#### **2.2.4.1. Tectónica de placas**

Según Ortiz (2013), simplifica el concepto de tectónica de placas dividiendo en 6 placas mayores y unas cuantas menores. El número de placas estuvieron aumentando a través del tiempo de las eras geológicas con la multiplicación de células convectivas del manto y en la medida que se haya diferenciado del núcleo. La tectónica de placas está impulsada en gran medida por corrientes de convección en el manto terrestre. El calor interno de la Tierra provoca la ascensión y descenso de material en el manto, generando movimientos en las placas tectónicas.

#### 2.2.4.2. Números y evolución de placas

La evolución de las placas tectónicas sobre la Tierra es fortuita y llena de condiciones y percances. Existen placas que nacen en un instante y rápidamente crecen durante centenares de millones de años como la placa del Pacífico. Sin embargo, otras disminuyen de tamaño hasta desaparecer placas o disgregarse en otras menores como la placa de Farallon que originó las placas de Juan de Fuca, de Cocos y de Nazca (Fernández, 2019, p.331).

Según Ortiz (2013), antiguamente existían 6 placas mayores y muchas otras menores. Las placas mayores eran; Pacífico, Euro-asiática, africana, americana, Índica, o Indo-australiana y Antártica. Las placas menores llamadas también subplacas o microplacas eran; Nazca o Pacífica Este, Cocos, Caribe, Arábica, Filipinas, somalí, Pérsica, Escocia, Juan de Fuca, Fiji y Carolina.

Al presente existen las siguientes placas tectónicas en la superficie de la tierra con límites más o menos definidos, que se dividen quince placas principales o mayores y cuarenta y tres placas secundarias o menores:

**Tabla 1**

*Placas Tectónicas mayores y menores*

PLACAS TECTÓNICAS	
Placas mayores	Placas menores
- Placa Africana.	- Placa de Carolinas.
- Placa Antártica.	- Placa de las Marianas.
- Placa Arábica.	- Placa de Nubia.
- Placa de Cocos.	- Placa de Panamá.
- Placa de Juan de Fuca.	- Placa de Pascual.
- Placa de Nazca.	- Placa de Somali.
- Placa del Caribe.	- Placa de Timor.
- Placa del Pacífico.	- Placa de Tonga.



- 
- |                          |  |
|--------------------------|--|
| - Placa Euroasiática.    | - Placa del Altiplano.                 |
| - Placa Filipinas.       | - Placa de Juan Fernández.             |
| - Placa Indoaustraliana. | - Placa de Futuna.                     |
| - Placa Norteamericana.  | - Placa Birmania,                      |
| - Placa de Scotia.       | - Placa de Sándwich.                   |
| - Placa Sudamericana.    | - Placa del Mar del Salmón.            |
| - Placa Australiana.     | - Placa del Mar de las Molucas.        |
|                          | - Placa de Mar Egeo o Helénica.        |
|                          | - Placa del Mar de Banda.              |
|                          | - Placa de Manus.                      |
|                          | - Placa de Sonda.                      |
|                          | - Placa de cabeza de pájaro o Doberai. |
|                          | - Placa de Chiloé.                     |
|                          | - Placa de Arrecife de Conway.         |
|                          | - Placa de Arrecife de Balmoral.       |
|                          | - Placa de Anatolia.                   |
|                          | - Placa de Amuria.                     |
|                          | - Placa de los Andes del Norte.        |
|                          | - Placa Apuliana o Adriática.          |
|                          | - Placa de Bismarck del Norte.         |
|                          | - Placa de Bismarck del Sur.           |
|                          | - Placa de Gorda.                      |
|                          | - Placa de Iraní.                      |
|                          | - Placa de los Galápagos.              |
|                          | - Placa de Kermadec.                   |
|                          | - Placa de Niuafo'u.                   |
|                          | - Placa de Maoke.                      |
|                          | - Placa de las Nuevas Hébridas.        |
|                          | - Placa de Ojotsk.                     |
|                          | - Placa de Okinawa.                    |
|                          | - Placa Rivera.                        |
|                          | - Placa de Shetland.                   |
|                          | - Placa de Yangtze.                    |
|                          | - Placa Woodlark.                      |
|                          | - Placa del explorador.                |
- 

Nota: nombres de placas tectónicas mayores y menores

El proceso de subducción dio lugar a la falla de San Andrés en el litoral de California. Por la dirección del corriente y la velocidad de migración de las placas, se puede decir de las placas a consumirse en el futuro. Como las placas de Cocos, Nazca y el Caribe por debajo de la Placa Americana.



### 2.2.4.3. Movimiento de las placas

Las denominadas placas litosféricas van en movimiento una contra otra, teniendo en cuenta tres tipos de límites de placas que permiten estos movimientos. Steinmuller (2001), en el informe presente a INGEMMET, refiere los siguientes: divergentes, convergentes y de transformación. En los límites divergentes las placas se apartan mientras que en límites convergentes una placa pasa por debajo de la otra. Los límites divergentes se hallan en los dorsales oceánicos, lugar donde se forma una nueva corteza oceánica. Los límites convergentes vienen a ser las márgenes continentales, en el cual una placa oceánica pasa por debajo de una placa continental. Este proceso se llama subducción de placas. La prominencia y el enfriamiento del magma dan origen a los arcos magmáticos arriba de la placa continental activa o delante de ella. En la primera situación se trata de márgenes continentales activas, en el segundo de arcos insulares.

La placa americana tiende a moverse hacia al oeste, la placa Euroasiática hacia el Sureste, la placa Pacífica hacia al Noreste, la placa de Nazca hacia Este y la placa Indoaustraliana hacia el Norte. Por su orientación, las placas se mueven en sentido convergente, divergente y lateral. (Ortíz, 2013).

- Cuando las placas se mueven en sentido **convergente** (dirigirse a un mismo punto), colisionan o se introducen unas por debajo de otras.
- Cuando las placas se mueven en sentido **divergente**, como paso inicial se abren los rifts (espacios o fisuras), se separan las placas,



se producen la tensión, adelgazamiento y la ruptura de la corteza terrestre.

- Cuando convergen dos placas de diferentes densidades, una continental y la otra oceánica, se produce el proceso de subducción.
- Cuando dos placas continentales chocan cierran los océanos y por lo tanto crean plegamientos como Himalaya. Cuando dos placas oceánicas se separan originan y forman cordilleras mesoceánicas.

#### 2.2.4.4. Bordes de placas

**Bordes de consumo o contracción o destrucción:** es el tipo continental – oceánica. Es cuando el relieve se efectúe con la subducción de placas por debajo de otras (cabalgamiento). En esta zona se constituyen las fosas marinas, las fallas y se originan los movimientos sísmicos y volcanes.

**Bordes de colisión o de sutura:** son del tipo continental - continental. Está formada por el choque y sin consumo de dos placas continentales, que en lugar de consumirse se pliegan formando las alas montañas debido a las fuerzas compresivas y de resistencia, como ocurre con el sistema Himalaya.

#### 2.2.4.5. Tipos de placas

**Placas continentales:** son aquellas que sólo ocupan la litósfera continental.

**Placas oceánicas:** Estas placas están protegidas íntegramente por corteza oceánica de la Tierra, de composición básica: hierro y magnesio.



#### 2.2.4.6. Límites de placas tectónicas:

**Límites convergentes:** se trata cuando dos placas se encuentran en un mismo punto, hay dos casos distintos.

**Límites divergentes:** se extiende a lo largo del eje de las dorsales

**Subducción:** una de las placas se pliega o se introduce por debajo de la otra placa por diferencia de densidades de las placas tanto oceánica y continental.

**De la litósfera Continental:** es el caso que ocurre con la subducción de la placa de Nazca con respecto a la Cordillera de los Andes.

**De litósfera oceánica:** donde se desarrollan los edificios volcánicos, en arcos insulares.

**Colisión:** se origina cuando la convergencia facilitada por la subducción provoca aproximación de dos masas continentales.

**Límites de fricción:** la separación de dos placas por un tramo de falla transformante.

#### 2.2.4.7. Bordes activos de las placas tectónicas

Son las regiones de mayor actividad geológica interna del planeta. En ellas se encuentran:

- **Vulcanismo:** La mayoría del vulcanismo activo se genera en el eje de los dorsales, en los límites divergentes. Por ser submarino y de tipo fluido, poco violento, pasa por desapercibido.



- **Orogénesis:** Es decir, surgimiento de las montañas. Es simultáneo a la convergencia de placas tectónicas en dos ámbitos: donde ocurre subducción se levantan arcos insulares cordilleras, como la cordillera de los Andes ricas en volcanes. En los límites de colisión, el vulcanismo es escaso o nulo, y la sismicidad es particularmente intensa.
- **Sismicidad:** Suceden algunos terremotos intraplacas, en fracturas en regiones centrales y generalmente estables de las placas.

#### 2.2.4.8. La tectónica de placas, los volcanes y movimientos sísmicos

La tectónica de placas, explica la formación de volcanes y el origen de los movimientos sísmicos. El área de la distribución de los volcanes extinguidos, volcanes actuales, y miles de conos volcánicos, así como de los hipocentros de los sismos coinciden con el borde de las placas litosféricas.

Tar buck y Frederick (2005), sostiene que Donde las masas continentales se separan, se crean nuevas cuencas oceánicas. Mientras tanto, las antiguas porciones de fondo oceánico se vuelven a sumergir en el interior de la Tierra. Estos movimientos generan terremotos, provocan la formación de volcanes y la creación de las principales cordilleras montañosas de la Tierra

#### 2.2.5. Terremotos

Los terremotos pueden ser eventos destructivos y peligrosos. Pero también, desempeñan un papel crucial en la comprensión de la Tierra y la gestión de riesgos naturales, al respecto Sánchez (1994) define: “Un terremoto es un



movimiento o vibración repentina causada por la relajación brusca y súbita de energía, acumulada por deformación de la litósfera, que se propaga en forma de ondas sísmicas. Es por tanto un fenómeno transitorio” (p.18)

Los terremotos naturales son vibraciones de la tierra, ocasionadas por la liberación repentina de energía almacenada en las rocas, esta acumulación de energía se da por el sometimiento a grandes esfuerzos de la roca, por movimientos tectónicos a lo largo de una falla, movimientos que contraen las estructuras de la roca y una vez superada la resistencia de ellas estas se rompen súbitamente provocando las vibraciones que dan origen al terremoto. (Hernadández, 2012, p. 16.)

#### 2.2.5.1. Elementos de un terremoto

Los elementos de un terremoto no son objetos físicos, sino los factores clave que contribuyen a la ocurrencia de un terremoto. Estos elementos según, López (2015) son los siguientes:

- **Epicentro** es donde se siente el terremoto con mayor intensidad. El epicentro de un terremoto se establece de la siguiente manera: en los observatorios se determina el tiempo de arribo de las ondas primarias y secundarias, que se propagan con diferentes velocidades, la onda primaria con una velocidad mayor, y la onda secundaria con una velocidad menor. De esta diferencia en la llegada de las ondas primaria y secundaria, se puede deducir el tiempo el tiempo inicial del terremoto.
- **Hipocentro o foco** es el punto dentro de la Tierra donde se inicia la liberación de energía durante un terremoto. Se precisa como el punto



interior del planeta en el cual se produce el choque o vibración de las placas tectónicas, es decir donde se inicia el movimiento sísmico.

- **Ondas sísmicas** son las vibraciones de energía que se propagan desde el hipocentro hacia la superficie y a través de la Tierra. Estas ondas sísmicas son lo que causa la sacudida durante un terremoto. Al acontecer un sismo, tres tipos básicos de ondas provocan el temblor que se siente y causa daños; sólo dos se propagan en todas direcciones en el interior de la Tierra; por ello se les denomina ondas internas. La más rápida de éstas es la onda primaria u onda P, cuya velocidad cambia dependiendo del tipo de roca, entre 1,100 y 8,000 m/s. La segunda onda, llamada secundaria u onda S, viaja a menor velocidad que la P (normalmente entre 500 y 4,400 m/s). Mientras se propaga, deforma el material lateralmente respecto de su trayectoria. (p.10)

#### **2.2.5.2. Causas de los terremotos**

Los terremotos son causados por una serie de procesos geológicos que involucran la liberación de energía acumulada en la corteza terrestre. Por ello, Sánchez (1994) menciona: “Los terremotos más importantes son los tectónicos. Para éstos el modelo más relacionado es el de movimiento de una falla a base de desplazamientos bruscos de partes de la falla” (p.22).

### **2.3. MARCO CONCEPTUAL**

**Vulcanismo:** Conjunto de fenómenos relacionados con los volcanes y su actividad.



**Volcán:** Abertura en la tierra, y más frecuentemente en una montaña, por donde salen humo de tiempo en tiempo, llamas y materias ardientes o derretidas.

**Erupción:** Muestra de materias sólidas, líquidas o gaseosas por aberturas o grietas de la corteza terrestre, que puede ser imprevista y violenta, como en los volcanes, o lenta y serena, como en las solfataras.

**Cráter:** Depresión topográfica más o menos circular desarrollada por explosión volcánica y por la cual sale humo, ceniza, lava, fango u demás materias, cuando el volcán está en actividad.

**Magma:** Masa ígnea en fusión existente en el interior de la Tierra, que se suministra por proceso de enfriamiento.

**Lava:** Materia fundida que sale de un volcán al tiempo de la erupción, creando arroyos encendidos. Fría y en estado sólido, se emplea en la construcción de edificios y en otros usos.

**Caldera:** Depresión de grandes dimensiones y con paredes escarpadas, originada por erupciones volcánicas muy intensas.

**Fumarola:** Grieta de la tierra por donde emergen gases sulfurosos o vapores de agua repletos de algunas otras sustancias.

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO

El trabajo de Investigación se realizó en la región de Puno, en las localidades de: provincia Del Collao distrito de Conduriri (Pojpoccollo), provincia de Chucuito distrito de Juli (Choccoconiri), provincia de Huancané distrito de Rosaspata (Willkahaxu).

Ubicándose rocas ígneas en emersión en Malcomayo a 17 km de la provincia de Puno. Todas ellas se deben como consecuencia de que la superficie de la tierra del Altiplano está habitualmente subyacente sobre aguas termales que indica que al interior de la tierra existen focos calientes de movimientos de magma que permiten el nacimiento de los volcanes y la presencia de aguas termales.

**Tabla 2**

*Ubicación geográfica del estudio de los volcanes y aguas termales*

LUGARES DE ESTUDIO		
Mapa de puno	Distrito	Ubicación geográfica
	Cuyo Cuyo	Aguas termales de Cuyo Cuyo
	Ollachea	Aguas termales de Ollachea
	Putina	Aguas termales de Putina
	Santa Lucía	Aguas termales de Pinaya
	Pichacani	Aguas termales de Loripongo
	Ácora	Aguas termales de Ácora
	Conduriri	Aguas termales de Pojpoccollo
	Juli	Aguas termales de Choccoconiri
	Coasa	Aguas termales de Uchuhuma

Nota: la tabla representa las ubicaciones de volcanes y aguas termales. Blog de la historia del Perú



### **3.2. PERIODO DE DURACIÓN DEL ESTUDIO**

El periodo de duración de la presente Investigación inicia desde el momento de la aprobación del proyecto con acta hasta su culminación, el cual se desarrolló desde de noviembre del año 2022 hasta diciembre del año 2023.

### **3.3. PROCEDENCIA DE MATERIAL UTILIZADO**

Señalando el tipo, enfoque y diseño pertinente, para operativizar la Investigación ha sido de suma importancia utilizar el material en función a los métodos y técnicas los cuales se indican a continuación:

#### **3.3.1. Método bibliográfico documental**

Permitió compilar y sistematizar la información de fuentes secundarias contenidas en libros, artículos de revista, crónicas, publicaciones, investigaciones, etc. Su propósito fue sistematizar la información y hace huso de procedimientos analíticos cualitativos, análisis de contenidos e interpretativos. (Sánchez, 2005).

#### **3.3.2. Observación participante**

La observación participante es una técnica de Investigación cualitativa en la cual el investigador se integra activamente en el entorno o grupo que está estudiando. A diferencia de la observación no participante, donde el investigador observa desde afuera sin involucrarse directamente, en la observación participante, el investigador se convierte en un miembro activo de la comunidad o situación que está investigando.

Retegui (2020), define de la siguiente manera:



La observación como método facilita saber el terreno donde se desarrolla el objeto de estudio; contactar fuentes primarias, que en una primera instancia quedan fuera del muestreo seleccionado; como respaldo de los datos aportados por los entrevistados y para sumar nuevos interrogantes y aspectos no contemplados en la búsqueda inicial. (p. 108)

La observación participante es valiosa para explorar contextos complejos y comprender fenómenos desde una perspectiva inmersiva. Sin embargo, es importante abordar los desafíos éticos y metodológicos asociados con esta técnica.

### **3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO**

La población y muestra de la Investigación está concretado por los objetos de estudio considerados en los ejes y sub ejes de análisis, los cuales son: la historia del vulcanismo en el Altiplano puneño (información existente en documentos y bibliografías), formaciones volcánicas, tipos de volcanes y el estado actual en el que se encuentran.

### **3.5. PROCEDIMIENTOS**

El procedimiento para obtener información, se realizó tomando en cuenta los métodos, técnicas e instrumentos en adecuados al tipo y diseño de la Investigación planteada, la secuencia se indica a continuación.

Previamente, se ha definido las fuentes para obtener informaciones consistentes como en: fuentes primarios y secundarios. La información descriptiva del lugar fue acompañada de vistas fotográficas y por otro lado el registro de información en el cuaderno de campo.

### 3.6. UNIDADES

**Tabla 3**

*Operacionalización de las unidades de investigación*

Unidad de investigación	Ejes de análisis	Sub ejes de análisis	Metodología
	<b>Historia de la Geología del Altiplano puneño.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comportamiento geológico del Altiplano Puneño.</li> <li>- Comportamiento de las placas tectónicas en el Altiplano Puneño.</li> <li>- Nacimiento de la cordillera occidental.</li> </ul>	<p><b>Enfoque:</b></p> <p>Cualitativo</p> <p><b>Tipo/ diseño</b></p> <p>Descriptivo/ histórico</p>
<b>Historia del Vulcanismo en el Altiplano de Puno.</b>	<b>Volcanes y terremotos en el Altiplano Colonial</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La erupción del volcán. Huaynaputina en el año 1600.</li> <li>- Terremotos Coloniales</li> </ul>	<p><b>Técnicas:</b> ‘</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Observación participante</li> <li>- Registro fotográfico</li> <li>- Cuaderno de campo</li> <li>- Diario</li> <li>- Revisión bibliográfica</li> </ul>
	<b>Volcanes del Altiplano puneño</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pojpoocollo -Conduriri.</li> <li>- Choccoconiri – Juli.</li> <li>- Willkahaxu – Rosaspata.</li> <li>- Willkarani – Moho.</li> </ul>	
	<b>Consecuencia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tufo volcánico de Malcomayo - Puno.</li> <li>- Presencia de aguas termales.</li> </ul>	<p><b>Interés investigativo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Describir</li> <li>- Explicar</li> </ul>

Nota: Operacionalización de la unidad de estudio de la historia del vulcanismo en el Altiplano puneño (2022).

### 3.7. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

De acuerdo al diseño de investigación, la información fue analizada, descrita y sistematizada de acuerdo a las categorías, ejes y sub ejes de análisis, aspectos que facilitaron sustentar los resultados de la Investigación en relación a los objetivos planteados.



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. RESULTADOS

Los aspectos descritos en el presente capítulo, sintetizan la información concerniente de fuentes secundarias como texto, revistas, artículos, trabajos de investigación, a partir de ello se organiza la información de carácter analítico y reflexivo, asumiendo como base la observación el análisis, y la reflexión sistemática sobre la historia del vulcanismo en el Altiplano de Puno, Investigación que tiene el propósito de mostrar un contenido ordenado – organizado y coherente, respecto a la geografía y los agentes que lo conciertan en su modificación, fuente que apoyará como material de apoyo para conocer mejor le geografía física local y regional del Altiplano Puneño. Además de ello será útil como material de ayuda pedagógica para docentes y estudiantes de la región de Puno; del cual, los temas, como la unidad de investigación, ejes y sub ejes se especifican en las páginas siguientes.

#### 4.2. FORMACIÓN DE LOS VOLCANES

##### 4.2.1. La historia geológica del Altiplano Puneño

La Región Puno se sitúa al extremo sur este del Perú, entre los paralelos 13°00'00" y 17°17'30" de latitud sur. Limita por el norte con la Región Madre de Dios, por el este con la República de Bolivia, por el sur con la Región Tacna y la República de Bolivia, y por el oeste con las regiones de Moquegua, Arequipa y Cusco. (Acosta et al., 2011. p.3).

Según Dominguez (2017), menciona lo siguiente que:



La geología de esta zona se encuentra representada por materiales volcánicos fuertemente disectados y erosionados. Los materiales volcánicos se hallan a su vez representados por dos sub grupos: el primero que representa una base a real bastante extendida, se encuentra conformado por depósitos tanto del Periodo Terciario como del Cuaternario acumulados durante la formación del arco de volcanes del Sur Peruano. El segundo subgrupo, de menor extensión, se halla conformado por depósitos volcánicos más antiguos del Jurásico Superior y del Cretáceo inferior. Así mismo la zona del “relieve andino” se encuentra afectada por afloramientos de material ígneo formado durante el Periodo que va desde el Cretáceo Superior al Terciario inferior. (p.87)

Los materiales descritos han sido meteorizados y erosionados de tal manera que la zona que presenta una configuración en la que se pueden diferenciar dos grandes sectores: un espacio de Puna extendida y uno de vertientes pronunciadas. El primer sector presenta cambios de pendientes que van de suaves a moderados, menos en las zonas en donde aparecen numerosos glaciares de superficie reducida, nevados y conos volcánicos. El segundo sector, que en promedio se encuentra concentrado entre las cotas altitudinales que descienden desde los 4000 hasta los 2000 m.s.n.m., presenta una configuración física entrecortada relacionada con procesos erosivos pluviales y fluviales. Es decir, en este lugar se pueden apreciar quebradas que van de moderadas a profundas – surcadas por otros cursos de agua. Muchos de los cuales dependen de la estación de lluvias. Asimismo, en el lugar los cambios de pendiente favorecen la formación de conos de derrubios y laderas aprovechadas para diferentes actividades.



#### **4.2.2. El comportamiento geológico del Altiplano**

La región de Puno, se caracteriza por una geología diversa y compleja. Aunque Puno no es conocido por una actividad volcánica activa intensa, la región ha experimentado eventos geológicos significativos en su historia. Por ello, Zavala et al., (2022) menciona que se caracteriza por una intensa actividad volcánica relacionado a los arcos volcánicos cenozoicos denominados: Tacaza-Calamarca (30-24 Ma), Palca-Sillapaca (24-10 Ma), Barroso inferior (10-3 Ma) y Barroso superior (3-1 Ma). (p. 72)

#### **4.2.3. El comportamiento de las placas tectónicas en el Altiplano Puneño**

Según, Gonzales (2015) refiere lo siguiente:

Las placas tectónicas son un fragmento de unidades rígidas de la corteza terrestre y parte del manto superior de la tierra que se mueven independientemente unas respecto a las otras, en distintas direcciones, sobre una astenosfera. La separación de dos placas a partir de un borde de placa común, tiende a crear una fractura que se abre en la corteza. Roca fundida conocida como magma, asciende continuamente desde el manto para rellenar la grieta. Al proceso de inmersión de una placa bajo el borde otra se le conoce como subducción. En el siglo XIX se observó que en el pasado remoto de la tierra existían numerosas cuencas sedimentarias, con espesores estratigráficos de hasta diez veces más los observados en el interior del continente, y que posteriormente procesos desconocidos la deformaron y originaron cordilleras. La tectónica de placas, explica la formación y el nacimiento de volcanes. Además de ello el origen de los movimientos sísmicos. (p.88)



**Tectónica de Placas:** La región de Puno está ubicada en la intersección de la Placa Sudamericana y la Placa de Nazca. La interacción entre estas placas puede dar lugar a eventos sísmicos y a la formación de estructuras geológicas en la región. En la Región de Puno por lo general los límites estructurales están distinguidos por sistemas de fallas NO-SE, E-O y NE-SO; de manera regional o local logran estar marcados por unidades magmáticas de diversas edades y composiciones

#### 4.2.4. Nacimiento de cordillera occidental

La cordillera de los Andes forma la gran unidad geográfica de Sur América. Pero dentro de ella existen otras unidades parciales, que sin arrancar la que les es común, le dan una asombrosa diversidad arquitectónica y estructural. Así, en unas partes, se presenta la cordillera constituyendo un solo cuerpo; en otras, se fragmenta en varias ramas. Pero otras veces, después de un trayecto más o menos largo en el continente, esos ramales vuelven al tronco matriz, para unirse a él, formando nudos; y, por último, entre las ramas y nudos se ven con frecuencia altísimas mesetas.

Por otro lado, Mendoza (1925) refiere lo siguiente:

La cordillera de los andes del Sur. La Cordillera volcánica o de la costa forma el marco occidental de la Altiplanicie. Por su vertiente oriental desprende sobre esta sus contrafuertes, algunos de los cuales se acercan a los que vienen de la Cordillera Real que está a su frente. Por la vertiente occidental, desglosa asimismo poderosos contrafuertes, que van degradándose, poco a poco, hasta llegar al Pacífico, donde crean las playas de Atacama, Tamarugal, Arica y Mollendo. La línea trazada por esta



cordillera es también la de un arco, una vez que contornea el Altiplano.

Entre sus picos culminantes se pueden citar, yendo de sur a norte, los de Llullaiyacu, Licancaur, Sajama, Misti, que pasan de 6.000 metros. (p.3)

- **Nudos.** Existen los que podemos llamar principales y secundarios. Los primeros se encuentran en los extremos norte y sur; los segundos surgen con frecuencia en el resto de las cordilleras. Por el sur, posterior del gran desplegamiento de la cordillera de los Andes (paralelo 27° sur) para establecer las primeras plataformas del Altiplano, sigue corriendo la cordillera ya en un solo cuerpo, o a lo sumo desprende macizos aislados, como el del Potro, Aconcagua, etc. Por el norte, desde Vilcanota, la cordillera andina se divide en tres cordilleras que constituyen las sierras peruanas. Además, allí mismo se constituye un verdadero divorta acuarum para los ríos que vienen al sur, a la hoya del Titicaca y para los que van al norte (ríos Apurímac, Urubamba, etc.)

Entre los nudos secundarios se notan en la Altiplanicie los de Lípez, Frailes, Oruro, La Paz; y en la Cordillera Real se destacan los de Potosí, Cochabamba y Apolobamba.

La Cordillera Occidental en el sur del Perú, específicamente en la región de Puno, es una rama de la cordillera de los Andes. Esta cordillera es una característica geográfica importante que influye en la topografía y el paisaje de la región. En Puno y sus alrededores, hay algunos volcanes notables que se encuentran dentro de la Cordillera Volcánica o en áreas cercanas. A continuación, menciono algunos de ellos:



**Volcán Misti:** Aunque el Misti se encuentra principalmente en la región de Arequipa, está relativamente cerca de Puno. Es un estratovolcán activo y una de las montañas más reconocidas en la región.

**Volcán Ubinas:** Situado en la región de Moquegua, pero también relativamente cercano a Puno, el Ubinas es uno de los volcanes más activos del Perú. Ha tenido erupciones significativas en tiempos recientes.

**Volcán Huaynaputina:** Este estratovolcán históricamente activo se encuentra en la región de Moquegua y tuvo una erupción importante en 1600.

La intersección de la Cordillera Occidental con la Cordillera Volcánica y la presencia de volcanes en la región han dado forma a la topografía y la geología local.

#### **4.2.5. Volcanes y terremotos en el Altiplano colonial**

##### **4.2.5.1. La erupción del volcán Huaynaputina en el año 1600**

La erupción del volcán Huaynaputina en el año 1600 fue uno de los eventos volcánicos más significativos de la historia en América del Sur. Huaynaputina es un estratovolcán ubicado en la región sur de Perú, al extremo norte de la región Moquegua. La erupción comenzó el 19 de febrero de 1600 y tuvo efectos devastadores en la región y a nivel global.

A continuación, se destacan algunos aspectos clave de la erupción del volcán Huaynaputina, según Dominguez (2017), manifiesta lo siguiente:



El lunes 27 de marzo de 2006, tras unos 40 años de tranquilidad, el volcán Ubinas comenzó a mostrar señales de actividad volcánica. El jueves 13 de abril comenzó a expulsar ceniza y gases. El volcán Ubinas (o Uvinas) se encuentra ubicada a  $16^{\circ}22'$  de latitud Sur y  $70^{\circ}54'$  de longitud Oeste. Alcanzando una altitud de 5,676 m.s.n.m. presentando un cono de 1,200 metros de elevación. Considerándose el volcán más activo del Sur del Perú, a partir de los 17 episodios de alta actividad fumarólica y emisiones de cenizas registradas entre los años 1552 y 1998. A 30 kilómetros al Sur de Ubinas se localiza el volcán Huaynaputina citado también Omate, Quinistaquillas, Chiquimote o Chequepuquina. Se sitúa a  $16^{\circ}35'$  de latitud Sur y  $70^{\circ}52'$  de longitud Oeste. Su latitud real es de 4800 m.s.n.m., con un semi-cono de 200 a 500 metros de elevación. Ambos volcanes están delimitados sobre la margen derecha del curso alto del río Tambo cuya cuenca cubre territorios del oeste de Puno, el norte de Moquegua y el sur de Arequipa y constituyen parte de la cadena de “de los Andes Centrales, el segmento de la Cordillera de los Andes entre los  $14^{\circ}$  y  $28^{\circ}$  de latitud Sur, que corresponde a la Cordillera Occidental del Sur del Perú y la zona fronteriza de Bolivia, Norte de Chile y Noroeste de Argentina. (p.17)

Entre geólogos y vulcanólogos la erupción del Huaynaputina, pasada a lo largo de casi 2 semanas entre sábado de 19 de febrero y el jueves 2 de marzo del año 160, es estimada la más violenta que haya sido inscrita en el área andina desde el siglo XVI. El proceso inició con una cadena de temblores, previos paulatinamente más fuertes, iniciados hacia el lunes 14 de febrero, y, luego de la primera erupción vista no sólo por la formación de nubes de humo volcánico, que escurecieron la atmósfera e



interrumpieron ver el sol en las horas diurnas por dos semanas, y por la fuerte caída de ceniza que cubrió la ciudad y los campos, sino por el impresionante ruido de las explosiones volcánicas, los últimos remezones y caídas de cenizas habrían llegado, cuatro semanas después, hasta el miércoles 15 de marzo siguiente. La erupción del 19 de febrero debió romper la cúspide, mientras que la del 2 de marzo debió ser una erupción lateral, que depuso el cráter del volcán en su estado actual: un semicírculo al oeste y una zona abierta al este, que cae casi perpendicularmente a un cañón que baja unos 2000 metros hasta el río Tambo. Finalmente se llega a la conclusión que ha sido aproximadamente un mes de intensa actividad volcánica en el Sur Andino, incluyendo el Altiplano del Titicaca.

Por otro lado, en el año de 1600 d.C., el volcán Huaynaputina erupcionó, que posteriormente es considerado como la erupción más grande de Sudamérica en tiempos históricos. La erupción alcanzó un índice de explosividad Volcánica 6 (VEI6) y ocasionó la muerte de aproximadamente 1500 personas, sepultando al menos 11 poblados los cuales estuvieron localizados a menos de 20 km del volcán (Cueva et al., 2018, p. 96).

Finalmente, un Jesuita, escribe desde la ciudad de Arequipa y el viernes 3 de marzo, informaba: “la causa de tan grande tribulación ha sido reventado, un Volcán del pueblo Omate que dista de aquí diez y ocho leguas [90 kilómetros]; se sabe que han hundido y asolado cinco o seis pueblos que están a su alrededor. Se dice que por cierta vez en doce días y más ha sido noches oscurísimas, dicese que, en aquel pueblo de Omate,



casi junto al mismo volcán separándolos solo cuatro leguas [20 kilómetros] distante, han caído piedras de 6 a 7 libras y que han parecido hasta sesenta personas del dicho pueblo, quedando las casas sepultadas en la arena y ceniza. Y, sobre la trascendencia de los efectos de la erupción, añadía: “nueva ha llegado que cunde la ceniza por la parte del Collao hasta Chungara [La Raya de Santa Rosa] y Chucuito, y por la parte de la costa donde mayores daños ha hecho entre más de cuarenta leguas [200 km]. Después de todo esto tuvo nueva cierta que la ceniza había llegado hasta la ciudad de Chuquisaca [hoy Sucre, Bolivia], que está de Arequipa, más de ciento treinta leguas [650 kilómetros], y que allá se habían oído también aquellos temerosos sonidos; en Juli y Chuquiabo [La Paz] y la demás tierra intermedia cayó también la ceniza y se oyeron los sonidos a manera de piezas gruesas de artillería”(Domínguez, 2017, p. 18).

En resumen, la erupción del volcán Huaynaputina en 1600 fue un evento catastrófico que dejó una marca indeleble en la historia de la región y tuvo consecuencias a nivel global debido a sus impactos climáticos.

#### **4.2.6. Terremotos Coloniales**

La región andina es tectónicamente activa debido a la convergencia de las placas tectónicas de Nazca y Sudamericana. Esto ha dado lugar a una frecuente actividad sísmica, incluidos terremotos significativos.

Durante la época colonial en Perú, la región experimentó distintos terremotos significativos que tuvieron un impacto considerable en las poblaciones y las estructuras coloniales. La destructividad de estos movimientos depende de la combinación de diversos factores, como los deslizamientos glaciares en la

Cordillera Blanca que hicieron del terremoto de 1970 el más mortífero de nuestra historia recientes. (Mendoza, 1925, p. 93).

Los terremotos en la época colonial, al igual que en cualquier otro período, podrían haber tenido impactos significativos en la población local en términos de pérdida de vidas, desplazamientos y cambios en la estructura social.

#### **4.2.7. Volcanes del Altiplano Puneño**

La región de Puno, ubicada en el sureste de Perú, es conocida por su geología diversa y su presencia de lagos, montañas y altiplanos. La formación de los volcanes en Puno, al igual que en otras partes del mundo, está relacionada principalmente con procesos geodinámicos y tectónicos. Puno está ubicado en una región donde la Placa Sudamericana se encuentra con la Placa de Nazca. En las zonas de subducción, como esta, una placa tectónica se hunde debajo de la otra. Este proceso puede dar lugar a la fusión del material de la placa que se subduce, generando magma que asciende hacia la superficie y forma volcanes.

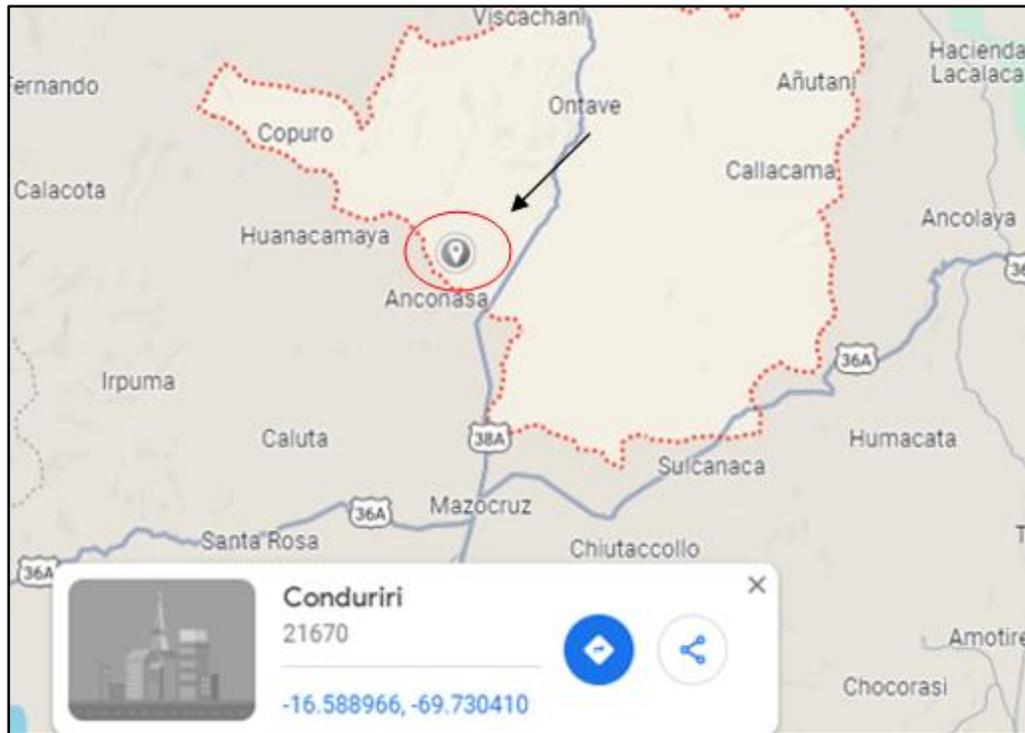
### **4.3. ESTADO ACTUAL DE LOS VOLCANES**

#### **4.3.1. Pojpocollo – Conduriri**

El distrito de Conduriri está situado en provincia el Collao, departamento Puno, cuya coordenada es 16° 36'41" S con 69°43'16"O con una elevación de 3,950 msnm. (Montalico, 2022 p. 23 ). Pojpocollo está ubicada aprox.

#### **Figura 1**

*Ubicación geográfica del estudio*



Nota: representa la ubicación y vías de acceso de Pojpoccollo. Google Maps. 2023

Los volcanes extintos son formaciones geológicas que ya no están activas y, por lo tanto, no experimentan procesos eruptivos. La coloración del agua en lagunas se debe a diversos factores, como la presencia de minerales, sedimentos, microorganismos o la refracción de la luz en partículas suspendidas. Sin embargo, este fenómeno no está directamente relacionado con la actividad volcánica.

Además, los volcanes extintos suelen seguir siendo geotérmicamente activos. Las zonas freáticas se refieren a capas de agua subterránea que interactúan con el calor interno de la Tierra, especialmente en áreas cercanas a un sistema volcánico.

## **Figura 2**

### *Elevaciones en Pojpocollo - Conduriri*



Nota: cráter que evidencia depósito de agua

**Características que muestra:** La descripción del este volcán con agua turquesa en su cráter evoca la imagen de un paisaje sorprendente y hermoso. Aunque en la naturaleza no es común encontrar volcanes con agua turquesa en su cráter, algunas formaciones geológicas y lagos en regiones volcánicas pueden tener aguas de este color debido a minerales disueltos o sedimentos. Este es un volcán majestuoso, rodeado de una exuberante vegetación de Chillihua. Este volcán, en lugar de expulsar magma ardiente, alberga en su cráter un lago de aguas tranquilas y turquesas, creando un contraste impresionante con la naturaleza volcánica circundante. En lugar de tener un cráter rocoso y árido, este volcán tiene un cráter exuberante y lleno de vida. Las paredes del cráter están cubiertas de musgos y helechos.

El cráter alberga un lago de aguas turquesas que se extiende en un espejo sereno. El color turqués intenso proviene de minerales disueltos en el agua y crea un contraste vibrante con el verde exuberante de la vegetación circundante. En el

corazón del volcán, el cráter que alguna vez fue una boca ardiente de actividad volcánica ahora yace tranquilo y apagado. Las paredes del cráter son estables y han sido moldeadas por la erosión y la acción del tiempo. Descendiendo por las laderas del volcán, se pueden observar antiguos flujos de lava, ahora solidificados en formaciones rocosas. Estos flujos son testigos silenciosos de la energía liberada en erupciones pasadas. Donde una vez reinaba la esterilidad debido a la actividad volcánica, ahora la vida comienza a regresar. Pequeñas plantas y arbustos han encontrado un hogar en las grietas de la roca solidificada, marcando el inicio del proceso de sucesión ecológica.

La estructura del volcán apagado, con sus contornos suaves y líneas definidas por la erosión, crea un paisaje dramático y atractivo. La vista desde la cima ofrece panoramas impresionantes de la tierra circundante. Por la parte media de estas elevaciones se observa una laguna con una vista impresionante de color turquesa. Los elementos que muestra estas elevaciones son: agua color turquesa y el olor a azufre que emana una cada una de ellas.

### Figura 3

*Emanación de azufre*



Nota: representa la forma del cráter donde emanan el olor azufre.

#### **Figura 4**

##### *Presencia de aguas termales en Pojpoocollo – Conduriri*



Nota: muestra de aguas termales en medio de ambas elevaciones en Pojpoocollo.

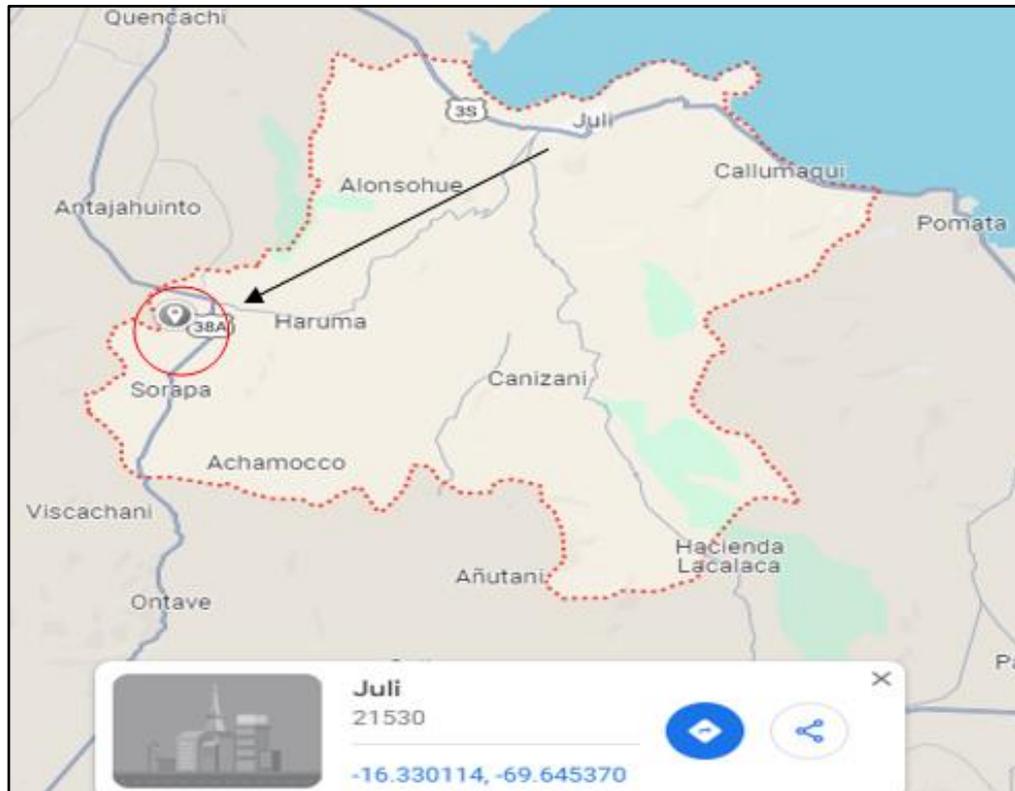
Es fundamental señalar que, aunque la presencia de azufre en áreas volcánicas antiguas puede contribuir a olores a azufre, esto no implica necesariamente que el volcán esté activo. Este tipo de volcanes generalmente se consideran inactivos en términos de actividad eruptiva, pero ciertos procesos geotérmicos residuales pueden persistir en la zona. Esta actividad puede incluir la liberación de gases y vapores desde el subsuelo. Por otro lado, cuando el magma entra en contacto con el agua, se produce la ebullición, y el vapor se eleva. Este fenómeno puede dar la impresión de que el agua está hirviendo.

Es valioso tener en cuenta que la actividad volcánica puede variar enormemente en su naturaleza y grado, y no todos los volcanes exhiben estos fenómenos de la misma manera.

### 4.3.2. Choccoconiri – Juli

**Figura 5**

*Ubicación geográfica de Choccoconiri*



Nota: representa la ubicación de las elevaciones en Choccoconiri. Google Maps. 2023

Está comprendida a una altura entre 3900 a 4200 msnm. Choccoconiri es una comunidad que está dentro del Distrito de Juli (provincia de Chucuito, departamento de Puno, en el sudeste de Perú (Poma Porrás et al., 2017).

Los movimientos de tierra, como hinchamientos y deformaciones del terreno, son indicadores de la actividad magmática y la presión en el interior del volcán. Los volcanes en proceso de formación exhiben una serie de características que reflejan la actividad geológica en curso. Estos pueden mostrar características de su proceso de formación y actividad pasada.

### ***Figura 6***

#### *Muestra de elevaciones en Choccoconiri*



Nota: en Choccoconiri se observa volcanes en nacimiento y aguas termales

Este volcán se encuentra en proceso de nacimiento que ofrece una visión fascinante y dinámica de la actividad geológica en evolución. Presenta columnas de vapor y gases emergen de grietas en la tierra, revelando la presencia de actividad volcánica subsuperficial. Estas fumarolas crean un paisaje etéreo y misterioso. La superficie del suelo muestra deformaciones notables. Grietas y fracturas se forman a medida que el magma se abre paso hacia la superficie, alterando la topografía circundante.

En el epicentro de la actividad, un pequeño montículo o cono de escoria puede estar emergiendo lentamente. Este cono se forma a medida que el magma alcanza la superficie y se fragmenta en trozos más pequeños durante su ascenso. Pequeñas fuentes termales brotan en la zona, liberando agua tibia que probablemente ha sido calentada por el interior de la Tierra subsuperficial. Es importante destacar que la presencia de aguas termales no necesariamente indica actividad volcánica reciente o actual.

## Figura 7

### *Presencia de Silicio en las elevaciones de Choccoconiri*



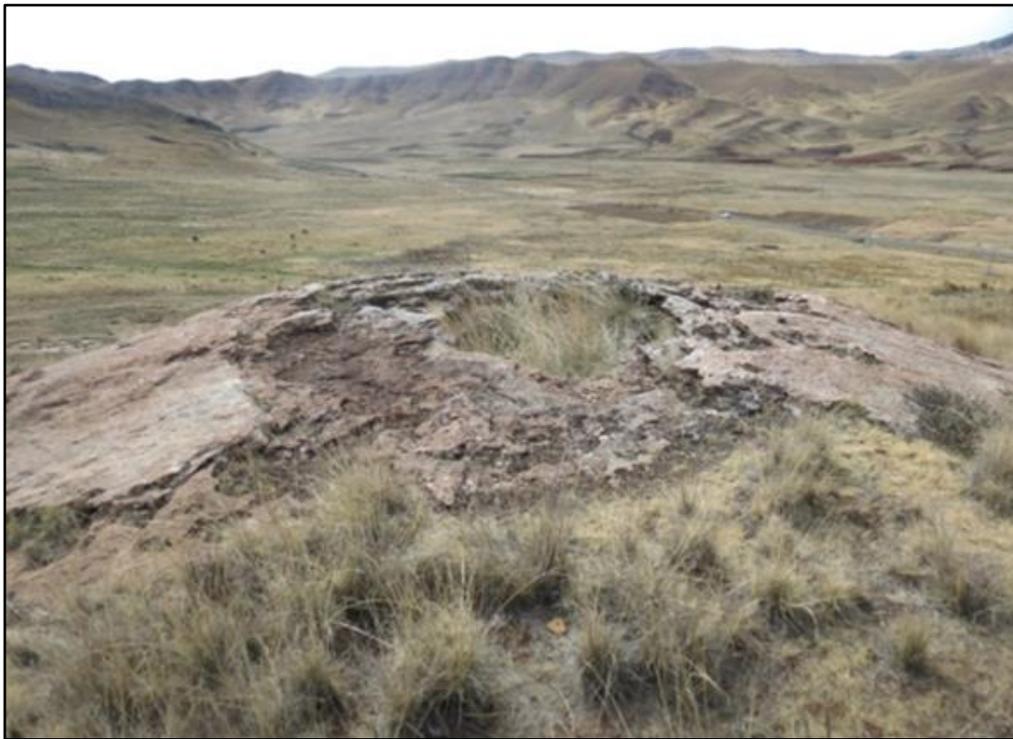
Nota: se muestra material de silicio que emana alrededor de las elevaciones en Choccoconiri.

La tierra circundante de Choccoconiri muestra coloraciones inusuales debido a minerales liberados por la actividad volcánica. Tonos rojizos, amarillos y ocres logran teñir el color de la tierra del suelo y las piedras que yacen a su alrededor. Este proceso dinámico de nacimiento del volcán es un recordatorio visual de la fuerza increíble que yace en las entrañas de la Tierra, moldeando la superficie terrestre y creando paisajes únicos a medida que se desarrolla el proceso geológico.

Algunas áreas alrededor del volcán pueden contener minerales de sulfuro, como la pirita, que también pueden contribuir a la coloración rojiza de la Tierra. La oxidación de estos minerales puede liberar compuestos de azufre que interactúan con el agua y la atmósfera.

## Figura 8

### *Cráter del Volcán en proceso de formación de Choccoconiri*



Nota: cráter diminuto del Volcán en nacimiento que se encuentra en Choccoconiri.

El volcán presenta un cráter diminuto que se encuentra encajado en la cima de la elevación. A diferencia de los cráteres más grandes y abiertos, este es más modesto en tamaño, creando una impresión de delicadeza en la estructura. Tiene una forma cónica suave y elegante, con laderas inclinadas que conducen suavemente hacia el pequeño cráter en la cima. La vegetación ha logrado establecerse alrededor del borde del cráter. Pequeñas plantas, musgos y líquenes contribuyen a suavizar la apariencia rocosa del entorno. Este volcán con un cráter cerrado, pequeño, destaca por su modestia y belleza sutil. Aunque puede haber perdido su actividad explosiva, su presencia en la tierra persiste como un recordatorio de la dinámica geológica que da forma a nuestro entorno. La presencia de vegetación es un indicador de la inactividad a largo plazo y la recuperación del entorno circundante.

### 4.3.3. Willkahaxu – Rosaspata

El distrito de Rosaspata está situado a 3887 m s. n. m. cuenta con una variedad de zonas turísticas dentro de ello podemos apreciar al frente de la capital del distrito. Es uno de los 8 distritos que conforman la Provincia de Huancané, ubicada en el Departamento de Puno.

#### Figura 9

*Ubicación geográfica de Willkahaxu – Rosaspata*



Nota: representa la ubicación geográfica del volcán Willkahaxu – Rosaspata. Google Maps. 2023

En el centro de un paisaje montañoso, yace Willkahaxu un volcán que ha cesado su actividad en la zona. Presenta características y estructuras de un volcán Extinto. A menudo tiene un cráter en la cima o calderas, que son depresiones formadas por el colapso del volcán después de una erupción significativa. Estas características pueden ser evidencia de actividad pasada a lo largo de la historia. Este volcán ha dejado de mostrar signos de actividad volcánica y no se espera que

entren en erupción nuevamente en el futuro. La actividad geológica que presenta es dinámica ya que pueden ser modificados por procesos erosivos a lo largo del tiempo.

### **Figura 10**

*Vista de Willkahaxu en Rosaspata – Huancané*



Nota: vista del cráter de Willkahaxu con presencia de una laguna

En la cima de la montaña, el cráter se muestra como un tazón amplio y redondeado. Las paredes del cráter, aunque en otro tiempo activas y rugosas, ahora han sido esculpidas por la erosión y el paso del tiempo.

Dentro del cráter se extiende un lago de agua negra como la tinta. La oscuridad del agua crea un contraste notable con las paredes grises y rocosas del volcán apagado, otorgándole un carácter enigmático. A pesar de su oscuridad, la superficie del lago refleja la luz de manera tenue. Los bordes del cráter son rocosos pero suavizados por líneas fluidas creadas por procesos erosivos. Estos bordes proporcionan puntos de observación panorámicos y dan acceso al borde del lago dentro del volcán. El entorno, ahora pacífico, ha atraído a aves y vida silvestre.

Puedes observar aves que se posan en las orillas del lago, aprovechando la tranquilidad del lugar.

### **Figura 11**

*Vista del cono volcánico de Willkahaqsu – Rosaspata*



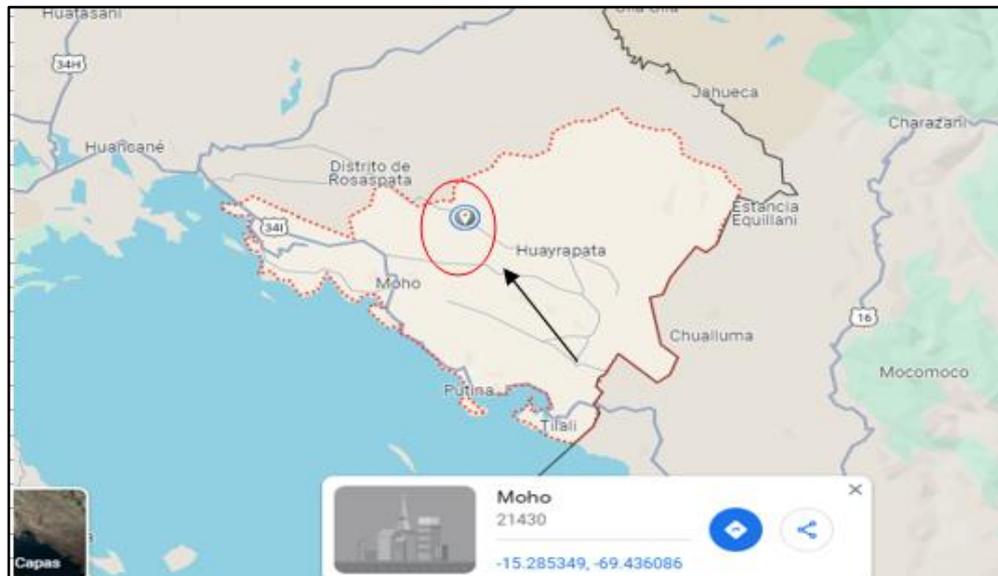
Nota: los volcanes extintos pueden experimentar procesos tectónicos y geológicos que los transforman en montañas comunes.

#### **4.3.4. Willkarani – Moho**

La provincia de Moho es una de las trece provincias que conforma el departamento de Puno. Por el norte limita con la provincia de Huancané. Willkarani pertenece al centro poblado de Sulca distrito de Huayrapata. La historia geológica de la región es compleja, con diferentes episodios de actividad volcánica a lo largo del tiempo. El volcán de Willkarani presenta una variabilidad en el tamaño y la apariencia. Las condiciones climáticas y los procesos de erosión pueden afectar la apariencia de los volcanes y la tierra circundante.

## Figura 12

### *Ubicación geográfica de Willkarani - Moho*



Nota: ubicación geográfica de Willkarani en la provincia de Moho.

## Figura 13

### *Cráter del volcán extinto Willkarani – Moho*



Nota: es importante destacar que la clasificación de un volcán como "extinto" es relativa.



El color del agua dentro del cráter podría estar influenciado por diversos factores, como la presencia de minerales en el suelo, la vegetación circundante y la composición química del agua. La presencia de minerales como el azufre, el cobre u otros elementos puede dar al agua un tono verdoso o incluso turquesa. La presencia de tierras blancas y areniscas alrededor de volcanes inactivos se deben a la composición geológica de la zona y a los materiales expulsados durante las erupciones pasadas. Algunos de estos materiales incluyen cenizas volcánicas, depósitos de minerales, tufos y otros sedimentos.

Un ejemplo de este tipo de paisaje se encuentra en Willkarani parte la región del Altiplano puneño. Los depósitos de sílice alrededor de estas áreas dan lugar a formaciones de sílice blanco, y las aguas termales pueden contener minerales que influyen en la coloración del suelo circundante. Es importante destacar que la apariencia y los colores específicos pueden variar según la ubicación y las condiciones geológicas particulares de cada área.

Esta escena fusiona la imponente de un volcán apagado con la misteriosa belleza de un lago de agua turquesa en su cráter, creando un paisaje evocador y evolutivo que cuenta la historia de la dinámica geológica y la transformación con el tiempo. Esta descripción pinta un cuadro de un volcán apagado que ha asumido una nueva vida como portador de agua, creando una sinfonía visual entre la forma terrestre y el elemento líquido, todo enmarcado por la historia geológica que ha dado forma a este escenario único.

La acción del viento y el agua puede modificar la topografía y exponer rocas y sedimentos, creando áreas con tierras areniscas. Los volcanes extintos de esta zona son aquellos que han dejado de estar activos y no se espera que vuelvan



a entrar en erupción, a menudo forman parte del paisaje geográfico de la región altiplánica.

#### **4.4. FORMACIÓN DE ROCAS ÍGNEAS Y AGUAS TERMALES**

##### **4.4.1. Consecuencias de los volcanes**

En la región de Puno, hay presencia de tufos volcánicos como consecuencia de la actividad volcánica pasada. Puno se encuentra en una región volcánica conocida como la meseta del Collao. Varios volcanes activos e inactivos han contribuido a la formación de depósitos de tufos y otros materiales volcánicos en la zona. Los tufos volcánicos son depósitos compuestos principalmente por ceniza volcánica consolidada y otros fragmentos piroclásticos. Estos depósitos se forman durante erupciones explosivas cuando se expulsan grandes cantidades de ceniza, piedra pómez y otros materiales finos al aire. Estos materiales pueden acumularse en el entorno circundante, formando capas de tufos.

Los tufos volcánicos tienen una importancia geológica significativa. Alcanzan a proporcionar información valiosa sobre la historia eruptiva de los volcanes en la región y sobre las condiciones ambientales y climáticas en el momento de su formación. Además, los tufos pueden contener registros paleontológicos y arqueológicos, ya que a menudo se asocian con la preservación de fósiles y artefactos.

En Puno, es probable que la presencia de tufos volcánicos esté relacionada con la actividad pasada. Algunos de los volcanes en la región incluyen el Misti, el Ubinas y el Huaynaputina, que es conocido por una erupción histórica significativa en 1600. Estos eventos volcánicos han dejado su huella en forma de

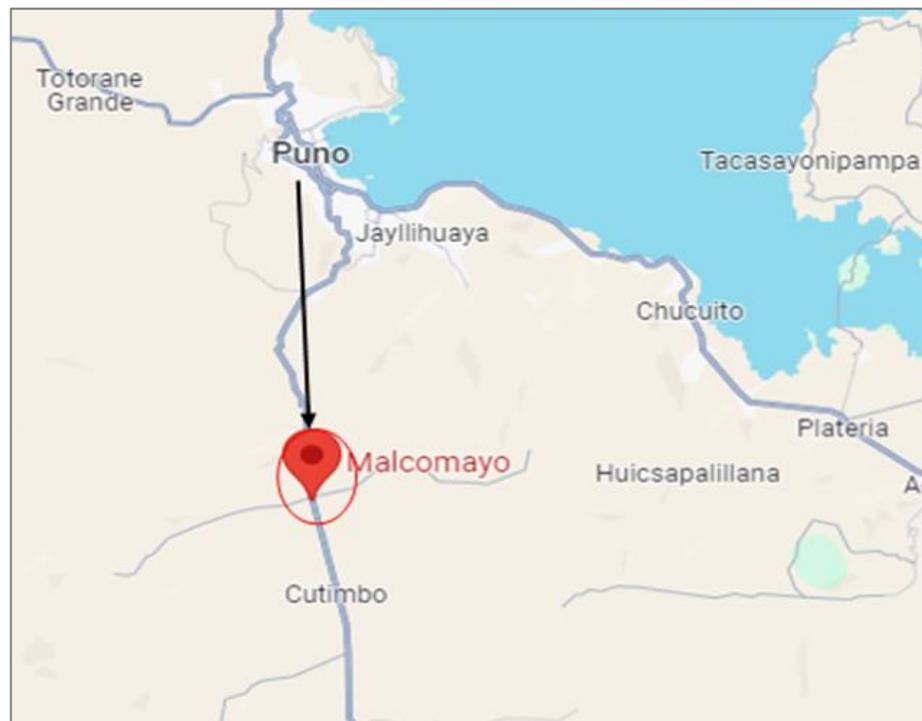
depósitos volcánicos, incluidos tufos, que contribuyen a la riqueza geológica y cultural de la zona.

#### 4.4.1.1. Tufo volcánico de Malcomayo

Malcomayo políticamente está ubicada en la región de Puno, provincia de Puno, distrito de Puno, comunidad Collacachi. Geográficamente está ubicado en la microcuenca de Malcomayo, que pertenecen a la provincia de Puno. Desde la ciudad de Puno, la vía para llegar a la zona es por la carretera asfaltada hacia del departamento de Moquegua en el km 17, en un tiempo de 20 min. Malcomayo es un sitio donde se encuentra depósitos de tufo volcánico.

#### Figura 14

*Ubicación geográfica de Malcomayo*



Nota: ubicación geográfica del tufo volcánico Malcomayo. Google Maps.2023

#### Figura 15

### *Tufo volcánico en Cutimbo*



Nota: magma solidificado en Cutimbo

El tufo volcánico de Malcomayo presenta rocas sedimentarias de origen volcánico que se formó a partir de la consolidación de cenizas volcánicas y otros fragmentos finos expulsados durante erupciones volcánicas. Se extiende a lo largo de grandes áreas, formando depósitos extensos que cubren paisajes enteros por la zona de Cutimbo. La distribución de estos depósitos puede proporcionar información sobre la dirección de los vientos durante la erupción. Los tufos se formaron cuando los materiales piroclásticos expulsados se consolidan y endurecen.

Además, contienen tener una variedad de colores, dependiendo de los minerales presentes en la roca original y la cantidad de oxidación que ha ocurrido. Se observa desde tonos claros, como blanco o gris, hasta colores más oscuros. Los tufos volcánicos son importantes para entender la actividad volcánica pasada y también pueden tener implicaciones para la evaluación de riesgos volcánicos en áreas habitadas. Estos depósitos



proporcionan información valiosa sobre la frecuencia y magnitud de las erupciones en nuestra región del Altiplano Puneño.

#### **4.4.1.2. Aguas termales**

El sur del Perú, cuyo territorio está afectado por la subducción de la Placa de Nazca sobre la Placa Sudamericana. Esta subducción, que inició probablemente en el Mesozoico y que todavía continúa hasta la actualidad, generó actividades magmáticas y elevados flujos térmicos en la corteza terrestre creando la presencia de aguas termales. Dentro de éstos, circularon aguas subterráneas, convirtiéndose en fluidos hidrotermales que, en las eras del Mesozoico y el Terciario, dieron origen a depósitos metálicos, alteraciones hidrotermales y brechas explosivas. En la actualidad la actividad hidrotermal se expresa sólo por surgencias de aguas calientes, a través de fallas o fracturas. Algunas de las fuentes presentan precipitaciones de sínter. En menor cantidad, también se observa la presencia de aguas minerales. Las aguas se clasifican en cloruradas, sulfatadas y bicarbonatadas.

Según Steinmuller y Zabala (1997), el proceso de la subducción de la Placa de Nazca debajo de la Placa Sudamericana con la formación y ascensión de magmas durante el Mesozoico y Cenozoico que dio resultados a la elevación de flujos térmicos en la corteza terrestre, llamados sistemas geotermales. Transportados por el calor, las aguas subterráneas en la corteza terrestre conveccionaron y dieron comienzo a actividades hidrotermales superficiales, donde los lugares más propicios son las áreas intersectadas por fallas y/o compuestas por rocas fracturadas, tales como



depressiones volcano-tectónicas y calderas volcánicas. Las aguas termales pueden variar en temperatura y composición química según la región geográfica y las características geológicas locales.

#### **4.4.2. Desarrollo y uso de las aguas termales y minerales**

##### **4.4.2.1. Desarrollo turístico**

En el desarrollo turístico, la mayoría de las áreas se hallan dentro de lugares muy visitados por turistas nacionales y extranjeros. El paisaje que muestra cada una de ellas es impresionante; paisajes naturales, montañas, lagunas y ríos. Todos ellos son sitios atractivos para deportes de caminatas. Si a esto agregamos la existencia de fuentes termales con excelentes temperaturas, caudales y ubicación cercana a lugares estratégicos para el descanso y refortalecimiento de la salud, entonces, es recomendable la explotación de estos recursos como centros balnearios termales turísticos.

##### **4.4.2.2. Tipos de aguas termales**

Según Tapia (2016), existen dos tipos de aguas termales dependiendo de su origen geológico, las magmáticas y las telúricas. El tipo de terreno donde surgen es una de las principales diferencias entre ambas las aguas magmáticas se originan de filones metálicos o eruptivos, pero las telúricas pueden aparecer en cualquier lugar. (p.25)

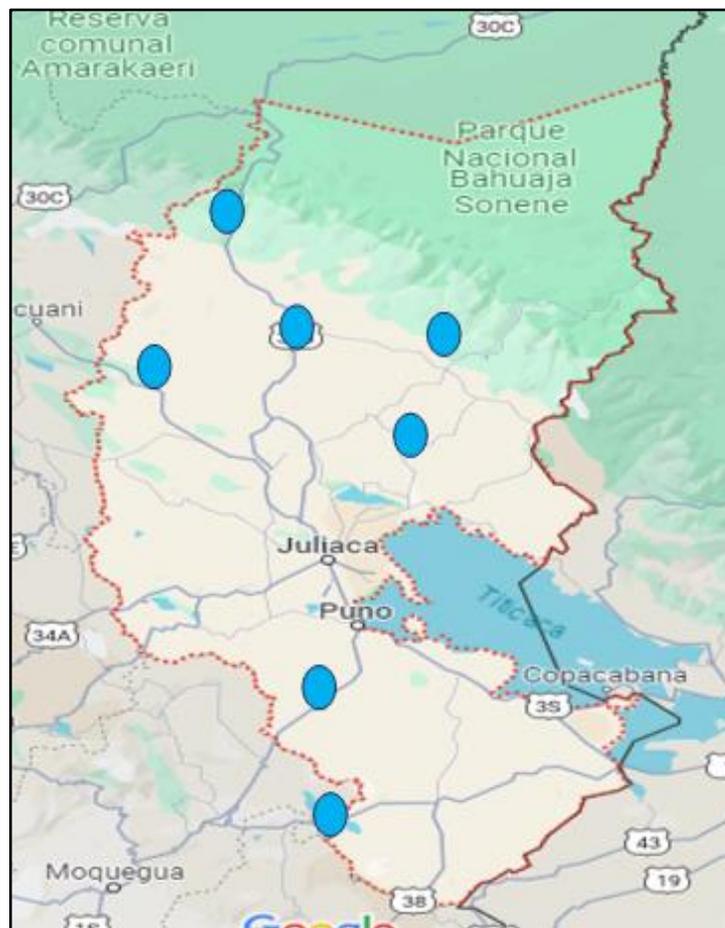
Dentro de las fuentes termales que se podrían explorar en Puno tenemos los siguientes:

- Fuente termal Ollachea.

- Fuente termal Cuyo Cuyo.
- Fuente termal Putina.
- Fuente termal de Pinaya
- Fuente termal Loripongo.
- Fuente termal Pasanacollo.
- Fuente termal de Ácora.

### Figura 16

*Ubicación geográfica de aguas termales en Puno*



Nota: lugares se presencia aguas termales en el Altiplano puneño. Google Maps 2023



#### 4.5. DISCUSIÓN

El presente trabajo de Investigación tuvo como objetivo general: Conocer la historia del vulcanismo en el Altiplano de Puno, el resumen de los resultados es que: la región muestra una compleja geología con materiales volcánicos de diferentes periodos. Se destaca la intersección de la Placa Sudamericana y la Placa de Nazca, causante de actividad tectónica y volcánica. Se describe la formación de la Cordillera Occidental, con volcanes notables como Misti y Ubinas. Se menciona la erupción histórica del volcán Huaynaputina en 1600 y la actividad sísmica durante la época colonial. El estado actual de algunos volcanes en Puno se detalla, incluyendo Pojpoocollo, Choccoconiri, Willkahaxu y Willkarani. Se observan cráteres con lagunas de aguas turquesas, fumarolas y actividades geotérmicas. Además, se aborda la presencia de tufos volcánicos en la región como resultado de la actividad volcánica pasada, proporcionando indagación geológica valiosa. El estudio anterior que citamos de Muñoz et al. (2014) tenía como objetivo de su Investigación identificar los volcanes en la región Puno y analizar las evidencias geológicas de eventos pasados. Sobre la estratigrafía volcánica del centro de emisión Yanahuara en la zona noroccidental de Puno. Este centro emitió flujos piroclásticos durante el Mioceno Inferior, y los depósitos fueron identificados en Descanso-Ocuviri-Lagunillas y Ayaviri-Lampa. Aunque se considera un estrato volcán, no muestra indicios de caldera. Este estudio contribuye al conocimiento vulcanológico en la región. Sin embargo, se destaca la necesidad de más estudios en la parte sur de Puno.

Asimismo, uno de los objetivos específicos de la presente Investigación era, describir la formación de los volcanes en el Altiplano de Puno. El resumen de los resultados que conciernen a este objetivo es la siguiente: la formación de los volcanes en la Región Puno está vinculada a procesos geodinámicos, actividad tectónica y la interacción de placas tectónicas, dando como resultado una geología diversa y compleja



con impacto en la topografía local. Mariño & Thouret (2003) llevaron a cabo un estudio detallado de una erupción volcánica en la región de Puno, cuyos resultados fueron publicados en el Boletín de la Sociedad Geológica del Perú. El objetivo principal del estudio fue analizar la forma de un lóbulo generado por la erupción, con un enfoque especial en el eje mayor de dispersión. Los hallazgos revelaron un lóbulo con un espesor variable de 2 a más de 4 metros, abarcando aproximadamente 806 km<sup>2</sup>. La columna eruptiva alcanzó una notable altura de 16.5 km, clasificando la erupción con un Índice de Explosividad Volcánica (IEV) de 4. Este estudio proporciona una valiosa comprensión de la dinámica eruptiva y las características geoquímicas específicas de la erupción estudiada, contribuyendo significativamente al conocimiento vulcanológico en la región de Puno. Esto Destaca adecuadamente la vinculación de esta formación con procesos geodinámicos, actividad tectónica y la interacción de placas tectónicas. Además, señala que estos procesos dan como resultado una geología diversa y compleja que afecta la topografía local.

Por otro lado, el segundo objetivo específico era: Describir el estado actual de los volcanes en el Altiplano de Puno. y el resumen de los objetivos es esto: En la región del Altiplano de Puno, varios volcanes, como Pojpoocollo en Conduriri, Choccoconiri en Juli, Rosaspata en Huancané y Willkarani en Moho, revelan paisajes diversos marcados por la actividad geológica pasada. Pojpoocollo exhibe un cráter con aguas turquesas y emisiones de azufre, mostrando características de inactividad volcánica. Choccoconiri, en proceso de nacimiento, presenta columnas de vapor, fumarolas y deformaciones del suelo, evidenciando actividad geotérmica. Rosaspata, con su cráter convertido en un sereno lago oscuro, ilustra la transformación tranquila de un volcán apagado. Willkarani, en Moho, exhibe un cráter de agua influenciado por minerales y rodeado de depósitos de sílice blanco. Estos paisajes reflejan la historia geológica única de la región, fusionando la



imponencia de los volcanes extintos con la belleza transformadora de cuerpos de agua en sus cráteres. Velarde & Rosario (2013) realizaron un estudio centrado en el volcán Misti, ubicado al noreste de Arequipa, Perú. El objetivo principal fue analizar el comportamiento del volcán y evaluar los riesgos asociados utilizando técnicas y métodos geofísicos. Dada la identificación del volcán Misti como una potencial amenaza para la ciudad de Arequipa, se destacó la importancia de mapas de peligros basados en evidencia geológica e histórica. El estudio también resaltó la necesidad crítica de monitorear la circulación de fluidos hidrotermales en el volcán, ya que cambios en la presión de la cámara magmática podrían manifestarse en fenómenos como fumarolas, aumento de temperatura y cambios en la composición química. Estos resultados subrayan la importancia del monitoreo continuo en la gestión del riesgo volcánico y destacan la necesidad de entender a fondo los factores que influyen en la actividad de un volcán, contribuyendo así al conocimiento general en vulcanología. Esto ofrece una panorámica fascinante de la diversidad geológica en el Altiplano de Puno y destaca la importancia del estudio vulcanológico, tanto en términos de la historia de los volcanes extintos como en la evaluación de riesgos asociados, como se observa en el caso del volcán Misti. La conexión entre la belleza de los paisajes y la necesidad práctica de entender la actividad volcánica brinda una perspectiva completa y cautivadora.

Finalmente, el último objetivo específico de la presente Investigación era: Describir como consecuencia del vulcanismo la formación de rocas ígneas y aguas termales. Y el resumen del resultado que conciernen a este objetivo es: destaca la presencia de tufos volcánicos en la región de Puno, derivados de la actividad volcánica pasada, con un énfasis en su importancia geológica y cultural. El tufo volcánico de Malcomayo se presenta como un ejemplo concreto. Además, se aborda la presencia de aguas termales en el sur del Perú, influenciadas por la subducción de la Placa de Nazca



sobre la Placa Sudamericana, y se mencionan varias fuentes termales que podrían ser exploradas en Puno. El desarrollo y uso de estas aguas termales, tanto en el ámbito turístico como en el aspecto de salud, se discuten, subrayando la necesidad de infraestructuras adecuadas y mejoras en las vías de acceso. También se clasifican las aguas termales según su origen geológico, diferenciando entre magmáticas y telúricas. Proporciona una visión integral de la formación de rocas ígneas y las aguas termales en la región de Puno, explorando tanto sus aspectos geológicos como su potencial turístico y de desarrollo. La Indagación de Samaniego (2010) se enfocó en el volcán Ubinas, analizando las características petrológicas de los productos eruptivos a lo largo del tiempo. Se concluyó que existe un patrón claro de disminución del contenido de sílice en la cronología eruptiva. La variación en la composición química y asociación mineral entre erupciones antiguas y recientes destaca la importancia de comprender estas características para prever el comportamiento futuro del volcán y tomar medidas preventivas. La Investigación aborda de manera integral la influencia del vulcanismo en el Altiplano de Puno, destacando la presencia significativa de tufos volcánicos como resultado de la actividad volcánica pasada. Se enfatiza la importancia geológica y cultural de estos depósitos. Además, se explora la presencia de aguas termales, influidas por la subducción de placas, con un énfasis en su potencial turístico y de desarrollo. La discusión sobre el desarrollo y uso de estas aguas resalta la necesidad de infraestructuras adecuadas. La clasificación de aguas termales según su origen geológico proporciona una comprensión adicional. En conjunto, estos hallazgos contribuyen a una visión integral de la geodinámica en la región de Puno, fusionando aspectos geológicos, turísticos y de gestión de riesgos.



## V. CONCLUSIONES

**PRIMERA:** En la región de Puno, Perú, la geología está marcada por materiales volcánicos disectados, con dos subgrupos que abarcan desde la era Terciaria hasta el Cuaternario. La actividad volcánica ha sido relevante en la historia geológica, con arcos como Tacaza-Calamarca y Palca-Sillapaca. La intersección de las placas Sudamericana y de Nazca contribuye a eventos sísmicos y estructuras geológicas en la región. La Cordillera Occidental, parte de los Andes, influye en la topografía, albergando volcanes notables. En el pasado colonial, la erupción del volcán Huaynaputina en 1600 fue significativa, afectando vastas áreas. La región también experimentó terremotos importantes. Actualmente, la zona de Puno alberga varios volcanes extintos, como Pojopocollo, Choccoconiri, Willkahaxu y Willkarani, que muestran paisajes impresionantes con lagos en los cráteres. Además, se observan consecuencias geológicas, como tufos volcánicos en Malcomayo.

**SEGUNDA:** La formación de los volcanes en la región de Puno, Perú, está intrínsecamente ligada a procesos geodinámicos y tectónicos, en particular, a la interacción entre la Placa Sudamericana y la Placa de Nazca. La compleja geología de la zona, con materiales volcánicos de diferentes períodos, ha dado lugar a una topografía única, con una Puna extendida y vertientes pronunciadas. La actividad volcánica histórica, como la erupción del Huaynaputina en 1600, ha dejado un impacto significativo en la región, afectando la vida y las estructuras coloniales. La Cordillera Occidental, parte de los Andes, juega un papel crucial en la



configuración del paisaje y la presencia de volcanes notables. En resumen, la interacción de placas tectónicas, la actividad volcánica pasada y presente, y la presencia de la Cordillera Occidental son factores clave que definen la geología y el panorama de la región de Puno.

**TERCERA:** En conclusión, la exploración de los volcanes en la región de Puno revela una variedad de paisajes geológicos y estados actuales. Pojpoocollo - Conduriri destaca por su cráter lleno de agua turquesa, ofreciendo un contraste sorprendente con la vegetación circundante. Aunque se detectan emisiones de azufre, no implican necesariamente actividad eruptiva. Choccoconiri - Juli presenta un proceso dinámico de nacimiento de un volcán, con columnas de vapor, fumarolas y deformaciones en el suelo. Willkahaxu - Rosaspata muestra un volcán apagado con un cráter convertido en un lago oscuro, rodeado de un entorno pacífico y habitado por aves. Willkarani - Moho presenta volcanes extintos con cráteres de agua, donde minerales influyen en la coloración del suelo, proporcionando una mezcla evocadora de la historia geológica y la transformación paisajística. Estos paisajes volcánicos no solo son testimonios de la actividad geológica pasada, sino que también resaltan la belleza y la diversidad de la naturaleza en constante cambio en la región de Puno.

**CUARTA:** La región de Puno presenta evidencias claras de la actividad volcánica pasada a través de la presencia de tufos volcánicos, destacando el ejemplo de Malcomayo. Además, las aguas termales en la región, originadas por la actividad geotérmica, ofrecen un potencial turístico significativo. La posibilidad de desarrollar centros turísticos balnearios termales es una opción viable, aprovechando los paisajes naturales impresionantes y las



propiedades saludables de estas aguas. La clasificación de las aguas termales en magmáticas y telúricas muestra la diversidad de recursos disponibles, y la identificación de diversas fuentes termales en Puno destaca la oportunidad de explorar y promover estos recursos geotérmicos para beneficio local y turístico.



## VI. RECOMENDACIONES

**PRIMERA:** Para promover la apreciación y comprensión de la geología local, se recomienda establecer un programa educativo que involucre a la comunidad en charlas, talleres y proyectos de investigación. La participación activa de autoridades locales será clave en la implementación de estas iniciativas.

**SEGUNDA:** Se recomienda a las autoridades educativas de Ministerio de educación (MINEDU). La inclusión del estudio sobre el vulcanismo en el currículo educativo. Además de ello puede ofrecer numerosos beneficios para los estudiantes y la sociedad en general con respecto a los riesgos naturales locales y preparación para emergencias. Entendiéndose que el estudio del vulcanismo en el Perú es crucial.

**TERCERA:** Se recomienda a las autoridades educativas de la Unidad de Gestión Educativa (UGEL) la inclusión del estudio sobre vulcanismo en los colegios de la región Altiplánica, sería beneficiosa por varias razones: conocimiento de sobre la geografía regional, conciencia de riesgos locales, conexión con la identidad local y regional.

**CUARTA:** Se recomienda a los directores de las Instituciones Educativas del Nivel Secundario de la Educación Básica Regular en Puno. Promover el aprendizaje sobre vulcanismo en los colegios, los directores pueden implementar diversas estrategias que involucren tanto a estudiantes como a profesores. Trabajar con los profesores y el personal académico para integrar el estudio del vulcanismo en las materias relacionadas con ciencias, geografía o educación ambiental.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, J., Rodríguez, I., Valencia, M., & Flores, A. (2011). Memoria sobre la geología económica de la región Puno. In *Dirección de recursos minerales y enregéticos programa de me talogenia* (Vol. 35). [https://www.ingemmet.gob.pe/documents/73138/468768/2011\\_GE33\\_Memoria\\_Geologia\\_Economica\\_Cusco.pdf/d22a2f42-0b5b-42e5-8fe5-9fb6e737d8f2](https://www.ingemmet.gob.pe/documents/73138/468768/2011_GE33_Memoria_Geologia_Economica_Cusco.pdf/d22a2f42-0b5b-42e5-8fe5-9fb6e737d8f2)
- Alva, W. (2017). *Geografía General* (San Marcos).
- Cruz, L., Taípe, E., Masías, P., Ancasí, R., & Ortega, M. (1978). “Avances en el estudio de la estructura de los cálculos renales”. *Anales de La Real Academia Nacional de Medicina*, 95(3), 351–363. <https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/1217>
- Cueva, K., Mariño, J., Thouret, J., Japura, S., & Macedo, L. (2018). Pueblos enterrados por la erupción de 1600 d . C . del volcán Huaynaputina : geología del sector de Calicanto y Chimpapampa. In *Foro Internacional: Los volcanes y su impacto*. [https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/1474/1/Cueva-Pueblos\\_enterrados\\_por\\_erupcion\\_volcan\\_Huaynaputina.pdf](https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/1474/1/Cueva-Pueblos_enterrados_por_erupcion_volcan_Huaynaputina.pdf)
- Dominguez, N. (2017). *Aproximaciones de la historia de Puno y el Altiplani*. (Depósito L). Dirección Desconcentrada de Cultura de Puno.
- Fernández, C. (2019). Poniendo las placas tectónicas en movimiento: ejercicios sencillos de cinemática de placas. *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra*, 27(3), 323–333. <https://raco.cat/index.php/ECT/article/view/372915/466578>
- García, C. (2001). Origen y Desarrollo Histórico del Concepto de Ciclo Geológico. *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra*, 9(3), 222–234.
- Gonzales, R. (2015). Informe final del área de geología Región Puno. In *Gobierno Regional Puno*.
- Hernadández, G. (2012). *Conceptos básicos sobre terremotos y las causas que lo originan, proyecto de prevención y mitigación del riesgo en el colegio Nicolás Gómez Dávila I.E.D* [Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/21360>



- Iturralde, M. (2007). Tectónica de Placas. *Geología de Cuba Para Todos, Capitulo 4*(1), 39–44.  
[http://www.redciencia.cu/geobiblio/paper/2009\\_Iturralde\\_GeoCubaParaTodosCap4.pdf](http://www.redciencia.cu/geobiblio/paper/2009_Iturralde_GeoCubaParaTodosCap4.pdf)
- Linares, Á., Ortiz, R., & Marrero, J. (2004). Riesgo Volcánico. In D. G. de P. C. y E. del M. del Interior. (Ed.), *Ministerio General de Protección Civil y Emergencias*.  
<https://revista.estudioidea.org/ojs/index.php/esci/article/view/180/293>
- López, C. (2015). *Cambios socio económicos y geográficos producidos en el cantón Pelileo, provincia de Tungurahua a raíz del terremoto del 5 de agosto de 1949* [Universidad Nacional de Chimborazo].  
<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/8669/1/UNACH-EC-FCEHT-PCS-00002-2022.pdf>
- Macedo, L., Apaestegui, J., Torres, J., Claude, J., Finizola, A., Japura, S., & Kevin, C. (2018). Impactos de la erupción del volcán huaynaputina en el sur del Perú. *Boletín de La Sociedad Geologica Del Perú Journal*, 878–881.  
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/4256#files>
- Mariño, J., & Thouret, J. (2003). Geología, historia eruptiva y evaluación de peligros del volcán Ticsani (sur del Perú). In *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú*.  
<https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/1261>
- Martí, J. (2021). *Los volcanes*. Los libros de la catarata.
- Montalico, D. (2022). Estabilización de suelos de la subrasante con adición de cenizas de tusa de maíz en la carretera Conduriri - Mazocruz, Puno-2022 [Universidad César Vallejo]. In *Facultad de Ingeniería y Arquitectura*.  
[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez\\_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Muñoz, L., Cerpa, L., Aguilar, R., Cereceda, C., Torres, D., & Neyra, A. (2014). Estratigrafía volcánica del centro de emisión Yanahuara y sus implicancias en el entendimiento del vulcanismo durante el mioceno en el Perú. In *Sociedad Geológica del Perú* (Vol. 12, Issue Octubre).  
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/2675/1/Muñoz->



Estratigrafía\_volcánica...Yanahuara.pdf

- Obeso, P. (2006). *Estudio del Volcanismo jurásico en extremo sur de la costa del Perú* [Universidad Nacional Mayor de San Marcos].  
<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/3173>
- Ortíz, J. (2013). *Geografía física* (Editorial).
- Poma Porras, O., Roman Medrano, M., Zegarra López, Z., & Madrigal Perez, G. (2017). Vegetación, clima y relieve: Valoración del geopaisaje de Chococconiri. *Revista de Investigación Ciencia, Tecnología y Desarrollo*, 3(1), 29–47.  
<https://doi.org/10.17162/rictd.v3i1.653>
- Pujadas, A., Brusi, D., & Pedrinaci, E. (1999). Nuevos enfoques de terminología volcánica. *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra*, 7(3), 200–209.  
<https://raco.cat/index.php/ECT/article/view/88633/132549>
- Retegui, L. (2020). La observación participante en una redacción. Un caso de estudio. *La Trama de La Comunicación*, 24(1668–5628), 103–119.  
<http://www.scielo.org.ar/pdf/trama/v24n2/v24n2a06.pdf>
- Rivera, M. (2017). *Geología general* (Megabyte S).
- Samaniego, P., Rivera, M., & Liorzou, C. (2010). Procesos Magmáticos Y Condiciones Físicas Pre-Eruptivas Asociados Con Las Erupciones Recientes Del Volcán Ubinas (Perú). *INGEMMET*, 2006–2010.  
<https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/1261>
- Sánchez, L. (2005). La historia como ciencia. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 1, 54–82. <http://www.scielo.org.ar/pdf/trama/v24n2/v24n2a06.pdf>
- Sánchez, V. (1994). Los Terremotos y sus causas. *Instituto Andaluz de Geofísica y Prevención de Desastres Sísmicos*, 17–38.
- Siegfried, P. (2012). *Geología de Costa Rica.pdf* (Cuarta edi). Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Steinmuller, K. (2001). *Una introducción con énfasis en la evolucion Geológica Y metalogenica del Perú.*



[https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/3202/1/Steinmuller-Tectonica\\_de\\_placas.pdf](https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/3202/1/Steinmuller-Tectonica_de_placas.pdf)

Steinmuller, K., & Zabala, B. (1997). Hidrotermalismo en el Sur del Perú. In *Instituto Geológico Minero y Metalúrgico: Vol. 18 Serie D*.

Tarbut, T., & Frederick, L. (2005). Ciencias de la Tierra. In M. Romo & M. Caicoya (Eds.), *PEARSON* (octava).

Vega, W., & LLanes, E. (2021). ¿Qué es lo que paso con el volcán de La Palma? explicación desde la geología. *E-IDEA Journal of Engineering Science*, 3(6), 58–75.  
<https://doi.org/10.53734/esci.vol3.id180>

Velarde, T., & Rosario, L. (2013). *Análisis de Métodos Geofísicos en la Evaluación del Volcán Activo Misti (Región Sur Del Perú)* [Universidad Nacional de San Agustín].  
<https://repositorio.igp.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12816/951/TesisLTorres.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Zavala, B., Astete, I., & Churata, D. (2022). *Patrimonio geológico en la región Puno*.  
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/3705#:~:text=Estos son%3A Valor Internacional%3A 1,producción de Estaño en Latinoamérica%3B>



## ANEXOS

**ANEXO 1: Matriz de consistencia**

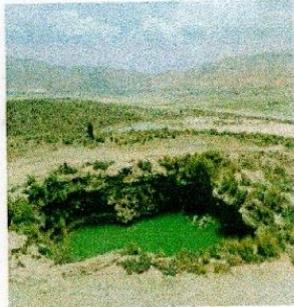
Enunciado – Problema de investigación	Objetivo	Unidad de investigación	Ejes de análisis	Sub ejes de análisis	Metodología
<p><b>Enunciado general</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Cuál es la historia del vulcanismo en el Altiplano de Puno?</li> </ul>	<p><b>Objetivo general</b></p> <p>Conocer la historia del vulcanismo en el Altiplano de Puno.</p>		<p><b>Historia de la Geología del Altiplano puneño.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comportamiento geológico del Altiplano puneño.</li> <li>- Comportamiento de las placas tectónicas en el Altiplano puneño.</li> <li>- Nacimiento de la cordillera occidental.</li> </ul>	<p><b>Enfoque:</b> Cualitativo</p> <p><b>Tipo/ diseño</b> Descriptivo/geográfico</p> <p><b>Técnicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Observación participante</li> <li>- Registro fotográfico</li> <li>- Revisión bibliográfica</li> </ul>
<p><b>Enunciados específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Cómo fue la formación de los volcanes en el Altiplano puneño?</li> <li>- ¿Cómo es el estado actual de los volcanes en el Altiplano de puneño?</li> <li>- ¿Cuáles fueron las consecuencias del vulcanismo en el Altiplano de puneño?</li> </ul>	<p><b>Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Describir la formación de los volcanes en el Altiplano de Puno.</li> <li>- Describir el estado actual de los volcanes en el Altiplano de Puno.</li> <li>- Describir como consecuencia del vulcanismos la formación de rocas ígneas y aguas termales.</li> </ul>	<p><b>Historia del Vulcanismo en el Altiplano Puneño.</b></p>	<p><b>Volcanes y terremotos en el Altiplano Colonial.</b></p> <p><b>Volcanes del Altiplano puneño.</b></p> <p><b>Consecuencia</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La erupción del volcán Huaynaputina en el año 1600.</li> <li>- Terremotos Coloniales</li> <li>- Pojocollo - Conduriri.</li> <li>- Chococconiri – Juli.</li> <li>- Willkahaxu – Rosaspata.</li> <li>- Tufo volcánico de Malcomayo – Puno.</li> <li>- Presencia de aguas termales.</li> </ul>	<p><b>Interés investigativo</b></p> <p>Describir</p> <p>Explicar</p>

## ANEXO 2: Instrumento de recolección de datos

### INTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

#### FICHA DE DESCRIPCIÓN

UBICACIÓN: Pajpocacollo - Conduriri



#### Características generales:

El cráter que evoca el volcán son aguas de color turquesa. Algunas regiones presentan estas características debido a la presencia de minerales disueltos o ya sean sedimentos.

Además de ello a sus costados representa aguas termomedicinales

#### Descripción del volcán:

Cráter: Alberga un lago de aguas turquesas que se extienden serenamente. El color del agua se dice que proviene de minerales disueltos en el agua y crea un contraste vibrando la vegetación. Por otro lado, los volcanes extintos generalmente se consideran inactivos, pero si ciertas actividades pueden hacer que incluso estos volcanes puedan activarse.

La estructura del Volcán se encuentra apagado solo se presenta aguas termales en zonas freáticas como es el caso de Conduriri.

Por último se observó presencia del obrero y sus aguas termales.

  
RAQUEL CALIZATA CONDORI  
DNI 42434588  
ESA. CC.SS.



### ANEXO 3: Ficha de Revisión Bibliográfica

<b>FICHA DE REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	
<b>AUTOR:</b>	<b>Domínguez Faura, Nicanor</b>
<b>AÑO DE PUBLICACIÓN:</b>	<b>2017</b>
<b>TÍTULO DEL LIBRO:</b>	<b>Aproximaciones a la Historia de Puno y del Altiplano</b>
<b>DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE:</b>	
<p><b>Tema: La erupción del volcán Huaynaputina en el año 1600</b></p> <p>La erupción del volcán Huaynaputina en el año 1600 fue uno de los eventos volcánicos más significativos de la historia. Huaynaputina es un estratovolcán ubicado en los Andes del sur de Perú, cerca de la ciudad de Arequipa. La erupción tuvo lugar entre el 19 y el 20 de febrero de 1600 y tuvo consecuencias globales. a erupción lanzó una enorme cantidad de ceniza volcánica a la atmósfera, creando una columna eruptiva que alcanzó altitudes extremas. La ceniza se dispersó por gran parte del hemisferio sur y afectó el clima global.</p> <p>La caída de ceniza afectó la salud de las personas y los animales en la región cercana al volcán. La contaminación del aire y la contaminación del agua fueron problemas importantes, y muchas personas sufrieron enfermedades relacionadas con la inhalación de partículas finas de ceniza.</p>	



## ANEXO 4: Declaración jurada de autenticidad de tesis



Universidad Nacional  
del Altiplano Puno



Vicerrectorado  
de Investigación



Repositorio  
Institucional

### DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo LOURDES LIZBETH MONROY PAYEHUANCA  
identificado con DNI 72480481 en mi condición de egresado de:

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

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

“ LA HISTORIA DEL VULCANISMO EN EL ALTIPLANO DE 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 24 de enero del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



## ANEXO 5: Autorización para el depósito de tesis en el Repositorio Institucional



Universidad Nacional  
del Altiplano Puno



Vicerrectorado  
de Investigación



Repositorio  
Institucional

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

Por el presente documento, Yo LOURDES LIZBETH MONROY PAYEHUANCA identificado con DNI 72480481 en mi condición de egresado de:

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

EDUCACIÓN SECUNDARIA

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

“ LA HISTORIA DEL VULCANISMO EN EL ALTIPLANO DE 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, 24 de enero del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella