



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

ESCUELA DE POSGRADO

DOCTORADO EN EDUCACIÓN



TESIS

**SISTEMA DE GEOMORFOLOGÍA ESTRUCTURAL EXÓGENA COMO
MATERIAL DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DE LA GEOGRAFÍA LOCAL
DE LA REGIÓN DE PUNO**

PRESENTADA POR:

ROGER MELENIO CALIZAYA CONDORI

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

DOCTOR EN EDUCACIÓN

PUNO, PERÚ

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

ESCUELA DE POSGRADO

DOCTORADO EN EDUCACIÓN

TESIS



**SISTEMA DE GEOMORFOLOGÍA ESTRUCTURAL EXÓGENA COMO
MATERIAL DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DE LA GEOGRAFÍA LOCAL
DE LA REGIÓN DE PUNO**

PRESENTADA POR:

ROGER MELENIO CALIZAYA CONDORI

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

DOCTOR EN EDUCACIÓN

APROBADA POR EL JURADO SIGUIENTE:

PRESIDENTE

Dr. JORGE ALFREDO ORTIZ DEL CARPIO

PRIMER MIEMBRO

Dr. VÍCTOR BENITO GUEVARA GUERRA

SEGUNDO MIEMBRO

Dr. YONY ABELARDO QUISPE MAMANI

ASESOR DE TESIS

Dr. PERCY SAMUEL YABAR MIRANDA

Puno, 14 de setiembre de 2022

ÁREA: Ciencias Sociales.

TEMA: Sistema de geomorfología estructural exógena como material didáctico para la enseñanza de la geografía local de la región de Puno

LÍNEA: Educación y Dinámica Educativa.



DEDICATORIA

A mi esposa, Adelaida, por su apoyo constante en todo lo que me propongo.

A mi hijo, Ivan Yul, por sus gestos y caricias tiernos... y esperando que este trabajo sea una muestra de esfuerzo y dedicación, para lograr lo que se proponga hacerlo en la vida.

A mis padres, Silvestre y Benita, a quienes agradezco eternamente por formarme con humildad y aspiraciones.

A todas aquellas personas que con pasión entienden la realidad geográfica que nos rodea, y son conscientes de la interrelación con el medio natural y cómo se presentan estas relaciones en la superficie terrestre ... ¡la geografía es convivencia y cuidado consciente!

Roger Calizaya



AGRADECIMIENTO

A mi familia, porque son lo más sagrado que tengo en la vida, por ser siempre mis principales motivadores de los que ahora soy como persona.

Con aprecio al Dr. Percy Samuel Yábar Miranda, Dr. Jorge Alfredo Ortiz del Carpio, Dr. Víctor Guevara Guerra y al Dr. Yony Abelardo Quispe Mamani, miembros de jurado del trabajo de investigación, por su orientación y apoyo constante durante el desarrollo de la presente tesis.

A los maestros de la Escuela de Posgrado – Programa de Doctorado en Educación de la Universidad Nacional del Altiplano-Puno, por ser los portadores del saber y sobre todo por su capacidad para transmitirla.

Al personal Administrativo del Programa de Posgrado de la Facultad de Educación, Sra. Rosmery y Srta. Morelia, por su paciencia y amabilidad en la atención de los trámites administrativos.

A todas las personas que de una u otra manera estuvieron a mi lado, que me enseñaron y me dieron ánimos. Gracias a todos.

Roger Calizaya



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	v
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUCCIÓN	10

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1. Marco teórico	12
1.1.1. Geomorfología estructural exógeno	12
1.1.1.2. Procesos morfogenéticos.	13
1.1.1.3. Erosión.	14
1.2. Antecedentes	18

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Identificación del problema	23
2.2. Definición del problema	25
2.2.1. Definición general	25
2.2.2. Definición específica	25
2.3. Intención de la investigación	25
2.4. Justificación	25
2.5. Objetivos	26
2.5.1. Objetivo general	26



2.5.2.Objetivos específicos	26
CAPÍTULO III	
METODOLOGÍA	
3.1. Acceso al campo	27
3.2. Selección de informantes y situaciones observadas	27
3.3. Estrategias de recogida y registro de datos	28
3.4. Análisis de datos y categorías	30
CAPÍTULO IV	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1. Meteorización	33
4.1.1. Meteorización física o mecánica	35
4.1.2. Meteorización química	41
4.2. Erosión	44
4.2.1. Sistema o erosión eólica	46
4.2.2. Erosión hídrica	52
4.2.2.1. Erosión pluvial.	52
4.2.2.2. Erosión fluvial	55
4.2.3. Movimientos de laderas en el contexto puneño	71
CONCLUSIONES	78
RECOMENDACIONES	79
BIBLIOGRAFÍA	80
ANEXOS	86

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag
1. Ruta metodológica de estudio	28
2. Morfología del cerro Cancharani	33
3. Roca madre afectada por meteorización física	34
4. Fragmento de roca afectado por meteorización química	34
5. Proceso de meteorización física	35
6. Termoclastia en roca arcillosa	36
7. Influencia de crioclastia en la meteorización de rocas	37
8. Acto hidroclástico en el río Itapalluni	39
9. Haloclastia que genera la fragmentación de la roca	40
10. Agentes biológicos que fragmentan la roca	41
11. Meteorización de la roca por disolución	42
12. Meteorización de la roca por efectos de oxidación	43
13. La vegetación como agente regulador del sistema erosivo	45
14. Formas de transporte de material generado por el viento	47
15. Erosión eólica por abrasión en proceso de formación	49
16. Erosión eólica por deflación	49
17. Ripples en los sectores arenosos de Puno	50
18. Transporte de material por disolución	58
19. Material fluvial en suspensión	60
20. Material transportado por saltación	61
21. Canto rodado en la cuenca del río Cutimbo	61
22. Material trasladado por deslizamiento en la cuenca del río San Miguel	61
23. Valle erosionado en forma de V, sector San Miguel	62
24. Sistema meandriforme del río Malcohamaya	63
25. Sistema meandriforme del río Itapalluni	63
26. Erosión lateral externa denominado ablación	64
27. Acumulación de detritos en la parte interna del meandro, julio 2022	64
28. Barra de meandro o point bar	65
29. Cauce abandonado del meandro, denominado oxbow	65
30. Cauce recto del río Cutimbo, julio 2022.	66
31. Catarata de Totorani	67



32. Movimiento de ladera motivado por el hombre, faldas del cerro Cancharani	72
33. Falla geológica, Km.4 carretera Puno-Laraqueri	74



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

CN	: Currículo Nacional.
EBR	: Educación Básica Regular.
INRENA	: Instituto Nacional de Recursos Naturales.
GEE	: Geografía estructural exógena.
UG	: Unidad geomorfológica.
USLE	: Ecuación universal de la pérdida de suelo.
SIG	: Sistema de información geográfica.



RESUMEN

El trabajo de investigación titulado: Sistema de geomorfología estructural exógena como material didáctico para la enseñanza de la geografía local de la región de Puno, se trabajó bajo el propósito de describir y explicar detalladamente los agentes que intervienen en el modelado de la geomorfología exógena aledaño a la ciudad de Puno. Para poder alcanzar el propósito planteado, la investigación se desarrolló dentro del marco metodológico de enfoque cualitativo, siguiendo el proceso de tipo fenomenológico. Por consiguiente, el desarrollo de la investigación se operativizó a través del método hermenéutico, inductivo, deductivo, bibliográfico, observación cualitativa centrado en la actividad de campo, sirviéndose de sus respectivas técnicas e instrumentos de recojo de datos, tales como la guía o ficha bibliográfica, cuaderno de campo, ficha de análisis geográfico y registro fotográfico. La conclusión a la que se arriba con la investigación es de que la geomorfología aledaña a la ciudad de Puno, presenta un conjunto de geomorfos como elevaciones, cuencas, vertientes, laderas, acantilados, etc. dichos geoformas no son definitivas sino se modifican a lo largo del tiempo por la acción de los agentes externos como el viento, el agua, las sales minerales que son trabajados desde la meteorización y erosión, por consiguiente, el relieve que vemos hoy en la superficie del contexto puneño, no es el mismo que existía hace unos años; por ello desde los espacios educativos debemos conocer, analizar y reflexionar sobre la dinámica terrestre que presenta la geomorfología de la provincia de Puno.

Palabras clave: Erosión, falla geológica, geomorfología, meteorización, sistema fluvial, sistema eólico y sistema de laderas.

ABSTRACT

The research work entitled: Exogenous Structural Geomorphology System as didactic material for teaching the local geography of Puno region, was worked with the purpose of describing and explaining in detail the agents that intervene in the modeling of the exogenous geomorphology surrounding the city of Puno, fact and geographical phenomenon corresponding the year 2021 to 2022. In order to achieve the stated purpose, the research was developed within the methodological framework of a qualitative approach, following the phenomenological type process. Therefore, the development of the research was operationalized through the hermeneutical, inductive, deductive, bibliographic method, qualitative observation focused on field activity, using their respective data collection techniques and instruments, such as the bibliographic guide or record, field notebook, geographical analysis sheet and photographic record. The conclusion reached with the investigation is that the geomorphology surrounding Puno city presents a set of geomorphs such as elevations, basins, slopes, mountainside, cliffs, etc. these geoforms are not definitive but are modified over time by the action of external erosive agents such as wind, water, mineral salts that are worked from weathering and erosion, therefore, the relief that we see today in the surface of Puno context is not the same as it was a few years ago; therefore, from educational spaces we must know, analyze and reflect on the terrestrial dynamics presented by the geomorphology of the province of Puno.

Keywords: Erosion, geological faulting, geomorphology, weathering, fluvial system, wind system and slope system.

INTRODUCCIÓN

El relieve de la superficie terrestre es el resultado de la interacción de fuerzas endógenas y exógenas, las endógenas actúan como constructoras del relieve dando origen a los anticlinales y sinclinales producidas fundamentalmente por movimientos de componente vertical y las exógenas, como desencadenantes de una continua denudación que tiende a rebajar (modelar o destruir) el relieve originado, estos últimos llamados procesos de geodinámica externa que se agrupan en la cadena de meteorización-erosión, transporte y sedimentación de partículas (Gutiérrez, 2008).

El estudio de los procesos geomorfológicos aledaños a la región de Puno, en el trabajo de investigación, está centrado en la descripción, análisis e interpretación de los agentes externos modeladores del relieve tales como el sistema de erosión, transporte y sedimentación generado por los diversos agentes externos.

Por consiguiente, la información organizada en el trabajo de investigación, es de vitalidad para el conocimiento académico sobre la dinamicidad de la geografía que tiene implicancias en las actividades del hombre, por ello los estudiantes y habitantes en su conjunto, debemos ser conocedores y conscientes de su dinamicidad, ya que el proceso de interacción del hombre y su entorno se da en todo momento de la vida. Por la razón genérica que se presenta, el trabajo de investigación detalla a mayor profundidad los aspectos indicados; por ello, la estructura que se presenta consta de las siguientes partes.

Capítulo I. Presenta los fundamentos de la revisión de literatura desde las perspectivas científicas y epistemológicas, los cuales respaldan la investigación; el sustento del marco teórico se encuentra deslindado en relación a la unidad de investigación, ejes de análisis y sub ejes de análisis, que constituyen como fuente de información para la presentación de los resultados; así mismo, dentro de este apartado se ostenta los antecedentes con sus respectivos contribuciones, los cuales permitieron precisar los resultados y discusiones de la investigación.

Capítulo II. Establece los aspectos del planteamiento del problema de investigación, basado en la identificación del problema, enunciados, justificación y objetivos de la investigación; aspectos que posibilitan fundamentar la razón de la investigación en función al problema planteado.



Capítulo III. Considera los materiales y métodos requeridos en la investigación, basado en los detalles de lugar de estudio, población, muestra y descripción de métodos en relación a los objetivos; aspectos que posibilitaron en guiar los procedimientos del escenario de estudio y así obtener los objetivos planteados.

Capítulo IV. Detalla los resultados y discusión de la investigación, basado en el estudio de la geomorfología estructural aledaño a la ciudad de Puno, referente para enseñanza de la geografía local, en ello, se presenta la descripción, interpretación y corroboración de datos con estudios similares.

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1. Marco teórico

1.1.1. Geomorfología estructural exógeno

La geomorfología corresponde al estudio del relieve de la Tierra, que incluye las formas y estructuras de todas las dimensiones, desde continentes y cuencas oceánicas a estrías y alveolos (Lugo, 2011); ya que se trata de una disciplina geológico-geográfica es necesario incluir los términos geológicos principales relacionados con la constitución del relieve (minerales, rocas), con su construcción (estructuras), con su evolución en el tiempo y otros, el relieve se relaciona también con los elementos físico geográficos, como el suelo y el clima, principalmente (Martinez, 1985).

Por otro lado, López (1985) refiere que la geomorfología estructural es la rama de la Geología que estudia las estructuras geológicas presentes en la corteza terrestre, ya sea de todo el planeta o de una determinada región; en los estudios geológicos de esta naturaleza se realiza la identificación y análisis de las principales estructuras geológicas y su reconocimiento para luego realizar el mapeo de las estructuras tectónicas de un determinado sector.

En aval de las citas indicadas, se asume que la geomorfología estudia la forma del relieve terrestre, teniendo en cuenta su origen, naturaleza de roca, clima y las diferentes fuerzas endógenas y exógenas, que de modo general entran como factor constructor y modelador del paisaje; por consiguiente, el origen y las características de la forma del relieve en el ámbito circunlacustre de la ciudad de Puno, es consecuencia de diversos

episodios de modelamiento tectónico regional así como también de procesos erosivos que hasta la fecha sigue originando una diversidad de geoformas de relieve y paisaje.

1.1.1.1. Meteorización.

Bescain (1970) la meteorización o también denominado intemperización, es un proceso por el cual los agentes atmosféricos (elementos químicos), hidrosféricos (el agua) y biológicos (como el hombre, los animales y las plantas) actúan y reaccionan con los constituyentes minerales de las rocas dentro de las zonas de influencia de la atmósfera, produciendo nuevas fases minerales que son relativamente más estables.

Alvarado (1985) define a la meteorización como:

La meteorización es el proceso de desintegración y descomposición de los materiales formados del suelo, causados por agentes químicos, físicos y biológicos, cuando los materiales (roca y sus minerales) no están en equilibrio con la temperatura, para la presión y la humedad en la interface atmósfera-litósfera. En general los minerales formados bajo condiciones de alta temperatura y presión y baja concentración de oxígeno y agua (magma) no son estables en la litósfera, donde los primeros son bajos y los últimos abundan (p.9).

Entonces, la meteorización es el acto de fragmentación y rotura de las rocas que se encuentran en la superficie del suelo, para dicho proceso, necesariamente tiene que haber influencia de factores mineralógicos, hídricos y biológicos, para luego pasar a la fase de erosión o transporte de roca meteorizada.

Según Alvarado (1985) y Bescain (1970) las formas de meteorización que afecta la rotura y desintegración de las rocas, son la meteorización física, meteorización química y la meteorización biológica. Pero cada uno de ellos, tienen otras particularidades más específicas.

1.1.1.2. Procesos morfogenéticos.

Los procesos morfogenéticos considerados en la Geografía Física según Aguilera *et al.*, (2020) y Alvarado (1985), son los que interviene en el proceso de movilización del material terrestre, los cuales se presenta a continuación:

Meteorización. Es el acto por la cual las rocas son fraccionadas o descompuestas, al mostrarse al ambiente cerca de la superficie terrestre; esto indica que el proceso

de la meteorización generalmente transforma las rocas masivas y duras en un manto residual finamente fragmentado. Existen dos tipos de meteorización: meteorización física y meteorización química.

Erosión. Es el proceso de separación y/o traslado de los materiales de su lugar de origen; los materiales rocosos meteorizados y otros sedimentos terrígenos por proceso físicos-químicos, ingresan en el proceso de erosión; que consiste en la movilización del material a lugares distintos de su origen mediante el arrastre, transporte y acumulación. El viento y el agua son los principales modeladores de a corteza terrestre y sus acciones determinan diferentes niveles de erosión; pero a ellos debemos agregar la acción erosiva de los seres vivos, en especial, del hombre.

Transporte. El transporte puede ser definido como las movilizaciones materiales meteorizados de un lugar a otro por agentes externos como el agua, el aire, la acción humana, animales u otros. Este proceso de transporte de materiales puede ser llevado a cabo a través de deslizamiento, rodadura, saltación, suspensión, transporte químico (un caso particular que se produce mediante la disolución de materiales).

Sedimentación. Es la acumulación y compactación de materiales erosionados en lugares distintos de su procedencia. Se entiende como el último proceso de la creación de relieves que consiste en la acumulación de materiales que han sido erosionados y transportados. Por otro lado, se sabe que las sedimentaciones son procesos perennes que actúan en el aplanamiento de los continentes después de la formación de sistemas montañosos.

1.1.1.3. Erosión.

Según el Diccionario de la Lengua Española: la erosión es el desgaste y modelado de la superficie terrestre por la influencia del viento, la lluvia, los ríos, los mares, los glaciales, y por la actividad de los organismos vivos como el hombre, las plantas y los microorganismos:

Amorox *et al.*, (2010) manifiestan que:

La erosión vista como un fenómeno geológico natural es causada por acción del agua o del viento, y provoca la pérdida de las partículas del suelo; la erosión de los suelos tiene, desde el punto de vista de las Ciencias de la Tierra, un aspecto positivo al llevar a los ríos sedimento y nutrientes, manteniendo de esta forma el necesario

equilibrio sedimentario en los cauces y en las playas a la vez que configura y mantiene espacios muy fértiles como son las llanuras aluviales y los deltas (p.34).

En consecuencia, la erosión consiste en la pérdida de la superficie del suelo, por la acción del agua y del viento; este proceso en nuestro contexto se acelera cuando el ecosistema es perturbado por la actividad humana como la deforestación, manejo inadecuado de suelos de cultivo, urbanización, manejo inadecuado de praderas.

Erosión Eólico

La erosión eólica, es el proceso por el cual el material superficial de los suelos, es removido y transportado por el viento, la acumulación del material removido puede recurrir a distancias variables desde la fuente de origen, dependiendo principalmente de la consistencia del viento y del tamaño de las partículas removidas (Rostagno *et al.*, 2021) y (Ortiz, 2017).

López *et al.* (1992) el viento desplaza las partículas sueltas, básicamente, según los mismos mecanismos que las escorrentías hídricas, esto en función del tamaño del grano y de la velocidad del fluido del viento, los granos de arena viajan a favor de la dirección del viento, permaneciendo cerca de la superficie, separándose gradualmente de las partículas más gruesas que pesan demasiado para que el viento las desplace lejos; de este modo, se origina una masa característica de sedimentos conocida como arena eólica o arena de duna, cuyas partículas tienen un diámetro entre 0,1 y 1 mm, compuesta en su mayor parte por cuarzo, por ser el mineral cuya dureza y resistencia química lo convierten en el más duradero de los materiales que contienen las rocas.

Rostagno *et al.* (2021) los granos de cuarzo transportados por el viento ofrecen formas redondeadas y sus superficies están cubiertas de microscópicas fracturas por el impacto de unos granos contra otros. Por otro lado, Ortiz (2017) refiere que las partículas más gruesas son transportadas por rodadura, reptación y deslizamiento sobre la superficie; los granos de arena son capaces de viajar por saltación elevándose hasta alturas de 2 o 3 metros en algunos casos, en cambio las partículas finas (limos y arcillas) pueden desplazarse en suspensión y ser elevadas a grandes alturas por las corrientes ascendentes.

En consecuencia, como refieren los autores, la erosión eólica es un problema ambiental y es más eficaz en las regiones de ambiente árida y seco como el contexto altiplánico, y en su accionar involucra tres procesos fundamentales: desprendimiento del material,

trasporte y depósito de sedimentos, los cuales ocasionan el cambio de la geomorfología estructural exógena del contexto.

Erosión pluvial.

La erosión del agua de lluvia es causada por la separación y el movimiento de partículas finas del suelo, debido al impacto de las gotas de lluvia en el suelo (Díaz, 2012). La erosión pluvial es uno de los diferentes tipos de erosión hídrica, entre los cuales también se enumeran: la erosión laminar, la erosión en surcos, la erosión en cárcavas y la erosión en terracetos (De Alva *et al.*, 2009).

Erosión fluvial.

El sistema fluvial, es el efecto de desgaste de la superficie terrestre que tiene el agua de los ríos (Brea y Balocchi, 2010); las aguas fluviales o de ríos constituyen un agente erosivo de primera magnitud, el agua continental fluye, en gran parte, en forma de ríos o riachuelos que discurren sobre la superficie, o de corrientes subterráneas, desgastando los materiales que hay por donde pasan y arrastrando los restos o sedimentos en dirección hacia las partes más bajas del relieve, dejándolos depositados en diversos lugares, formando terrazas, conos de deyección y, en definitiva, modelando el paisaje (Ochoa, 2011). El agua de las corrientes fluviales puede crear en cascadas, grutas, desfiladeros, meandros, cañones, deltas, estuarios, entre otros; en ocasiones inunda determinadas regiones más o menos amplias del territorio causando desastres económicos y víctimas, a pesar de lo cual, los seres humanos casi siempre se han asentado en las márgenes de los ríos, lagos o manantiales, con el fin de garantizar un suministro adecuado de agua para su subsistencia (Díaz, 2012).

Por consiguiente, de acuerdo con Ochoa (2011) la erosión fluvial es el desgaste continuo ocasionado por el flujo de aguas sobre la superficie, el grado de erosión depende de lo torrentoso que sea el flujo del agua, esta condición está ligada a las fuertes lluvias, como el caso que se da en el Altiplano puneño. La dinámica de la erosión fluvial es cíclica, depende de los periodos de lluvia, y en caso de la región de Puno se presenta en los meses de enero, febrero y marzo.

Sistema de laderas.

Las laderas o "vertientes" constituyen una parte esencial de los paisajes, de hecho, toda la superficie terrestre puede ser interpretada como un mosaico de vertientes, desde las

empinadas y verticales laderas de muchas montañas y acantilados marinos, hasta las suaves y casi horizontales llanuras; cada una de estas unidades geomorfológicas componen un importante sistema, a través del cual la materia y energía están en movimiento, frecuentemente bajo el efecto directo de la gravedad (Palma, 2018). Las salidas de este sistema (escorrentía, derrubios) son, normalmente, entradas en otros sistemas (fluviales, glaciares, mareas); de este modo, los procesos activos sobre las laderas ejercen controles fundamentales en otras partes de los paisajes (Rodríguez, 2000).

Las laderas son también importantes porque ejercen un efecto directo sobre la actividad humana, en particular sobre la agricultura y construcciones, su interés se explica por la combinación de factores tales como la altitud, expansión, ángulo de pendiente, suelo, vegetación, naturaleza de los cultivos y técnicas empleadas, así como por la proximidad o lejanía de centros habitados (Alva, 2009).

En aval de los fundamentos de Palma (2018), los principales factores referidos a la estructura de la ladera son la gravedad, la inclinación de la pendiente, la disposición de los estratos de forma paralela a la pendiente y la alternancia de estratos con diferente permeabilidad. También existen factores externos como el clima de la zona, el uso del suelo por parte del ser humano y la ausencia de vegetación, ya que la vegetación absorbe el agua de lluvia, evita la escorrentía y favorece la sujeción del terreno. Además, existen factores desencadenantes de los fenómenos de ladera como el agua, los terremotos, los procesos erosivos y las acciones antrópicas.

Falla geológica.

Una falla geológica puede definirse como una fractura usualmente plana que se observa en un segmento de la corteza terrestre y la cual tiene cierto desplazamiento, siendo ésta lo suficientemente amplia para ser visible a simple vista o desde una vista aérea (Alva, 2009). Las fallas pueden tener anchuras desde centímetros hasta varios kilómetros, y prolongarse de forma interconectada por centenares de metros, como el caso de la Falla de San Andrés en California, Estados Unidos, el movimiento de las fallas es fundamental para la formación de sistemas montañosos (Udias y Mezcua, 1997); para una mejor ubicación geográfica, según propuesta de Coleman (2016), las fallas se clasifican en:

- **Fallas normales:** son aquellas que tienen un plano de fractura casi vertical y en donde los movimientos se dan en dirección vertical con un lado que se levanta con respecto al otro.

- **Fallas invertidas o inversas:** son aquellas en donde los estratos de un lado están incrustados en el otro, como resultado de fuerzas de compresión dando lugar a un plano de falla diagonal o ángulo agudo.
- **Falla de desgarre o cizalladura:** son aquellas en donde los desplazamientos son horizontales con respecto al plano de la falla. Aquí no hay movimientos verticales por lo que no llegan a formarse escarpes.
- **Falla de cabalgamiento:** son aquellas donde predomina el desplazamiento horizontal, pero el plano de falla se halla casi horizontal y uno de los bloques cabalga sobre el otro

1.2. Antecedentes

Palma (2018), presentó la tesis de grado referido al estudio de geodinámica de laderas de la sección distal de la cuenca de Vodudahue, el cual realizó bajo el propósito de identificar y analizar la geodinámica de las laderas ubicada en los Andes Norpatagónicos, razón por lo que existe una intensa erosión de las glaciaciones cuaternarias. La investigación se efectuó bajo parámetros del enfoque cualitativo y para su desarrollo utilizó la técnica e instrumento de trabajo de campo y revisión bibliográfica. La conclusión a la que arribó la investigación es que las laderas de la sección distal de la cuenca de Vadudahue es geodinámicamente activo, lo cual es expresada en múltiples remociones en masa registradas en el territorio y además la totalidad del sistema de laderas fue clasificada como cara libre y talud y caras vegetadas activas y que están expuestos a generar alteraciones geomorfológicas ocasionando daños de distintas naturalezas.

Montiel *et al.* (2015), publicaron el artículo referido al paisaje de la laguna de Sinamaica como recurso didáctico para el aprendizaje significativo de procesos geodinámicas desde las Ciencias de la Tierra; como conclusión se identifica que el 96% de los encuestados, afirman que los docentes no utilizan el paisaje como recurso didáctico, frente a ello, como propuesta se generó un paquete didáctico basado en el paisaje de la laguna para la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias de la Tierra, ya que permite observar procesos geodinámicas externos y la influencia de la antropogénesis en la degradación del ambiente, con la finalidad de fomentar la toma de conciencia del complejo funcionamiento del medio.

Echavarría *et al.* (2020), publicaron el artículo referido al efecto en la erosión hídrica del suelo en pastizales y otros tipos de vegetación por cambios en el patrón de lluvias por el calentamiento global en Zacatecas, México. en la investigación se propone estimar la erosión hídrica actual mediante la ecuación de Pérdida de Suelo (RUSLE); como conclusión se sostiene que el área de pastizal presenta valores promedio actuales de erosión del orden de 16.3 t/ha, el cual contribuye al ordenamiento del uso del suelo para reducir niveles de degradación y desertificación.

Sousa *et al.* (2016), divulgaron el artículo referido a educación geográfica y las salidas de campo como estrategia didáctica. En la investigación se propone el análisis de las salidas de campo como recurso empírico de investigación académica y como estrategia didáctica; como conclusión principal se sostiene que las salidas de campo en geografía posibilitan la reflexión del lugar y los análisis espaciales, sobre todo en la articulación entre conceptos, teorías, miradas e interpretación del espacio geográfico y como también fortalece la formación ciudadana, puesto que valoriza el estudio de los lugares y territorios, en diferentes ambientes.

Caballero (2019), publicó el artículo referido al concepto de ladera urbana, en ello se concluye que las laderas son un sistema de montaña, los cuales generan amenazas hacia la población urbana, a través de erosión superficial, movimiento de masa, derrumbes, deslizamientos, erosión fluvial, inundaciones; por ello es necesario hacer la planificación urbana para evitar sistema de riesgo que afecten a la población.

Quimiz *et al.* (2019), publicó el artículo referido a fallas geológicas en la tierra generadas por el sismo, en ello concluye que las fallas es el rompimiento de la roca de la corteza terrestre a deformaciones y tenciones, al no tener elasticidad las rocas se rompen a lo largo de la falla liberando una gran cantidad de energía; la energía liberada produce vibraciones en las paredes de la falla a eso se le llama terremoto.

Chacón (2012), refirió sobre movimientos de laderas: clasificación, descripción y evolución espacial y temporal, respecto a ello concluye que la mayoritario de los movimientos de ladera que se aprecian en el relieve son superficiales y se producen asociados a periodos de lluvias o a eventos sísmicos, e independientemente de los daños que produzcan, que pueden ser muy elevados, finalizan su actividad en grados de diacronía muy limitados, por lo que no se constituyen como anomalías gravitatorias a largo plazo como los grandes movimientos de ladera, menos frecuentes que los anteriores,

y que se asocian a relieves pronunciados, y mantienen la actividad en grados de diacronía muy prolongados en el tiempo.

Bianchi (2014), presentó el trabajo de investigación bajo el objetivo de poner de relieve la importancia que posee el paisaje geográfico en la enseñanza de la Geografía y de esa forma propiciar una educación geográfica rica en competencias y valores en los alumnos de Chile; la conclusión general de la tesis insiste en llevar a la práctica un nuevo estilo didáctico de enseñanza-aprendizaje de la Geografía con visión sistemática, donde el conocimiento se contemple como fruto de un proceso integrador y global, con proyección en el desarrollo y cultivo de valores éticos de alcance social, para ello, se defiende el alcance formativo y educativo del estudio del paisaje.

Genchi (2012), presentó la tesis bajo el propósito de determinar y caracterizar las geoformas del Oeste del golfo de San Matías, orientado a realizar una cartografía geomorfológica regional; además, se analizó la dinámica de las formas costeras; la investigación se completó con un análisis integral de las variables consideradas, en relación a las geoformas, con énfasis en la fragilidad, la morfodinámica, las actividades antrópicas y sus efectos actuales y potenciales. Los resultados de la investigación podrán servir como base para elaborar estrategias acordes con las posibilidades de ocupación territorial de la región respecto al entorno geográfico.

González (2016), presentó la tesis con el propósito de estudiar la geomorfología y dinámica de laderas del valle mediante un método heurístico, que permite analizar y correlacionar la distribución de los procesos morfogenéticos con variables condicionantes de estabilidad, con el fin de zonificar la susceptibilidad de las laderas del valle a los movimientos gravitacionales. La conclusión a que llegó la investigación es que en el valle del río Cuevas, los procesos morfogenéticos manifiestan un carácter complejo, con la combinación de diversos tipos de fenómenos y varios ciclos de removilización de material.

Cabrejos (2016), presentó la tesis con el fin de conocer los problemas erosivos de la microcuenca del río atuen-amazonas. El trabajo se realizó bajo el enfoque mixto y el recojo de información fue a través del modelo geoespacial, con la utilización de las bondades del Sistema de Información Geográfica SIG, para la identificación de zonas erosionadas y/o vulnerables. Como conclusión se pudo observar, que las zonas que presentan mayores incidencias erosivas son las que se encuentran en las zonas más altas

del territorio y en las riberas de los ríos; las cuales, a su vez, presentan bajos niveles socioeconómicos, frente a ello se propusieron posibles alternativas de protección y/o conservación para las zonas afectadas por la erosión hídrica.

Sánchez (2018), presentó la tesis con el objetivo de elaborar el mapa de zonificación de peligros geodinámicos externos en la cuenca del río Pichari; el método utilizado para la realización de la tesis fue el método descriptivo; el cual llegó a la conclusión en el mapa de zonificación de la susceptibilidad a la ocurrencia de peligros geodinámicos externos en la cuenca del río Pichari que el área de la cuenca con Muy alta susceptibilidad es de 3,12 km², Alta susceptibilidad 1,32 km²; Mediana susceptibilidad 15,30 km²; Baja susceptibilidad 43,65 km² y Muy baja susceptibilidad 41,23 km².

Vergara (2017), presentó la tesis bajo el objetivo de realizar una caracterización de las unidades geomorfológicas en el distrito de Jesús de Cajamarca. Los resultados se plasmaron en el plano geomorfológico a escala 1:15000, elaborando cuatro perfiles, los estudios permitieron determinar los factores que influyeron en el modelamiento actual: en primer lugar los endógenos actuando mediante fuerzas distensivas formando el sinclinal y fallas normales, como resultado las Unidades Geomorfológicas (UG) de ambiente estructural (montañoso); en segundo lugar actuaron los procesos exógenos, los cuales erosionaron la superficie formándose las unidades geomorfológicas de ambientes denudacionales (colinoso, planicie, altiplanicie), sumado a ello aún siguen estos procesos formando las unidades geomorfológicas de ambiente fluvial (cauce actual, y valle) la actividad humana ha dado la formación de unidades geomorfológicas de ambiente antrópico (construcciones).

Carlotto *et al.* (2009), publicaron el artículo de investigación concerniente a la geología, evolución geomorfológica y geodinámica externa de la ciudad inca de Machupicchu, razón por lo que la geografía es accidentado y compuesto por material granítica. Como conclusión se sostiene que las construcciones no tienen techo y los sistemas de drenaje inca ya no funcionan, generando los problemas de geodinámica externa, cuyo origen está relacionado directamente con el agua y la gravedad.

Godoy y Sánchez (2007), el propósito primordial del artículo fue describir la importancia de la actividad de salida de campo, como estrategia didáctica para la enseñanza de la geografía, porque al proyectar el aprendizaje en cualquiera de sus ámbitos desde el campo, al aula; el proceso se convierte en algo emocionante tanto para el docente como

para el estudiante, ya que el campo es un laboratorio abierto, que da la oportunidad de despertar inquietudes y que se genera la observación, análisis, comprensión y uso eficaz del conocimiento respecto a la realidad geográfica; ya que el trabajo de campo, para la enseñanza de la geografía, constituye una herramienta indispensable en cualquiera de sus ramas o ciencias auxiliares de la geomorfología, climatología, meteorología, cartografía, hidrografía entre otros.

Carlotto *et al.* (2009), publicó el artículo con la finalidad de reconocer y analizar la evolución geomorfológica y geodinámica externa de la ciudad inca de Machupicchu; lo cual, durante el periodo inca, los andenes y las construcciones (techos) contaban con un sistemas de drenaje de aguas de lluvias; sin embargo, actualmente, las construcciones no tienen techo y gran parte de los drenajes no están operativos, lo cual viene generando infiltraciones, erosión superficial, derrumbes, caída de rocas y deslizamientos superficiales; frente a este hecho, se recomienda adecuar la evacuación de las aguas pluviales y evitar las infiltraciones o la erosión superficial, mediante drenajes y pisos impermeables.

Vélez (2020), presentó el trabajo de investigación bajo el propósito de identificar las características geomorfológicas y eventos aluviónicos en la cuenca de la cordillera de Apolobamba, en lo cual se identificó y clasificó dos sistemas geomorfológicos de origen glaciario en la cuenca Occoruruni, a decir denudacional y agradacional, en donde están enmarcados las unidades geomorfológicas como: montañoso, colinoso y planicies, depósitos de origen fluvio-glaciario y antrópico.

Castro (2018), presentó el trabajo de investigación bajo el propósito determinar el nivel de riesgo geológico de la zona urbana de Ollachea, como conclusión, se propone establecer criterios adecuados para poder prevenir a la población de posibles desastres generados por la naturaleza, ya que el contexto se ubica en una zona de vulnerabilidad media a alta, finalmente se realiza una contribución textual sobre medidas de prevención para los habitantes del distrito de Ollachea.

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Identificación del problema

La educación ha sido considerada a través de la historia como recurso idóneo y eje rector de todo desarrollo; mediante el proceso educativo se transmiten conocimientos, valores, identidad cultural, ciudadana, y en la sociedad actual la comprensión de la compleja relación del hombre con su medio geográfico; en consecuencia, la renovación pedagógica debe propugnar una enseñanza activa que promueva el estudio del entorno social y geográfico, y conlleve a los estudiantes a la exploración del medio próximo como respuesta a las nuevas necesidades de formación en la problemática ambiental que ha surgido en la sociedad por el creciente papel de los humanos como agentes paisajísticos. Dentro de este marco, es de vital importancia el conocimiento del entorno natural-geográfico, ya que esto representa las vivencias en la propia realidad geográfica y la valoración de los componentes físico-naturales y humanos de los lugares.

Por ello, es necesario considerar un nuevo planteamiento ético que involucre la implementación de acciones que reconozcan la relación estrecha vital del hombre con el ambiente, incremente el sentido de responsabilidad en la protección y búsqueda de soluciones de la problemática socioambiental actual. Todo ello solo es posible a través de procesos educativos que promuevan la sensibilización, concienciación, la participación y desarrollo de actitudes y capacidades responsables en todos los ámbitos de la sociedad. Esto supone el diseño y aplicación de estrategias y recursos didácticos novedosos fundamentados en el entorno físico-natural para despertar en el estudiante la identidad geográfica, la conservación y la defensa del ambiente y los diferentes espacios. En ese sentido, el paisaje geomorfológico constituye un recurso didáctico importante, ya que, a través de éste, los

estudiantes pueden construir conocimientos de su entorno cotidiano y tomar conciencia del complejo funcionamiento del medio.

Como destacan Otero (2000) y Montiel *et al.* (2013), la utilización del entorno geográfico es necesario en el fomento de una cultura socio-ambiental ya que brinda al estudiante la posibilidad de verse involucrado con su ambiente, modificar su estructura cognitiva en función de la realidad, sensibilizarse ante las actividades humanas transformadoras del medio natural y ser capaz de construir conocimientos y aptitudes que lo induzcan a la búsqueda y reflexión sobre los problemas ambientales que lo atañen, armonizar con su espacio geográfico y desarrollar su identidad local.

En tal razón, especial significado adquiere la geomorfología local de la provincia de Puno como recurso didáctico para la enseñanza del medio físico; los procesos geodinámicos externos generados por los diferentes sistemas como: el fluvial, pluvial, eólico, laderas, etc. estos actúan como constructores y modeladores del relieve, la degradación del ambiente y las actividades humanas que en éste se desarrollan, lo cual permitiría al estudiante en un primer momento analizar y obtener conocimiento empírico, crítico, analítico y luego científico de su entorno cotidiano y de esta manera, discernir sobre la potencialidad y la fragilidad del entorno geográfico para acoger acciones antrópicas, así como la capacidad paisajística del territorio. Estas consideraciones, conllevan a proponer el conocimiento sobre la geomorfología estructural de la localidad de Puno, como recurso didáctico para el aprendizaje significativo de procesos geodinámicos desde las perspectivas de las ciencias geográficas, con miras a fomentar la valorización del medio natural, la disposición para su conservación, el logro de la sensibilización ante las actividades humanas transformadoras y el rechazo a los factores responsables de la degradación.

Por consiguiente, la iniciativa de la investigación en relación al estudio geográfico, surgió producto de la experiencia profesional, que hace ver la carencia de material bibliográfico sobre la geografía local de la provincia de Puno, por lo cual, el aspecto repercute en la limitada o ausencia en cuanto al desarrollo de contenidos geográficos y su dinamicidad que debe ser reconocido, analizado y reflexionado por los estudiantes de la Educación Básica Regular, Educación Superior y sociedad poblacional, para así tener conciencia sobre la dinamicidad que presenta el entorno geográfico de la localidad de Puno, generando acciones positivas y negativas que repercuten al hombre y a otros seres vivos.

2.2. Definición del problema

2.2.1. Definición general

¿Cuál es la naturaleza del sistema de geomorfología estructural exógena como material didáctico para la enseñanza de la geografía local de la región de Puno?

2.2.2. Definición específica

De1. ¿Cómo se muestra la actividad del sistema de meteorización como agente que interviene en la dinámica de la geomorfología estructural exógena?

De2. ¿Cómo se presenta la actividad del sistema de erosión eólica como agente que interviene en la dinámica de la geomorfología estructural exógena?

De3. ¿Cómo se muestra la actividad del sistema de erosión hídrica como agente que interviene en la dinámica de la geomorfología estructural exógena?

De4. ¿Cómo se muestra la actividad del sistema de laderas como agente que interviene en la geomorfología estructural exógena?

2.3. Intención de la investigación

La investigación se centró netamente en la identificación, análisis y descripción de los sistemas dinámicos que influyen en la forma estructural exógena de la geomorfología local de la provincia de Puno. La información organizada, tiene la pretensión de presentar información relevante como guía de material didáctico para la enseñanza de la geografía local de Puno.

2.4. Justificación

En el campo educativo se observa que la enseñanza de la Geografía es más descriptiva, la clase en su mayoría es una actividad rutinaria donde predomina el dictado y no la explicación de los procesos y fenómenos, el uso de libros se constituye en la única fuente de conocimiento de los profesores y alumnos, y se desplaza al alumno de su entorno. Por consiguiente la investigación tiene el fin de ubicar-localizar, describir, analizar y teorizar cada uno de los sistemas de acción geomorfológica, ya que la temática no se encuentra propuesto en el Currículo de la Educación Básica Regular y como también existe carencia de información en textos de geografía local, regional y nacional; por consiguiente amerita

profundizar la información para luego utilizar como material didáctico en la enseñanza de la geografía local de Puno y así el estudio sea más aplicada a la realidad, para ello, los educadores debemos de obtener y aplicar correctamente los conceptos, de manera que sirvan para explicar de forma reflexiva y críticamente el paisaje geográfico; por ello se cree que es necesario poner al estudiante en contacto directo con el entorno geográfico para su análisis y reflexión de los fenómenos geográficos por medio de imágenes, mapas, gráficos y principalmente con salidas de campo.

El aporte de la investigación se concretiza en proporcionar información actualizada y contextualizada sobre el sistema dinámico de la geomorfología local de la provincia de Puno, para que los docentes del área de geografía, enfatizen el proceso de enseñanza y aprendizaje de forma analítica, crítica y reflexiva, utilizando los métodos y técnicas apropiados, para así lograr las competencias requeridas en los estudiantes; en el campo político, económico y social, la utilidad de la investigación dará de conocer la referencia de puntos críticos que repercutan negativamente en el ordenamiento territorial y actividades agropecuarias, para así tener conocimiento de causa y evitar las afectaciones adversas generados por la naturaleza.

2.5. Objetivos

2.5.1. Objetivo general

Describir y explicar el sistema de geomorfología estructural exógena como propuesta de material didáctico para la enseñanza de la geografía local de la región de Puno.

2.5.2. Objetivos específicos

Oe1. Identificar y describir la actividad del sistema de meteorización como agente que interviene en la dinámica de la geomorfología estructural exógena

Oe2. Identificar y describir la actividad del sistema de erosión eólica como agente que interviene en la dinámica de la geomorfología estructural exógena

Oe3. Identificar y describir la actividad del sistema de erosión hídrica como agente que interviene en la dinámica de la geomorfología estructural exógena

Oe4. Identificar y describir la actividad del sistema de laderas como agente que interviene en la geomorfología estructural exógena

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Acceso al campo

Por la naturaleza de la investigación, el acceso al campo de estudio fue libre y abierto, ya que el estudio se enfocó en la observación, análisis y descripción de los fenómenos naturales que intervienen en la dinámica de la geomorfología exógena, ubicado en los sectores aledaños a la ciudad de Puno.

El desarrollo de la investigación, se llevó a efecto desde la aprobación del proyecto, hasta la consolidación del borrador de tesis, abarcando el tiempo de desarrollo mayor 90 días calendarios; en dicho proceso, por la característica de la investigación **cualitativa**, el rol fundamental que se asumió como investigador, fue de participar como protagonista principal en todo el desarrollo de la investigación: observando el fenómeno geográfico, recogiendo evidencia en anotes de campo, registros fotográficos y luego someter a la fase de sistematización de la información.

3.2. Selección de informantes y situaciones observadas

De acuerdo a Hernández y Mendoza (2018), el tipo de muestreo más adecuado para llevar a efecto las investigaciones cualitativas “son las no probabilísticas o dirigidas, cuya finalidad no es la generalización en términos de probabilidad, también se les conoce como propositivas (guiadas por uno o varios propósitos), pues la elección de los elementos depende de razones relacionadas con las características de la investigación” (p.429). En ese sentido, para el desarrollo de la investigación, los fenómenos a ser estudiados, fueron seleccionados intencionalmente, acorde a un criterio lógico y respaldado con la literatura correspondiente, para que así, los resultados tengan orden y coherencia.

3.3. Estrategias de recogida y registro de datos

Por la naturaleza de la investigación, las estrategias de recogida y registro de datos, se ha trabajado teniendo en consideración tres aspectos fundamentales

- **Fase precampo:** fue la primera fase del estudio, el cual consistió en hacer la revisión teórica respecto a la geodinámica del relieve terrestre, dicha actividad con la finalidad de conocer los agentes que intervienen en el sistema de modelado de la geomorfología estructural exógena aledaña a la ciudad de Puno.
- **Fase de campo:** fue la segunda fase del estudio, el cual consistió en realizar el trabajo en el lugar incito, valiéndose de las técnicas e instrumentos de recogida de dato, como la observación participante (en condiciones naturales) y registro de las características sobre cada uno de los factores que interviene en el modelado del relieve terrestre.
- **Fase de gabinete:** fue la tercera fase del estudio, el cual consistió en la sistematización de la información recopilada en la fase precampo y campo, para así construir información relevante sobre el sistema de geomorfología estructural cercana a la ciudad de Puno.

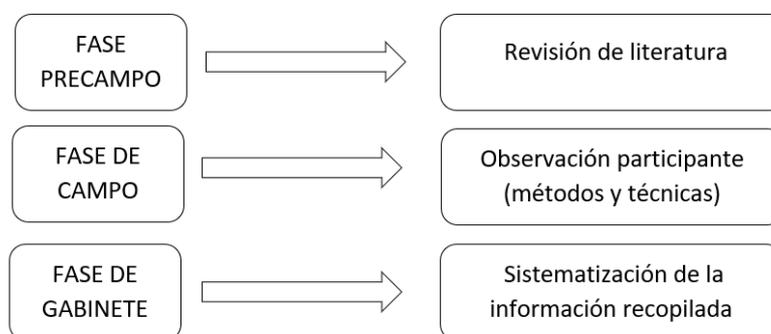


Figura 1. Ruta metodológica de estudio (elaboración propia)

Para los tres procesos, se tomó en consideración las técnicas e instrumentos de recojo de datos.

Pino (2018), afirma que las técnicas de investigación son las herramientas y procedimientos disponibles para un investigador cualquiera, que le permite obtener datos e información; respecto al instrumento Ñaupas *et al.*, (2018) son aquellos objetos materiales que nos permiten adquirir y analizar datos; Charaja (2019) mediante los cuales pueden ser

comprobados las hipótesis de la investigación. Por consiguiente, las técnicas e instrumentos utilizados en la investigación fueron los siguientes:

Técnica de la observación participante: consistió en visualizar todo el fenómeno de estudio “GEE- geomorfología estructural exógena”, sirviéndose de los sentidos y capacidad de observación.

Técnica de observación de campo: fue participativa con el fin de visualizar con detalle las características y/o aspectos que intervienen en la dinámica de la geomorfología exógena.

Análisis bibliográfico: permitió recopilar y sistematizar información de fuentes secundarias contenidas en libros, artículos de revista, publicaciones, investigaciones, etc. como refiere, , su propósito es la de sistematizar la información y hacer huso de procedimientos analíticos cualitativos, análisis de contenidos e interpretativos.

Los instrumentos utilizados en la investigación, fueron los siguientes:

Cuaderno de notas: como refiere Carrasco (2006), el cuaderno de notas es un instrumento de registro de datos, producto de la observación espontanea a diferencia del diario que es más narrativo; por consiguiente, es recomendable utilizar en la inmersión inicial al campo de estudio. Al hacer uso de este medio, la utilidad de cuaderno de notas, fue para registrar datos sueltos y espontáneos de cada uno de las categorías de estudio en el lugar de los hechos, luego la información fue sistematizada.

El diario: fue un instrumento de observación muy valioso, ya que en la investigación se registró datos objetivos sobre la secuencia de las actividades que se realizaron a diario.

Registro de observación: permitió asentar la información recolectada durante la observación.

Registro fotográfico: permitió la visualización detallada y ordenada de cada unidad de investigación, para ser analizada y descrita de forma coherente en relaciona la observación directa.

Teniendo en consideración los instrumentos de observación, las categorías de análisis fueron observados y descritos en su totalidad, para luego ser analizado e interpretado.

Ficha de análisis bibliográfico: consistió en localizar el sitio exacto de donde se extrajo la información referenciada, para ello se contó con las fichas físicas de localización

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los aspectos contemplados en el presente capítulo, sintetizan la información referida de fuentes secundarias como texto, revistas, artículos, trabajos de investigación, etc, a partir de la cual, se organiza la información de manera analítica y reflexiva, teniendo como base la observación, el análisis y la reflexión sistemática sobre el sistema de geomorfología estructural exógena que se encuentra en los parajes cercanos a la ciudad de Puno, información que tiene la pretensión de mostrar un contenido ordenado-organizado respecto a la geografía y los agentes que lo componen en su modificación, fuente que ayudará a fortalecer las capacidades, habilidades y competencias de los estudiantes de distintos niveles y modalidades del ámbito educativo local y regional de Puno; de lo cual, las temáticas, como la unidad de investigación, ejes y sub ejes se detallan en las páginas siguientes.

Antes de abordar la descripción e interpretación de los agentes que intervienen en la geodinámica externa, se quiere partir describiendo una breve reflexión sobre la dinamicidad del espacio geográfico, que consiste en lo siguiente:

Para cualquier observador del medio geográfico, pareciera que la geomorfología de la Tierra permanece sin cambios, sin ser afectada por el tiempo; de hecho, hace uno 200 años atrás, la mayoría de la gente creía que las montañas-elevaciones, los lagos, los desiertos, las depresiones, etc. eran características permanentes de una Tierra que se pensaba que no tenía más de unos pocos miles de años. Hoy la ciencia nos ha demostrado que la Tierra tiene más de 4.500 millones de años y que las montañas finalmente han dado paso a la meteorización y la erosión, los lagos están llenos de sedimentos o drenados por los arroyos, y los desiertos vienen junto con el cambio climático.

Por consiguiente, la Tierra es un ser dinámico, partes de la superficie terrestre se elevan gradualmente debido a la geodinámica interna y la actividad volcánica; estos procesos internos extraen su energía del interior de la Tierra; mientras tanto, los procesos opuestos como la meteorización y la erosión vienen modificando continuamente la superficie terrestre, por ende, la fisonomía actual de la tierra y de la geomorfología de Puno, no es lo mismo que de ayer, por ello, se debe tener bien en cuenta que la geomorfología está en constante modificación, por dicha razón, la población puneña y del mundo debemos ser muy consciente de la dinamicidad que presenta la tierra.



Figura 2. Morfología del cerro Cancharani.

Observar y analizar que la elevación y la forma el cerro Cancharani, no es lo mismo que hace 100 años atrás, ni será lo mismo de aquí a 50 años, la modificación se da a cada momento, por causas de la geodinámica interna y externa (vista de evidencia, julio 2022).

En consecuencia, en las páginas sucesivas, se describe y explica los agentes externos que intervienen en la modelación del relieve, que conforma el espacio geográfico aledaño a la ciudad de Puno.

4.1. Meteorización

La meteorización es la fragmentación física (desintegración) y alteración química (descomposición) de las rocas de la superficie terrestre (Tarbuck y Lutgens, 2006); como también, la meteorización se considera como la rotura o desintegración física y descomposición química de los materiales de la superficie terrestre (Ortiz, 2017); en la meteorización intervienen los procesos físico, químicos y biológicos, los cuales preparan para la acción de la erosión (Andrade, 2008).

Por lo tanto, la meteorización ocurre cuando las rocas se fragmentan (desintegran) mecánicamente o se modifican químicamente (se descomponen), o se presentan ambas cosas. La meteorización mecánica se realiza mediante fuerzas físicas que rompen la roca en pedazos cada vez más pequeños, sin cambiar la composición mineral de la roca; en cambio, la meteorización química implica la transformación química de las rocas en uno o más compuestos nuevos.

Ambos sistemas de meteorización, que refiere a la fragmentación y descomponían de las rocas, los mecanismos se dan en la geografía puneña, por consiguiente, es necesario conocer desde los espacios pedagógicos, en la forma como se manifiestan ambos sistemas.



Figura 3. Roca madre afectada por meteorización física.

La meteorización física es la particularidad más común en el proceso de fragmentación o desintegración de la roca en el contexto altiplánico de Puno, en el caso de la figura, se tiene la acción de los vegetales como uno de los elementos que interviene en el proceso de meteorización, la evidencia se aprecia en las laderas de Rinconada Salcedo, sector Quiviani (julio 2022).



Figura 4. Fragmento de roca afectado por meteorización química.

Evidencias encontradas en las laderas de Rinconada Salcedo sector Quiviani (julio 2022), en ello se aprecia la descomponían de la roca, afectado por agentes químico, que son componentes propios de la roca madre.

4.1.1. Meteorización física o mecánica

Consiste en la ruptura de las rocas causando la desintegración debido a esfuerzos externos e internos; la disgregación implica la ruptura de la roca en fragmentos más o menos grandes y angulosos, pero sin modificación de la naturaleza mineralógica de la roca (Agudelo, 2012); es decir, sin afectar su composición química o mineralógica por tanto las rocas no cambian sus características químicas, pero si sus características físicas, en estos procesos, la roca se va deshaciendo, es decir, se va disgregando en materiales de menor tamaño, esto facilita el proceso de erosión y posterior transporte (Andrade, 2008).



Figura 5. Proceso de meteorización física.

En la figura siguiente, se muestra que la ruptura de una roca en trozos más pequeños, aumenta el área superficial disponible para el ataque químico, al darse esta acción en los diversos sectores aledaños de la ciudad de Puno, el relieve se va modificando progresivamente (vista fotográfica julio 2022, muestra ubicado en la ladera de la cuenca del rio Malcohamaya).

Los procesos más importantes de meteorización física que se encuentra en la geomorfología cercana a la ciudad de Puno son: la termoclástia, gelifracción (crioclastia), hidroclástia, haloclástia y corrosión, los cuales se presenta a continuación:

Termoclastia o insolación.

La termoclastia es un proceso de expansión y contracción térmica de un material debido a un cambio de temperatura, si el cambio repentino afectará la superficie de la piedra; si la variación es lenta, afectará a todo el bloque; en el segundo caso, las grietas aparecerán cuando el material no sea uniforme, los minerales con diferentes coeficientes de expansión y contracción pueden producir diferentes respuestas de tensión (Andrade, 2008). El aislamiento es más efectivo en el desierto porque el ambiente seco hace que durante el día no se pierda calor por calentamiento de la humedad atmosférica y por la noche no haya reserva de calor en la atmósfera cuando baja la temperatura (Duque, 2003).

Para que se produzca esta fractura se requieren cambios bruscos en muy poco tiempo, como ocurre en los desiertos áridos, pero también rocas cuyo color y textura permitan la absorción y reduzcan la radiación de calor. Además, deben tener una composición mineral que permita la diferencia entre expansión y contracción, para que la tensión sea efectiva. Además, los termoplásticos son una de las principales causas de deterioro de los materiales en ambientes con altas y bajas temperaturas, como es el caso de las zonas desérticas y la sierra de Puno, donde las temperaturas son calurosas durante el día y frías por la noche, estos cambios bruscos generan la fragmentación de la roca.

La variación entre la alta temperatura interna del material y su exterior frío, crea ciclos de estrés que conducen a la falla del material. Esto se puede ver fácilmente en el barro o terreno arcilloso como se puede ver en la figura siguiente, y es común ver en algunos sectores del relieve puneño.



Figura 6. Termoclastia en roca arcillosa.

Cabe indicar, que el proceso de fragmentación no necesariamente debe ocurrir en roca dura, como se muestra en la figura, el terreno arcillo también es considerado como roca sedimentaria o suave, por lo cual, en ello se da el proceso de meteorización, cuando existe la diferencia entre la alta temperatura interna del material y su exterior frío, luego ocasiona la falla del material. Por consiguiente, el hecho es común ver en algunos sectores del relieve puneño, como el caso típico que se muestra en salida de Puno- Laraqueri y sectores del rio Malcohamaya (vista fotográfica, julio 2022).

Un aspecto importante que citar, las condiciones para que se produzca la termoclastia en materiales rocosos (no arcillosos) son tan difíciles que no ha sido posible reproducirla en laboratorio mediante ciclos de aumento de temperatura durante largos periodos de tiempo, por lo que en ocasiones se duda de que sea un mecanismo natural, sin embargo en los desiertos cálidos sí parece funcionar, al menos en combinación con otros mecanismos Suárez, 1980 citado en (Agudelo, 2012).

Gelifracción o crioclastia

Este elemento es más eficiente que el anterior, ya que el agua se filtra por las grietas de la roca y luego se congela, aumenta de volumen en un 9% a 10% y crea una fuerza que fractura el material (Mora, 2022); con cambios de temperatura por encima y por debajo del punto de congelación y un nuevo suministro de agua que ingresa al material a través de poros, juntas y diaclasa, el hielo, actuando como una cuña, empujará continuamente las juntas para afectar el material (Duque, 2003). Entonces, para que la crioclastia funcione, es necesario que existan frecuentes ciclos de hielo-deshielo, como se ve en la figura siguiente, este hecho es muy común en las cuencas cercanas a la ciudad de Puno.



Figura 7. Influencia de crioclastia en la meteorización de rocas.

En respaldo a los autores, la crioclastia consiste en la fragmentación de las rocas debido a la alteración de la congelación y descongelación de las aguas que ocupan la fisura de las rocas. En la actividad de crioclastia, intervienen dos elementos fundamentales: el agua y las bajas temperaturas que generen el congelamiento, esta acción causa la fragmentación de las rocas y es muy común en nuestro contexto puneño, principalmente en los meses de junio y julio donde las temperaturas descienden bajo 0°C. (muestra de figura en la confluencia del río Santo Cristo e Itapalluni, julio 2022).

Hidroclastia

Mora (2022) respecto a hidroclastia refiere que:

Consiste en la fragmentación de la roca a causa de las tensiones que produce el aumento y reducción sucesivos del volumen en algunos tipos de rocas y suelos, cuando se someten a ciclos de humedecimiento y secado. Normalmente los procesos son más evidentes cuando poseen contenidos importantes de minerales arcillosos. Los ciclos de humedecimiento y secado pueden ser más lentos que los de hielo-deshielo, pero más persistentes. La presión ejercida por la arcilla húmeda continua mientras esté húmeda. Durante la fase seca la arcilla se fisura bajo su límite de retracción, lo cual la hace susceptible para ser atacada por otros agentes erosivos químicos, biológicos e hidráulicos. En función del tamaño de los fragmentos se puede identificar la “hidroclastia”, cuando alteran capas u horizontes de arcilla con estratos de calizas y areniscas, lo cual produce deformaciones y fisuración importantes, y la “micro-hidroclastia” en regiones donde predomina las rocas cristalinas y que se encuentran con algún grado de meteorización y alteración hidrotermal, lo cual a menudo propicia la generación de detritos limosos (p.22)

Tomando como referencia los fundamentos de Mora, a vuestra perspectiva, la hidroclastia consiste en la fragmentación de algunas rocas que sufre cambios de volumen debido a variaciones significativas en su contenido de agua. Hay rocas, especialmente las que tienen propiedades arcillosas, que son muy hidrófilas, pueden absorber grandes cantidades de agua, se hinchan y luego, durante la evaporación y el secado, se contraen, hasta dejar el volumen original o incluso romperlo.



Figura 8. Acto hidroclástico en el río Itapalluni.

Entonces, la hidroclastia es la desintegración de la roca provocada por variaciones del volumen de ciertas rocas, consecutivas a muy fuertes variaciones de su contenido en agua, este hecho es común en las cuencas de los ríos de Puno (vista fotográfica agosto 2022, sector cuenca del río Itapalluni).

Haloclastia:

La haloclastia consiste en la fragmentación de las rocas debido a la tensión provocada por el aumento de volumen que se produce en los cristales de sal; estas sustancias se forman cuando se evapora el agua en la que se disuelven; las sales se adhieren a las grietas de la roca, apretando las paredes, como una cuña, hasta romperlas; de hecho, no son los cristales que se forman los que ejercen suficiente presión para romper la roca, sino el aumento en el volumen de los cristales a medida que obtienen un nuevo suministro de agua, lo que hace que crezcan los cristales de sal.

La haloclastia ocurre solo en áreas geológicas donde existe salinidad. Este mecanismo es muy similar a la gelifracción, aunque su ocurrencia es menor. Debido al pequeño tamaño de los cristales de sal, este mecanismo es poco importante para rocas ya fracturadas, sin embargo, es muy efectivo para rocas porosas, donde los materiales resultantes son de pequeño tamaño: arena, barro, marga y arcilla (Agudelo, 2012).



Figura 9. Haloclastia que genera la fragmentación de la roca.

La roca se encuentra en proceso de fragmentación, debido a la cristalización de sales minerales. Las sales se cristalizan dentro de las rocas, y producen fuertes esfuerzos para su fragmentación (vista fotográfica julio 2022, evidencia en rinconada Salcedo, sector Quiviani).

Meteorización biológica

La alteración biológica es la forma menos conocida, vegetales como algas, hongos y líquenes crecen sobre rocas desnudas y extraen elementos de los minerales a través de procesos químicos; de esta manera, estos organismos envejecen los primeros centímetros o posiblemente los primeros milímetros, preparando el terreno para árboles más evolucionados; luego, en esta superficie crecen plantas de raíces que actúan sobre las fracturas en la roca (trabajando en conjunto con la meteorización física), pero alrededor de las raíces también existe la posibilidad de un proceso químico debido al intercambio de iones entre las raíces y tierra (Agudelo, 2012).

En la geomorfología de la ciudad de Puno, las actividades de los organismos, incluidas las plantas, los animales excavadores y los humanos, también provocan la meteorización. Las raíces de las plantas crecen entre las grietas de la roca en busca de nutrientes y agua y, a medida que crecen, rompen la roca. Los animales excavadores descomponen aún más la roca al mover material fresco a la superficie, donde los procesos físicos y químicos pueden funcionar de manera más eficiente.



Figura 10. Agentes biológicos que fragmentan la roca.

Los agentes responsables del proceso de meteorización biológica son plantas, cuyas raíces fracturan la roca, como también son los animales excavadores que lo fracturan las rocas blandas, y, por otro lado, el hombre es otro de los agentes que meteoriza la con fines de trabajos de arquitectura (vista fotográfica julio 2022, evidencia en las laderas de la cuenca del río Malcohama).

4.1.2. Meteorización química

Cabestany *et al.* (2008), la meteorización química se refiere a los procesos complejos que descomponen la composición de las rocas y la estructura interna de los minerales, estos procesos convierten los ingredientes en nuevos minerales o los liberan en el entorno circundante. Tarbuck y Lutgens (2006), durante esta transformación, el lecho rocoso se descompone en estabilizadores en el entorno de la superficie; por lo tanto, los productos de la meteorización química permanecerán esencialmente sin cambios mientras permanezcan en un entorno similar a aquel en el que se formaron.

Los principales procesos de meteorización química son la disolución, la oxidación y la hidrólisis; procesos que se dan en el entorno geográfico de la ciudad de Puno; pero en ello, el agua juega un papel importante en cada uno de ellos.

Disolución:

La disolución es un proceso químico que involucra la disociación de moléculas en iones utilizando el soluto, generalmente agua. Este proceso no implica ningún cambio en la composición química del material disuelto; una vez disueltos, los materiales precipitan

a medida que desaparece el soluto (agua), esta precipitación ocurre frecuentemente en el mismo sitio de disolución (Suárez, 2009).

La eficacia del proceso de disolución depende de la naturaleza de la roca, es decir, de su permeabilidad; por esta razón, las rocas sedimentarias son más sensibles a la disolución debido a su composición, especialmente las rocas volátiles porque sus minerales incluyen sales y yeso, pero la presencia de ciertos compuestos en la solución, como el dióxido de carbono, aumentan la fuerza del solvente acuoso, haciendo que otras rocas, como la piedra caliza, ataquen; el agua de alta alcalinidad ataca muy eficazmente a las rocas silíceas, la disolución es más eficiente cuando la humedad y la temperatura son altas, y existe humedad sobre la roca, por lo que es más eficaz contra rocas que están cubiertas de vegetación, Proaño 2010 citado en (Agudelo, 2012).



Figura 11. Meteorización de la roca por disolución.

El proceso de meteorización por disolución, es cuando ocurre el desmoronamiento de la red cristalina de los minerales que forman la roca por la acidez o la alcalinidad, evidencias que se aprecian en la cuenca del río Malcohamaya (vista fotográfica julio 2022).

Oxidación:

La oxidación se produce por el contacto de las rocas con el aire, su composición incluye minerales que pueden combinarse con el oxígeno, hierro, carbonato, sulfuro, etc. puedan formar óxidos e hidróxidos. La oxidación es el mecanismo de meteorización más común, pero el menos importante morfológicamente, ya que no penetra más que unos

pocos milímetros; las rocas oxidadas tienen una capa superficial, coloreada por la oxidación del mineral (roja como en la oxidación del hierro), que facilita los mecanismos de descomposición y fragmentación (Suárez, 2009).

Por consiguiente, la oxidación es un proceso muy común, especialmente en los minerales de hierro o denominado ferruginosas que se encuentran por encima del nivel freático. Esto se puede ver claramente en la decoloración de la arcilla con componentes de hierro; primero, tienen un color azulado o grisáceo que cambia rápidamente al oxidarse.



Figura 12. Meteorización de la roca por efectos de oxidación.

Como se aprecia en la figura, la oxidación se produce por la acción del oxígeno, generalmente cuando es liberado en el agua. En la oxidación existe una reducción simultánea, ya que la sustancia oxidante se reduce al adueñarse de los electrones que pierde la que se oxida. Los sustratos rocosos de tonalidades rojizas, ocre o parduzcas, tan abundantes, se producen por la oxidación del hierro contenido en las rocas, evidencia en las rocas de rinconada Salcedo (vista fotográfica julio de 2022).

Hidrólisis:

La hidrólisis es la principal forma de meteorización, el proceso que más transcendencia tiene en la formación del relieve de las rocas metamórficas y el que más profundamente ataca a las rocas.

La hidrólisis es una reacción de descomposición en la que interviene el agua sobre los suelos, generando reacciones entre silicatos con el agua pura o una solución acuosa; en

tales reacciones son consumidos iones de H^+ u OH^- , cambiando así la relación H^+/OH^- (Hoyos, 2004).

Cabe señalar que la mayoría de las reacciones de hidrólisis producen SiO_2 (dióxido de silicio) como subproducto y es por eso que el cuarzo siempre está presente en las rocas meteorizadas, en la situación de líquidos muy ácidos, pueden incluso hidrolizarse a micas brillantes, originando sulfato de aluminio (alunita y cuarzo). Aunque la reacción de hidrólisis cambia el pH del fluido hidrotermal al cambiar los minerales en la roca, la presencia de ciertos minerales que interactúan con la solución salina puede mantener un cierto rango de pH hasta que se consumen por completo (Alvarado, 1985).

4.2. Erosión

La erosión es un sistema geológico que se presenta en la geomorfología de la ciudad de Puno y, por ende, en la geomorfología global, en ese entender, los educandos deben tener muy en cuenta la definición terminológica y a partir de lo cual, entender los agentes que forman parte del proceso erosivo.

En consideración: la erosión puede ser definida, de forma amplia, como un proceso de arrastre del suelo por acción del agua o del viento; o como un proceso de desprendimiento y arrastre acelerado de las partículas de suelo causado por el agua y el viento (Suárez, 1980); la erosión del suelo consiste en la remoción, arranque y transporte de los materiales que constituyen la capa más superficial del suelo, sea cual sea el agente responsable: agua, viento, hielo, actuaciones humanas, etc. (De Alva *et al.*, 2009). Como también se considera como un movimiento de suelo superficial, ocasionado por diversos factores, principalmente agentes hídricos y eólicos, que resulta en la reducción de la profundidad del horizonte superior, cambios en las características del suelo y la alteración de su capacidad para soportar el desarrollo socioeconómico (Brunel y Seguel, 2011).

Tayupanta (1993) la erosión es el proceso físico que consiste en el desprendimiento y arrastre de los materiales del suelo por los agentes naturales y el hombre; Garcia (2004), como también “la erosión es un proceso natural controlado por la gravedad, a través del cual los relieves e irregularidades de la corteza terrestre se equilibran” (p. 310).

Haciendo un análisis en función a los planteamientos indicados, se refiere que, para que se dé el acto erosivo del relieve terrestre, debe implicar la existencia de dos elementos fundamentales que participan en el proceso: uno pasivo que viene a ser el suelo, y uno

dinámico que son los agentes externos (como el agua, el viento, etc); analizando el entorno puneño, el proceso erosivo es permanente en las pendientes de la geomorfología de la ciudad de Puno; pero consideramos la presencia de un elemento indispensable que viene a ser la vegetación el cual actúa como un agente regulador de las relaciones entre ambos elementos, la cual amerita, considerar como el elemento más importante que evita la erosión acelerada en el contexto puneño.



Figura 13. La vegetación como agente regulador del sistema erosivo.

En el contexto geográfico de Puno, cuenta con vegetación natural, compuesto por un conjunto de especie de planta naturales en su mayoría, los cuales cumplen la función más importante de regular el proceso de erosión generado por los agentes externos, por consiguiente, la vegetación merece un manejo apropiado y no generar daños que motiven su extinción (vista fotográfica de la ladera de Puno, sector Salcedo julio 2022).

En consideración a los autores que refieren sobre el sistema de erosión; la erosión que se presenta en el contexto puneño, es un proceso que se puede dividir en tres fases. La primera es el desprendimiento de partículas o porciones de roca madre o bien la rotura de los agregados del suelo. Este desprendimiento se produce habitualmente por la mera acción de la gravedad o con la ayuda de fuerzas como la acción del viento, del agua o del hielo; mientras que la rotura de agregados del suelo se produce por el impacto de las gotas de lluvia o granizo.

En una segunda fase, estas porciones y partículas desprendidas son transportadas por la acción de los agentes erosivos, principalmente por la gravedad, el agua y el viento. Durante su transporte, las partículas pueden actuar a su vez como agentes abrasivos que al impactar

sobre la roca o el suelo provocan el desprendimiento de nuevas partículas o la rotura de otros agregados del suelo.

Por último, en la tercera fase, se produce la deposición de las partículas cuando la energía de los agentes de transporte no es suficiente para seguir arrastrándolas o cuando éstas son retenidas en las irregularidades del terreno o por la vegetación. Cada una de estas fases está controlada por multitud de factores como el clima, la litología, la pendiente o los seres vivos y se rige por las leyes físicas que determinan el comportamiento de los distintos agentes que intervienen. La erosión es, por tanto, un fenómeno natural que debe enmarcarse en la interfase entre la litosfera, la atmósfera y la biosfera, y cuya principal fuerza motriz es la gravedad. Sin embargo, el hombre ha agudizado voluntaria o involuntariamente los procesos erosivos a través del aprovechamiento secular de los recursos naturales.

Agentes que intervienen en el modelado terrestre en la geografía local de Puno

4.2.1. Sistema o erosión eólica

Rostagno *et al.* (2021), refiere que la erosión eólica, es el proceso por el cual el material superficial de los suelos es removido y transportado por el viento; López *et al.* (1992) ya que el viento desplaza las partículas sueltas en función del tamaño del grano y de la velocidad del fluido, los granos de arena viajan a favor del viento; Ortiz (2017) refiere que las partículas son desplazados por rodadura, reptación, deslizamiento, saltación y en suspensión dependiendo del tamaño.

Formas de transporte de partículas

Una vez puestas en movimiento por el viento, las partículas son transportadas y nuevamente sedimentadas a mayor o menor distancia. De acuerdo a su diámetro pueden ser transportadas por rodadura, saltación o suspensión.

Trasporte por saltación.

Es el modo de transporte más importante, las partículas se mueven por saltación y que permanecen relativamente cerca de la superficie del suelo, generalmente a menos de 30cm (Rostango *et al.*, 2012); por esta razón, las partículas transportadas por saltación poseen un diámetro definido, que oscila entre 0.05 a 0.50 mm y por lo cual debe considerarse que, una vez en movimiento en el flujo del aire, las partículas transportadas de esta forma pueden disminuir su tamaño por efectos de abrasión y pasar a ser

transportadas por el modo de suspensión, el movimiento de salto es regular y asimétrico (Buschiazzo y Aymar, 2009).

Trasporte por rodadura.

Es el transporte de partículas que se realiza sin un despegue de las mismas, ósea de la superficie del suelo; solamente las de un diámetro mayor a 500 μm se movilizan de esta forma, un 5% a un 25% de las partículas se transportan por rodadura (Buschiazzo y Aymar, 2009).

Por lo tanto, las partículas transportadas parecen ser parte de un proceso de erosión pasiva, con una intensidad relativamente pequeña, una distancia corta y un efecto destructivo débil. Sin embargo, estas partículas también pueden causar abrasión, corrosión de los agregados del suelo u otras partículas, como rocas y edificios, pueden convertirse en partículas o agregados más pequeños y transportarse y transferirse por salazón, lo que aumenta el poder destructivo.

Transporte por suspensión.

Es el transporte por flotación en el aire de partículas pequeñas ($< 100 \mu\text{m}$) que se genera por el impacto de otras movilizadas por saltación sobre la superficie del suelo; el transporte de las partículas movilizadas por suspensión puede alcanzar algunos km de altura y varios centenares de km de distancia; si la turbulencia del viento es suficientemente elevada, las partículas transportadas de esta forma pueden llegar a formar las tormentas de polvo. En general, aproximadamente un 3 a un 40% de las partículas son transportadas en suspensión (Buschiazzo y Aymar, 2009).

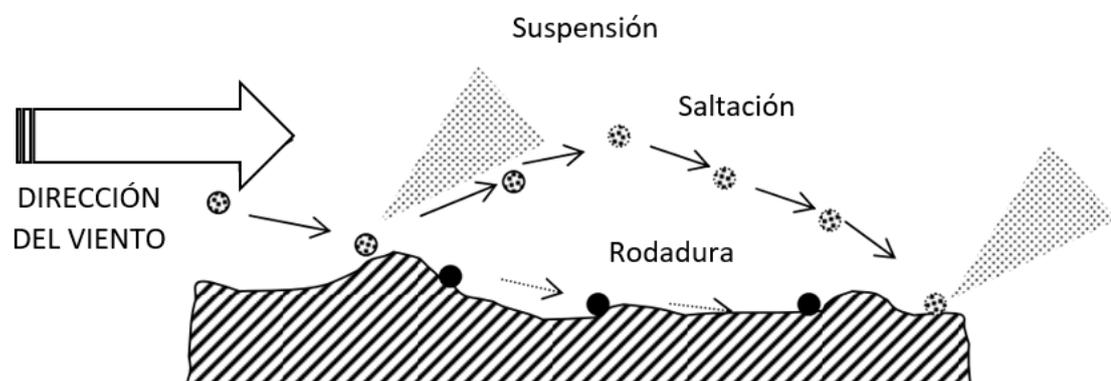


Figura 14. Formas de transporte de material generado por el viento.

En referencia a los autores citados, se sintetiza que, durante la erosión eólica, las partículas del suelo, puestas en movimiento por la acción del viento, se mueven y luego se depositan a distancias que van desde unos pocos centímetros hasta varios cientos de kilómetros. La ruta que toman depende de su tamaño, que a su vez determina cómo se mueven, la fuerza del viento y los obstáculos que se oponen a su movimiento. La arena gruesa se mueve rodando, la arena fina se mueve saltando como también suspendida en el aire. En un terreno, la trayectoria de las partículas que se mueven por rodadura o saltación está limitada por obstáculos, especialmente obstrucciones hechas por el hombre (construcciones de viviendas, cercos, caminos), vegetación cultivada; y por otro lado objetos naturales de vegetación, etc. mientras que la trayectoria de las partículas que viajan por sistema de suspensión depende casi por completo de la fuerza del viento.

Por consiguiente, la suspensión es el transporte de las partículas pequeñas bajo el sistema de flotamiento, estos deben ser menores de 500 micras, conocidas como "polvo" (polvo en suspensión). La materia suspendida por el viento en el aire puede formar pequeños remolinos, conocidos como "torbellinos" o "pequeños diablillos" como los denomina el hombre andino de Puno, con enormes masas conocidas como remolinos "tormenta de polvo". Cuando la fuerza acarreadora del viento recoge materia en suspensión debido a su menor tamaño, se forman "nubes de polvo", que vistas desde grandes altitudes toman la forma de un penacho, de ahí su nombre aeroespacial es de "plumas de viento".

Procesos de erosión eólica en las zonas de Puno

Haciendo un contraste con lo referido por (Buschiazzo y Aymar, 2009), en la geomorfología cercano a la ciudad de Puno, encontramos 02 formas típicas de erosión eólica, las cuales se considera a continuación:

Erosión eólica por abrasión: bajo este sistema, el viento transporta elementos como arena, cortando y puliendo superficies rocosas expuestas, creando viento en la superficie. Este proceso produce formas características en rocas conocidas como ventifactos, yardangs, taffonis y fungiformes.



Figura 15. Erosión eólica por abrasión en proceso de formación.

Como se aprecia en la figura, el proceso de abrasión generado por el viento, se encuentra en proceso de construcción, el hecho se evidencia en la ladera de Malcohamaya y sectores de Cutimbo, en donde el viento va cortando la base de la roca (vista fotográfica, julio de 2022).

Erosión eólica por deflación: el aire sopla y barre, jala o levanta partículas sobre el suelo. Con este tipo de erosión eólica, finalmente se crea una superficie de carretera desértica y se pueden formar tres tipos de desiertos: Reg o pedregoso, erg o arenoso y, por último, rocoso o montañoso



Figura 16. Erosión eólica por deflación.

La muestra que se evidencia en la figura, exhibe el sistema de erosión eólica por deflación, en donde el relieve se va quedando desprovisto de vegetales y se va formando área pedregosa (vista obtenida en julio de 2022).

Geomorfías originadas por la erosión eólica en sectores de Puno

Ripples: los ripples son estructuras sedimentarias a modo de ondulaciones que se forman por la acción de una corriente de agua o del viento sobre una superficie arenosa. Los valles y crestas que se disponen perpendiculares a la corriente y migran a favor del viento, está generando su laminación interna. Muestran una pendiente suave en barlovento y una brusca en sotavento. Estas rizaduras, formadas por saltación de las partículas, y son comunes en todas las superficies de arena. Sus ejes son perpendiculares a la dirección del viento y tienden a moverse en dirección del fluido. Sus perfiles transversales pueden ser simétricos o asimétricos, su forma más frecuente depende de las condiciones del viento. Estas formaciones son las que se puede apreciar en sectores arenosos o riveras de las cuencas donde existe bancos de arena.



Figura 17. Ripples en los sectores arenosos de Puno.

En la figura se aprecia el sistema de erosión eólica, que da origen a la formación de ripples, el hecho es evidente visualizar en la cuenca del río Malcohama, donde existe o hay presencia de bancos de arena (vista obtenida en julio de 2022).

Dunas: son geomorfías eólicas que tienen mayor expresión, por la extensión de los espacios que recubren, por la diversidad de formas y por las considerables dimensiones que alcanzan en ocasiones. Las variedades más frecuentes de dunas son las transversales, barjanes, longitudinales, en estrella y parabólicas. Todas, excepto las dunas en forma de estrella, se desplazan alrededor de unos 15 m/año. En los grandes desiertos, extensas áreas están completamente cubiertas de arena, se les conoce como mares de arena o ergs. Los más extensos se hallan en África (Sahara), Arabia Saudita y en Australia.

Respecto a la presentación de las dunas, es casi nula ver en el espacio del relieve puneño, razón por lo que no se cuenta con zonas desérticas que estén compuestas por grandes cantidades de arena.

Consecuencias o efectos que genera la erosión eólica

Previo a la observación, en el espacio geomorfológico que circunda a la ciudad de Puno, se puede apreciar los daños leves que viene ocasionando la erosión eólica, de lo cual, la ciudadanía tiene que ser consciente para evitar su amplitud.

- Pérdida progresiva de suelos de producción agrícola y vegetación natural: ya que el viento, eventualmente viene arrastrando la capa fértil de tierras de cultivo y de pastizales, dejando atrás los granos más gruesos, por consiguiente, esto viene conduciendo a la pérdida de la fertilidad del suelo y la desertificación, lo que viene afectando a la producción de alimentos y de pastizales, teniendo implicancias negativas en la producción de alimentos para el hombre y para el ganado.
- Deterioro de obras de infraestructura como las carreteras, caminos, predios de cultivo, viviendas, etc; generando acumulación de sedimentos, los cuales pueden interrumpir el normal desarrollo de las actividades que realiza el hombre puneño.
- Contaminación ambiental y problemas de salud, donde las partículas finas en suspensión son agentes contaminantes y estos son una de las causas que generan enfermedades respiratorias que afectan al hombre puneño. Lo propio, las partículas finas afectan a la salud digestiva y respiratoria de los animales generando índices de mortandad.
- La acumulación de partículas finas y asentadas sobre las superficies vegetales (pastizales y plantas cultivadas) generan enfermedades y como consecuencia poca productividad, etc.

Medidas de prevención para evitar la erosión eólica

Para evitar la continuidad del sistema de erosión eólica, por medio de la investigación se propone los siguientes:

- Desde los ámbitos sociales, políticos, educativos, se debe generar conciencia, con el fin de evitar la amplitud del sistema de erosión eólica, considerando trabajos de manejo y propagación de vegetales.
- Mantenerse distantes o dentro de la vivienda, de las estructuras que vienen siendo dañados por el viento, esto puede ocasionar daños materiales y humanos.
- Utilizar protectores visuales, ya que la intensidad de los materiales arrasados por el viento, pueden afectar al sistema visual de las personas.
- A nivel del barrio, urbanización, mercados, plazas, instituciones educativas, se debe tener identificados las zonas seguras, para poder permanecer mientras dure la intensidad de los vientos.
- La población que habita en las riberas del lago Titicaca y los que hacen tránsito lacustre, deben ser consciente de la generación de los oleajes, ya que estos son generados por la acción de los vientos, el cual puede generar consecuencias negativas.
- Desde las aulas pedagógicas, inculcar a los estudiantes de todos los niveles, sobre medidas de prevención para evitar los daños que genera el desplazamiento de los vientos.

4.2.2. Erosión hídrica

La erosión hídrica se define como la remoción laminar o en masa de los materiales del suelo debido a la acción del agua de lluvia, la cual puede deformar el terreno y originar canalillos y cárcavas (Nuñez, 2001); la erosión hídrica es un proceso que provoca la pérdida de la capacidad productiva de las tierras agrícolas y los bosques por la acción del agua que cae o se desliza sobre la superficie del relieve terrestre (Ochoa, 2011); es la acción hidráulica del agua que fluye con su capacidad para movilizar y transportar partículas del suelo y modelar la remediación (Tayupanta, 1993).

4.2.2.1. Erosión pluvial.

La erosión pluvial es generada por la acción de los hidrometeoros que desgastan, disgregan y/o degradan la superficie terrestre (Mata y Quevedo, 2005); es causada por el desprendimiento y movimiento de partículas finas del suelo provocadas por las gotas de lluvia al golpear el suelo (Tayupanta, 1993). Finalmente, la erosión pluvial es responsable

del agua de lluvia, erosionando los lechos de los ríos, aumentando la erosión por sedimentos y erosionando las paredes de las montañas, así como los suelos.

El sistema de erosión pluvial, en el contexto puneño y del altiplano, se presenta principalmente en la estación del verano, especialmente en los meses de enero, febrero y marzo de cada año, como se conoce en el altiplano, como la temporada de lluvias.

Formas de erosión pluvial que se presentan en el contexto local de Puno

Erosión por salpicado y dispersión de suelos:

Es una de las primeras formas pluviales que genera la erosión, esto consiste en que las gotas de agua caen al suelo y ocasionan la disgregación y salpicadura de partículas en todas las direcciones, en los sectores planos la dispersión es casi uniforme, en cambio en pendientes o laderas existe un mayor transporte de partículas hacia la pendiente. En consecuencia, las partículas que más fácilmente son erosionados en esta fase son los suelos arenosos.

Erosión laminar:

Algunos autores también lo denominan como escurrimiento superficial o difuso, consiste en la remoción más o menos uniforme del suelo en capas delgadas, este tipo de erosión se da con más frecuencia en suelos arenosos y en menor escala en los suelos arcillosos o gredosos. En consecuencia, la característica de la erosión laminar consiste en transporta las partículas más finas y que provoca una disminución de la fertilidad del suelo (pérdida de arcilla, materia orgánica y nutrientes).

Erosión en canales o canalillos:

Denominado también escurrimiento superficial concentrado, consiste en que la erosión del relieve terrestre es formada por pequeños canales bien definidas, por donde el agua circula durante y poco después de la caída del aguacero, en ello moviliza gran cantidad de relieve disuelto.

Erosión en cárcavas y zanjas:

Las cárcavas siempre comienzan en la parte baja de la pendiente y va avanzando progresivamente hacia arriba, hasta crear una cabeza de cárcava, con un zanja violento

y empinado, esto se presenta en los suelos frágiles y es muy común en las laderas de Puno, los cuales se van ensanchando y profundizándose a lo largo de los años

Consecuencias de la erosión pluvial en la geomorfología de la ciudad de Puno

Previo a la observación y análisis del contexto geográfico, se identificó las siguientes consecuencias:

- El fuerte impacto de las gotas de lluvia deforma la superficie del suelo puneño. Los materiales más livianos, como arena fina, limo, arcilla y materia orgánica, son transportados fácilmente hacia la pendiente, y como consecuencia van dejando granos de arena, grava y guijarro.
- Estas partículas finas también pueden tener otro efecto. Al mezclarse con las gotas de agua y cuando el agua se hunde en el suelo, las partículas obstruyen los poros del suelo que normalmente absorben el agua de lluvia. Como resultado, el suelo se vuelve quebradizo e impermeable al agua. Si el área es plana, comienzan a formarse charcos de agua.
- La característica propia del relieve puneño está ubicado en pendiente o ladera, por consiguiente, el agua no absorbida comienza a fluir hacia abajo en una capa delgada, arrastrando partículas de suelo que han sido arrancadas por el bombardeo de las gotas de lluvia
- A medida que el agua se acumula en la superficie y aumenta su velocidad de flujo, formando una red de pequeños canales. Estos canales, cuando se combinan, crean otros canales aún más anchos, formando gradualmente trincheras, zanjas y, finalmente, sumideros o socavones más grandes conocidos como "cárcavas".
- A medida que aumenta la erosión de las zanjas, se puede generar la ruptura de agua existente en la capa freática. Cuando esto sucediese, el agua subterránea desciende y se combina con el agua superficial. Aunque este hecho no es tan común en el contexto de estudio.
- La erosión fluvial, influye en reducir la cobertura de suelo, desertifica el suelo, quita los nutrientes y por consiguiente disminuye la vegetación.

Medidas de prevención para evitar la erosión pluvial

- Para evitar la amplitud de la erosión pluvial, desde las aulas se tiene que trabajar el enfoque ambiental, con el fin de promover acciones de forestación y así amortiguar la directa meteorización de los hidrometeoros.
- Desde las organizaciones sociales y políticas, se tiene que promover actividades de forestación.
- Evitar la depredación de la flora silvestre: (evitar la quema de pastos naturales en las laderas de Puno)
- La institución de la INRENA-Puno (Instituto Nacional de Recursos Naturales), tiene que ser más cauteloso en velar la preservación de los recursos naturales (flora natural).
- Desde las instancias políticas, sociales y educativas; generar la concientización ciudadana para la preservación de los recursos naturales.

4.2.2.2. Erosión fluvial

Elliott (2010), la erosión fluvial consiste en es el desgaste de los materiales que se encuentran en la superficie terrestre, esto por la acción del agua encauzada de los ríos, torrentes u otra corriente de agua; Tayupanta (1993), el agua en proceso de movimiento constituye un poderoso agente capaz de transformar el relieve y origina las diferentes geoformas a lo largo de la cuenca.

El relieve fluvial se encuentra compuesto por un conjunto de sistemas fluviales o denominados cuencas hidrográficas, que presentan diversos tamaños, la cuenca es un territorio específico de la superficie terrestre, delimitado de las superficies adyacentes por umbrales o divisorias más o menos claramente definidas que dan origen a la cuenca (Ibañez y Garcia, 2006). En consecuencia, la cuenca fluvial, hidrología o de drenaje puede ser estudiada como una expresión territorial del sistema ambiental donde las precipitaciones son redistribuidas en cada uno de los componentes del ciclo hidrológico (Ortiz, 2017).

En relación a lo indicado, en los espacios cercanos a la ciudad de Puno, se tiene la presencia de cuencas hidrográficas, por citar la cuenca del río Itapalluni, el cual se

encuentra a espaldas del cerro Cancharani, río Malcohamaya, río Cotimbo, río Totorani, y dentro de la ciudad de Puno indicar la cuenca del río hoy riachuelo de Huanapucara que tiene origen en las laderas del flanco oriental del cerro Cancharani. Estas cuencas, a lo largo de los años vienen erosionando el relieve terrestre; por consiguiente, son espacios adecuados para analizar pedagógicamente en sistema de erosión fluvial: Elementos de la cuenca, características o tipos de la cuenca, transporte de materiales y formas que genera la erosión, contribuciones de la cuenca, cuidados de la cuenca. En ese entender, respecto a la erosión fluvial se describe los aspectos indicados.

Identificación de los elementos de las cuencas cercanos a la ciudad de Puno

En respaldo a los autores quienes fundamentan sobre hidrografía como: Alva (2009), Ortiz (2017), Vásconez *et al.* (2019) Llerena (2003), Ordoñez (2011) entre otros, se contrasta los siguientes elementos que compone toda cuenca hidrográfica:

Cuenca:

Sistema integrado por varias subcuencas o microcuencas, es el área superficial sobre el cual se organiza un sistema de drenaje de los ríos.

En la cuenca hidrográfica, se distinguen por lo general tres sectores característicos: cuenca alto, medio y bajo; los cuales, en función a las características topográficas del medio pueden influir en sus procesos hidrometeorológicos y en el uso de sus recursos.

Divisoria de agua:

Denominado también *divortium aquarum*, es una línea que delimita la cuenca hidrográfica. Una divisoria de aguas marca el límite entre cuenca hidrográficas y las cuencas vecinas. El agua precipitada a cada lado de la divisoria desemboca generalmente en ríos distintos. También se denomina “parteaguas”

Caudal:

Volumen de agua que pasa por una determinada sección transversal en la unidad de tiempo, generalmente se expresan en m³/s.

Corriente:

Es la traslación continua de sus aguas desde el nacimiento hasta la desembocadura.

Régimen:

Se refiere a la variación del caudal del río

Canal fluvial:

Es la cavidad por donde fluyen las masas de agua

Carga fluvial:

Constituye los sedimentos transportados por la corriente fluvial

Río principal:

Es el río que posee mayor longitud.

Río afluente:

Constituyen los ríos secundarios que vierten sus aguas al cauce principal.

Río confluyente:

En cuando se unen dos ríos de la misma jerarquía y dan origen a otro de mayor jerarquía.

Río efluente:

Río que sale o desagua una laguna, ejemplo río Illpha que desagua a la laguna de Humayo y Hatunqucha.

Tipos o características de las cuencas hidrográficas de Puno

Según lo referido por Vásconez *et al.* (2019) y Alva (2009), se considera 4 tipos de cuencas (endorreica, exorreica, criptorreica y arreica), previo a la observación y análisis de las cuencas ubicadas cerca a la ciudad de Puno, se precisa 02: cuenca endorreica y arreica, de los cuales indicamos sus características.

Cuenca endorreica:

Cuenca endorreica, “son cuencas hidrográficas cuyo punto de salida de las aguas superficiales se encuentra dentro de la misma cuenca, pudiendo ser un lago o una laguna” (Vásconez *et al.*, 2019, p. 28). Frente a la característica indicada, los ríos

indicados en las páginas anterior, vierten sus aguas en el lago Titicaca, por ende, son de característica endorreica.

Cuenca arreico:

Es aquella cuya agua no desemboca en cuerpos o masa de agua, el agua se filtra en el subsuelo o se evapora; este caso se da en algunos ríos de Puno, en aquellos ríos que tienen poco caudal, en las estaciones de invierno y primavera pierden su volumen por efectos de evaporación y filtración.

Transporte de materiales por sistema de erosión fluvial

En las cuencas de los ríos aledaños a la ciudad de Puno, se presentan los sistemas de transporte o remoción de materiales o también denominado carga fluvial: Esta carga o material puede ser transportadas bajo tres aspectos fundamentales: en disolución, en suspensión, o como carga de fondo bajo los sistemas de deslizamiento, rodadura y saltación, de los cuales, se hace una descripción:

Transporte de material en disolución:

Consiste en que los materiales sólidos son disueltos por el agua y son transportados a lo largo de las cuencas de los ríos de Puno; los materiales más abundantes en disolución son el calcio y el bicarbonato; también son comunes el magnesio, hierro y sulfatos. En el contexto puneño el tipo de material trasladado bajo el sistema de disolución se presentan a lo largo del tránsito del río, cuyos materiales llegan a los arroyos, lagunas y en especial hasta en lago Titicaca, posteriormente, llegando a conformar un proceso de sedimentación y litificación.



Figura 18. Transporte de material por disolución.

Los materiales en disolución, son partículas que se encuentra en estado disuelto y son transportados por el río hasta llegar al lago Titicaca u otras lagunas, la particularidad es evidente observar en tiempos de crecida de los ríos (vista fotográfica del río Malcohamaya e Itapalluni, marzo 2022)

Transporte de material en suspensión:

Cabestany *et al.*(2008), refieren que las partículas finas son transportadas o trasladados por el río bajo el sistema de suspensión, estos son generalmente la arcilla, limo y a veces arena fina, los cuales son acarreadas de este modo; por consiguiente, el material transportado en suspensión se denomina carga en suspensión y constituye una gran parte de la carga total de la mayoría de los cursos de agua.

En relación a lo indicado, y las experiencias visualizadas bajo este sistema, referimos que, el origen del transporte de material en suspensión se da en el área donde se haya producido el aguacero o la lluvia, por consiguiente, este es el causante de la crecencia y de las características del sedimento que llega alcanzar al río. En tal efecto, esto implica que la carga en suspensión no es función única del caudal del río, sino que depende además de la erosión pluvial en la cuenca; entonces decimos, si no hay precipitación no se genera a gran magnitud el transporte de material en suspensión, pero a lo largo de la cuenca fluvial es posible que se genere el material en suspensión por razones biológicas, antrópicas y otros factores ambientales.

También es necesario poner en consideración, el análisis de la intensidad del caudal del río. A medida que el volumen del agua disminuye en el río, también disminuirá su capacidad de transporte de sedimentos; esto hace que las partículas que no se pueden sostener en suspensión y generaría el proceso de sedimentación. Posteriormente, cuando las velocidades se incrementen por aumento del volumen del agua, parte de estos sedimentos serán puestos en estado de saltación temporal y algunos de ellos volverán a formar parte de la carga en suspensión.

Lo referido, es apropiado para hacer la observación y análisis, en los momentos de crecida del caudal de los ríos de Puno, para ver el proceso de transporte de material en suspensión y analizar su variabilidad.



Figura 19. Material fluvial en suspensión.

Denominado carga en suspensión: el cual está compuesto por arena fina, limo, arcilla, material que tiene mucha utilidad para obras de infraestructura, la evidencia se puede apreciar en la cuenca del rio Malcohamaya y Cutimbo (vista fotográfica julio 2022).

Carga de fondo transportado por deslizamiento, rodadura y saltación:

Se denomina carga de fondo, a aquellos materiales o partículas más gruesas y pesadas, los cuales son transportados o arrasados por la fuerza de los ríos de la ciudad de Puno. De los indicado, de acuerdo a la observación in situ y análisis se describe a continuación.

- **Transporte por saltación:** bajo este sistema, los sedimentos o materiales son levantados del lecho o de la base de la cuenca, y para su traslado son impulsados por la fuerza de la corriente, es decir, las partículas avanzan a lo largo de la cuenca, mediante una serie de saltos discontinuos.
- **Transporte por rodadura:** mediante este proceso los materiales se ruedan en función a su propio eje, forzados por las corrientes del agua. Tenemos como muestras típicas y evidentes, los cantos rodados ubicados en la cuenca del rio Cutimbo.
- **Transporte por deslizamiento:** mediante este sistema, los sedimentos mayores como cantos rodados y bloques que no pueden rodar, son transportados por las formas de arrastre, llamado tracción, deslizamiento, basculación y lo hace en forma discontinua. Muestras encontradas en rio Malcohamaya, Itapalluni, Cutimbo, etc.

Cabe indicar que, como el régimen de caudales de los ríos de Puno no son permanentes y las características hidráulicas de flujo varían a lo largo del cauce, por consiguiente, la capacidad de transporte de sedimentos también es variable y temporalmente.



Figura 20. Material transportado por saltación, julio 2022.



Figura 21. Canto rodado en la cuenca del río Cutimbo, julio 2022.



Figura 22. Material trasladado por deslizamiento en la cuenca del río San Miguel.

Formas que genera la erosión fluvial en las cuencas de Puno

Los ríos cercanos a la ciudad de Puno, progresivamente vienen erosionando el relieve terrestre, del cual, producto de la observación se ubicó y se describe a los siguientes:

Valles o cuencas en V: los valles que tienen un perfil transversal en forma de V, son típicos en los cursos altos de la cuenca hidrográfica, los cuales se vienen formando en miles de años, en donde las dos vertientes laterales presentan fuertes pendientes, y el río erosiona verticalmente (Ochoa, 2011); esta denominación, es posible explicar en las cabecera de los ríos de Malcohamaya, San Miguel e Itapalluni, ya que el origen de los ríos están en las partes más altas de la cordillera.



Figura 23. Valle erosionado en forma de V, sector San Miguel.

Sistema meandriforme:

Antes de centrarnos en la descripción, es necesario definirlo: En el Diccionario de la Real Academia (DRAE) la palabra meandro se define como cada una de las curvas que describe el curso de un río. López (2015), los ríos a meandros son ríos muy sinuosos y presentan muchas inflexiones a lo largo de su recorrido. Rocha (2014), se dice también que un meandro es la sinuosidad de un río formada por un proceso de erosión en la orilla exterior (cóncava) y de sedimentación en la orilla interior (convexa),

Por las características geomorfológicas de tendencia plana, que muestra algunos sectores de las cuencas de los ríos de Puno, la forma de erosión meandriforme generado

por el río, es evidente apreciar en la cuenca del río Malcohamaya e Itapalluni, de lo cual se muestra las figuras siguientes.



Figura 24. Sistema meandriforme del río Malcohamaya, julio de 2022.



Figura 25. Sistema meandriforme del río Itapalluni, julio de 2022.

Entonces se formula la pregunta: ¿cómo se genera el sistema de meandros en la cuenca de un río? Dando respuesta a la interrogante, en el momento en que el río baja la pendiente de la cuenca, al alcanzar el estado de equilibrio en los sectores más llanos, el río construye su propio cauce buscando el desnivel en relación a la pendiente; en este proceso se genera el sistema de erosión del cauce, generando meandros o comúnmente en términos doméstico se le denomina curvas del cauce.

Seguidamente, en la parte exterior de una curva la vertiente erosiona lateralmente, excavando la pared o generando el sistema de ablación. En la parte interna de la curva se acumulan los aluviones o detritos, compuesto por bancos de arena y grava, e

iniciándose el crecimiento de una ribera aluvial, que compone la base para el desarrollo del lecho fluvial.



Figura 26. Erosión lateral externa denominado ablasión, julio 2022.



Figura 27. Acumulación de detritos en la parte interna del meandro, julio 2022.

De acuerdo a la observación, en tiempos de crecida del caudal de los ríos de Puno, la velocidad del caudal es mayor en la parte exterior de la curva que en la interior, lo que causa una erosión acelerada en la orilla externa y mayor depósito de barra de aluviones en la orilla interna. Técnicamente en términos geográficos, a esta barra se denomina barra de meandro o point bar.



Figura 28. Barra de meandro o point bar.

Con el tiempo y debido a los cambios de volumen de agua en el caudal, las curvas serpenteantes se vuelven a comunicarse entre sí a modo de tangente, acortando el caudal del río y permitiendo un recodo abandonado. Este fenómeno se conoce como estrangulamiento y es seguido por la deposición de arena y limo dentro del límite del canal abandonado, creando un lago en forma de herradura, conocido como buey u oxbow. Estos lagos o depósitos de agua, se obstruyen gradualmente con sedimentos finos de las inundaciones y materia orgánica producida por las plantas acuáticas. A veces se convierten en pantanos, este hecho, también es visible en algunos sectores de las cuencas de los ríos de Puno como en el caso del río Malcohama.



Figura 29. Cauce abandonado del meandro, denominado oxbow, Julio 2022.

Cauce recto, semi recto y sinuoso: esta característica de erosión pluvial muestra la mayor parte de las cuencas de los ríos de Puno, en donde el trayecto erosionado no muestra con precisión un detalle específico.



Figura 30. Cauce recto del río Cutimbo, julio 2022.

Delta:

En geografía, se denomina delta a un accidente geográfico convexo formado en la desembocadura de un río en un lago o en el mar a través de los sedimentos que deposita la corriente (López, 1985). El delta está compuesto por un conjunto de brazos fluviales formados por los sedimentos que transporta el propio río (Mora, 2022).

En referencia a lo indicado y corroborando la existencia del sistema de erosión generado por los ríos de Puno en forma de delta, se puede apreciar típicamente dicha característica en la desembocadura de los ríos Tiquillaca, Vilque y Mañazo-Yanarico que vierten sus aguas en la laguna de Humayo ubicado en el distrito de Hatuncolla, provincia de Puno.

En el espacio, es notorio visualizar la reducción de velocidad que experimenta la corriente de los ríos indicados, que al penetrar en la laguna de Humayo, se muestra que el cauce del río se divide y subdivide en cauces más pequeños y ramificados llamados canales de distribución. En el sitio, se aprecia la deposición de los materiales erosionados y transportados, en donde las cargas gruesas como la grava se depositan primero, mientras que las arcillas, arena, limo y otros materiales finos siguen en suspensión hasta que se depositan en aguas más profundas de la laguna.

Cascada y/o catarata:

Fernandez y Pérez (2020) sostienen que:

Cascada es la caída de una corriente de agua, desde cierta altura, a causa de un desnivel brusco del terreno. También llamadas cataratas en caso de tener grandes dimensiones, son formaciones geológicas que generalmente resultan del flujo de la corriente de un río sobre un terreno rocoso resistente a la erosión y que forman saltos con alturas significativas. Presentan distintas formas determinadas por el volumen de agua, la altura de la caída, la anchura del lecho y la conformación de las paredes entre las cuales corre el líquido, dependiendo del tipo de roca y de las distintas capas en las que se disponen (p.74).

Vásconez *et al.* (2019), se trata de un espacio del curso fluvial de agua donde, por efectos de un desnivel de del relieve de la cuenca por donde fluye, el agua que se traslada por ella, cae verticalmente por efecto de la gravedad.

En consecuencia, la formación de la catara o denominado cascada, es evidente apreciar cerca de la ciudad de Puno, en el sector denominado Totorani, el cual tienen la misma denominación “Catarata de Totorani”, cuya formación es producto del sistema de erosión del río Totorani. En ello, se aprecia la caída del agua en forma vertical, como también su volumen varía con las estaciones y con el transcurso de los años.



Figura 31. Catarata de Totorani.

Valoración de la erosión hídrica en el contexto puneño:

En la región de Puno, el principal factor de degradación del suelo es la erosión hídrica. El daño generado por esta erosión se visualiza en las zonas altas, de pendientes irregulares y escarpadas, lo cual se hace cada vez más evidente, debido a que ‘los fenómenos climáticos en los tiempos actuales son más intensos e irregulares. El suelo agrícola y de pastizales vienen siendo dañados y van perdiendo su capacidad productiva, generándose por consiguiente problemas económicos, sociales y ecológicos que afectan a la población de la región de Puno y principalmente a ciudad de Puno.

Por consiguiente, en este apartado, el trabajo tiene como principal aportación mostrar el estudio y análisis de la erosión hídrica, a través del método conocido como la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE) Almoza 2007 citado en (Portuguez, 2015); en ello, los parámetros universales y datos contextuales del contexto geomorfológico de Puno, son sometidos a la ecuación con el fin de determinar el grado o estado de erosión que se viene generando en el contexto puneño, para ello, didácticamente se utilizará acceder a la calculadora siguiente (<https://www.ruvival.de/es/calculadora-erosion-del-suelo/>); posterior a los resultados, didácticamente se debe contrastar el estados erosivos, según consideraciones propuesta por Mármol 2006, cuya categoría es la siguiente:

- Nula a ligera: menor a 6.7/ pérdida de suelos (tn/ha/ año)
- Baja: 6.7 – 11.2 / pérdida de suelos (tn/ha/ año)
- Moderada: 11.2 – 22.4 / pérdida de suelos (tn/ha/ año)
- Alta: 22.4 – 33.6 / pérdida de suelos (tn/ha/ año)
- Severa: mayor a 33.6 / pérdida de suelos (tn/ha/ año)

Caso práctico: cálculo de erosión hídrica generado en la ladera del cerro Cancharani, julio 2022.

1. Factor de erosividad (factor de la lluvia) [(MJ mm) / (ha h yr)] = 800
2. Erodibilidad del suelo [(t / ha)]= 0.67
 - 3.1. Pendiente [%]= 20
 - 3.2. Longitud de la pendiente [m]= 50
4. Factor de tipo de cultivo[-] = 0.02

5. Factor de labranza [-] = 0.25

6. Factor de prácticas de conservación [-] = 1.0

Resultado calculado: 14.485357657461522 = Erosión moderada (de acuerdo a la estimación, el grado de erosión en la ladera del cerro Cancharani, se encuentra en la escala moderada).

Consecuencias de la erosión fluvial en la geomorfología local de Puno

Previo a la observación y análisis del contexto, se identificó las siguientes consecuencias:

- La crecida del volumen del río, genera el desgaste de la superficie de las cuencas ribereñas aledañas a la ciudad de Puno.
- La erosión fluvial, genera la acumulación y transporte de sedimentos a lo largo de la cuenca hidrográfica.
- La crecida de los ríos de Puno, en ocasiones de fuertes precipitaciones, genera desborde del cauce, inundación; causando daños materiales y económicos.
- La erosión pluvial en las cuencas de Puno, genera daños a la flora y fauna acuática.

Medidas de prevención para evitar la erosión pluvial

Desde los espacios educativos, se plantea los siguientes.

- Desde las instancias educativas, generar campañas de difusión y concientización (marchas, carteles, charlas) sobre los riesgos que ocasiona el sistema fluvial.
- En los diferentes niveles educativos, trabajar el enfoque ambiental, centrado en el análisis de los peligros que genera el sistema de erosión fluvial.
- Priorizar limpieza y descolmatación de las pequeñas cuencas o cauces dentro de la ciudad de Puno.
- Evitar el arrojado de residuos sólidos a las cuencas hidrográficas.
- Concientización por parte de Defensa Civil, sobre medidas de prevención frente a las causas naturales.

En contraste con otras investigaciones respecto al sistema de erosión hídrica; como indica De Alva *et al.*(2009), el agente principal que genera la erosión hídrica, son las precipitaciones a través de sus diversas formas; los cuales, en el contexto peruano se desarrollan principalmente en las zonas cordilleranas como el caso del altiplano puneño, en donde la amplitud de las precipitaciones, se relacionan directamente con la amplitud de erosión; como refiere Cabrejos (2016), las zonas que presentan mayores incidencias erosivas son las que se encuentran en las zonas más altas del territorio y en las riberas de los ríos.

Previo a la observación y análisis del relieve erosionado en las laderas de Puno, efectivamente las huellas de mayor erosión se visualiza en las partes más altas de las laderas y a lo largo de las cuencas hidrográficas, frente a ello, la propuesta que se plantea para mitigar el sistema de erosión, es a través de la preservación y propagación de los vegetales (plantas silvestres, plantas cultivadas y forestales), para que dichos agentes contribuyan el proceso de filtración hídrica y así amortiguar la erosión acelerada; en cambio, en las zonas cercana a la población de Puno y sectores poblados, como indica Carlotto *et al.* (2009), se debe construir canales de encauce de aguas pluviales y contribuir en su mantenimiento de forma consciente y periódica. En conclusión, para el análisis y reflexión sobre el sistema de erosión hídrica, se debe promover desde los ambientes de formación académica.

Sistema de laderas en la geomorfología de Puno

De acuerdo al Diccionario de la Lengua Española, la ladera es el declive de un monte, montaña o altura, cuya pendiente es el ángulo que forma con la horizontal. Como también al término ladera se le puede conocer con otras denominaciones como: cuesta, pendiente, desnivel, declive, escarpe, vertiente, ribazo, inclinación, talud, rampa, bajada, falda.

La ladera, se define en la geografía como una de las características de la morfología de la superficie terrestre o formas del relieve y es producto de los fenómenos del ciclo geográfico (Caballero, 2011); también se denomina como accidentes geográficos, que consisten en componentes de relieve con propiedades morfométricas correspondientemente similares, relativamente pequeñas de la zona terrestre y limitadas por líneas de discontinuidad (Duque, 2000).

Entre los elementos importantes a considerar de las laderas es el tipo de materiales que la constituyen, los autores indicados y Corominas (1989), distinguen entre substrato rocoso o

roca (bedrock), derrubios (debris) y tierra (earth); los derrubios consisten en un suelo de composición granulométrica gruesa, es decir, formado mayoritariamente por gravas y bloques y los de tierra tienen un contenido importante de finos, es decir, arenas, limos y arcillas. Por consiguiente, se trata de la distinción entre materiales cohesivos como la tierra y no cohesivos como los derrubios, más el material orgánico que siempre está presentes en el suelo; estas distinciones son importantes al momento de evaluar uno de los factores de riesgo más importantes de las laderas como lo es el movimiento de las mismas.

Por los criterios indicados, el contexto puneño alberga en su geomorfología la formación de la ladera, con los respectivos materiales que lo componen como los estratos rocosos, derrubios, arena, arcilla y material orgánico que es propio y característico del contexto. Por la dinámica externa de las laderas, los materiales indicados también se encuentran en constante movimiento por efectos de la geodinámica interna y extrema, dicha situación amerita identificarla, analizar y reflexionar sobre su comportamiento, ya que las laderas puneñas tienen implicancias muy importantes para el desarrollo agrícola, ganadera, forestal y principalmente el desarrollo urbano.

4.2.3. Movimientos de laderas en el contexto puneño

Mendoza y Morales (2002), los movimientos de laderas o pendientes, son provocados por la ejercicio de la gravedad, lo cual se da al romperse el equilibrio de los materiales (rocas, derrubios, tierra) que se deslizan ladera o pendiente abajo, asociados a fuerzas gravitacionales provocadas por factores internos como las propiedades del suelo, inclinación y altura, y los factores externos, como las lluvias intensas y prolongadas lo cual es característico del contexto puneño, como también influye los sismos, la erosión y en algunas ocasiones es provocado por el hombre.

Por su morfología de pendiente y desniveles que presenta los sectores aledaños de la ciudad de Puno, y con la influencia de los factores climáticos (precipitaciones) y antrópicos, las laderas del contexto están sometidas a movimientos de diferentes dimensiones, que pueden darse como deslizamientos, hundimientos, colapsos de laderas, que pueden darse desde lentos, rápidos y algunos sectores de mayor inclinación hasta extremadamente rápidos, bajo dichas características, como refiere Caballero (2019), que las laderas son amenazas para la población.



Figura 32. Movimiento de ladera motivado por el hombre, faldas del cerro Cancharani.

Tipos de movimientos de materiales que se presentan en el contexto puneño

Movimiento de masa rápido.

Producto de la observación, en el contexto puneño, los movimientos de masa rápida, se presentan principalmente bajo dos aspectos fundamentales: a) desprendimiento, caída y hundimiento y b) deslizamiento; estas dos acciones se presentan en las laderas con mayor pendiente o de carácter montañosa.

- Desprendimiento caída y hundimiento

El desprendimiento es un movimiento rápido y vertical de la roca debido a que la pendiente es muy vertical; en nuestro contexto, esta acción se produce por los procesos de meteorización biológica, química, e hídrica principalmente cuando hay precipitaciones. Mientras que la caída, es el traslado del material-roca, desde el punto desprendido hasta el contacto con un punto de superficie; luego a ello, se produce un proceso de hundimiento y acumulación del material generando taludes o conos detríticos.

- Deslizamiento

Caballero (2011), el desplazamiento del terreno se produce sobre una o varias superficies de rotura bien definidas; la masa generalmente se desplaza en conjunto, comportándose como una unidad, habitualmente sin deformación interna, en su recorrido; la velocidad suele ser variable e implican a volúmenes grandes en general, aunque no siempre.

Se originan cuando una gran cantidad de masa de tierra inestable escurre o resbala sin perder el contacto sobre otra masa estable a favor de la pendiente de la ladera. En nuestro

contexto, esta acción se genera principalmente cuando hay bastante precipitación, lo cual se da en los meses de enero a marzo, como muestra se puede apreciar en los sectores donde el relieve es arcilloso

Movimiento de masa lento o de flujo observados en el contexto puneño

Genchi (2012), el movimiento de masa lento, son todos aquellos movimientos de ladera que tienen en común la deformación interna y continua del material y la ausencia de una superficie neta de desplazamiento, en los movimientos de masa lento, se tiene dos aspectos fundamentales:

- **Solifluxión:** es un proceso lento de masa superficial, por el cual una masa espesa de materia se separa de un sustrato estable y se desliza de manera casi imperceptible. Este mecanismo se produce bajo la acción de suelos porosos, saturados de agua por gravedad y heladas, y sustentados por drenajes superficiales
- **Reptación:** es la deformación que sufre la masa de suelo o roca como consecuencia de movimientos muy lentos por acción de la gravedad. Se suele manifestar por la inclinación de los árboles y postes, el corrimiento de carreteras y líneas férreas y la aparición de grietas.

Ambos sistemas de movimiento de masa lento, es evidente ver en el contexto puneño, pero a estas dos situaciones, previo a la observación y análisis incluimos en la investigación el sistema de fallamiento geológico, el cual también puede tener o tiene influencia en la generación de movimiento de masas lentos y/o rápidos como deslizamiento, respecto a ello se hace una descripción y ubicación del punto de fallamiento geológico en la geomorfología cercano a la ciudad de Puno.

Falla geológica:

Quimiz *et al.*, (2019), una falla geológica es una grieta en la corteza terrestre. Generalmente, las fallas están asociadas con, o forman, los límites entre las placas tectónicas de la Tierra; en una falla activa, las piezas de la corteza de la Tierra a lo largo de la falla, se mueven con el transcurrir del tiempo. El movimiento de estas rocas puede causar terremotos; las fallas inactivas son aquellas que en algún momento tuvieron movimiento a lo largo de ellas pero que ya no se desplazan. El tipo de movimiento a lo largo de una falla depende del tipo de falla.



Figura 33. Falla geológica, Km.4 carretera Puno-Laraqueri.

Consecuencias que genera el movimiento de laderas y fallas geológicas en la geomorfología local de Puno

- Deformación del relieve, ya que el transporte de material, desfigura la fisonomía actual de la superficie terrestre.
- Al ser transportados los materiales ladera abajo, depreda la fauna que se desarrollaba en la superficie del área.
- El nuevo espacio generado a causa del transporte de material, tiende a generar mayor susceptibilidad a ser erosionado por factores pluviales y eólico.
- El movimiento de laderas, genera pérdida de daños materiales (terrenos de cultivo, viviendas), por consiguiente, genera pérdidas económicas.
- Las fallas geológicas, son propensos a la activación de movimientos sísmicos, el cual puede generar pérdidas económicas.

Medidas de prevención para evitar daños generados por movimiento de laderas

Desde los espacios educativos, se plantea los siguientes.

- Concientizar a los estudiantes y a la ciudadanía sobre los daños que genera el movimiento de laderas y movimientos sísmicos.
- Zonificar zonas de riesgos de movimiento de laderas y fallas geológicas.
- Evitar las actividades humanas en sectores de riesgo, ya que ello puede traer consecuencias negativas.

En contraste con los resultados de otras investigaciones, los movimientos de ladera generados en el contexto puneño, es una dinámica constante que se viene generando a lo largo de los años y es causado principalmente por la geodinámica interna y externa; como expresa Caballero (2019), las laderas son un sistema de montaña, los cuales generan amenazas hacia la población urbana, a través de erosión superficial, movimiento de masa, derrumbes, deslizamientos, erosión fluvial, inundaciones; respecto a lo indicado, Chacón (2012), refiere que la mayoría de los movimientos de ladera que se aprecian en el relieve son superficiales y se producen asociados a periodos de lluvias o a eventos sísmicos, e independientemente de los daños que produzcan, lo cual, en algunas veces pueden ser muy elevadas; Quimiz *et al.* (2019), el movimiento de laderas también es generados por los movimientos sísmicos y la presencia de fallas geológicas; previo al contraste de los resultados de las investigaciones, a través de la observación y análisis de los sectores del contexto puneño que son causados por la dinámica de movimiento de laderas, el fenómeno se encuentran asociadas a las precipitaciones que se suscitan en la estación de verano; actividad humana a través de remoción de terreno, como consecuencia genera filtración y en ocasiones genera movimiento de masa de tierra pendiente abajo; fallas geológicas, que en sus cunetas generan deposición pluvial dando paso a filtración y movimiento de masa de tierra; canalización de agua con fines de riego de pastizales, que en sectores arcillosos, con la filtración se genera movimiento de masa.

Frente a la dinámica de la laderas que se presenta en el relieve geográfico y principalmente en el relieve del contexto; Gonzáles (2016), al hacer un análisis sobre los daños que genera el movimiento de laderas, propone zonificar la susceptibilidad de las laderas en los sectores geográficos; lo sugerido por el autor, del mismo se asume en la investigación, cuya actividad de zonificación de riesgos debe realizar la institución de Defensa Civil-Puno y entornos de formación académica como la Universidad a través de sus programas o áreas de estudios de geología y geografía principalmente; ya que el contexto puneño, está conformado por la diversidad de laderas que la componen.

Con los resultados de la zonificación, como refiere Castro (2018), se podrá establecer criterios adecuados para poder prevenir a la población de posibles desastres; y sobre todo, como señala Genchi (2012), la zonificación de riesgos, permite a la población a tener mejores posibilidades de ocupación territorial, respecto al entorno geográfico; en la misma línea, Caballero (2019), recomienda hacer la planificación urbana para evitar, sistema de riesgo que afecten a la población; dicha situación, previo a la observación de

sectores críticos del contexto cercano a la ciudad de Puno respecto a movimiento de laderas, no se encuentran debidamente zonificadas; lo cual, en el devenir del tiempo puede generar fenómenos considerables, afectando la vida de la población y pérdidas económicas, ya que se observan en la actualidad construcciones de viviendas sobre indicios de movimiento de laderas y fallas geológicas principalmente; frente al hecho, se propone a la ciudadanía a asumir conciencia y reflexión sobre el comportamiento dinámico de las laderas de Puno.

Como se ha indicado a lo largo del trabajo, el relieve geográfico es sumamente dinámico, que en mayoría de los casos, tiene más implicancias negativas que positivas, lo cual afecta al normal desarrollo de la población y otros seres vivientes que habitan en la superficie terrestre; por consiguiente, para contrarrestar o evitar los fenómenos que se generan en el relieve terrestre, la ciudadanía y principalmente el estudiantado de las instancias educativas del contexto, debemos ser conocedores y consientes de las dinamicidad geográfica, frente a ello, es necesario optar las propuestas y experiencias que se vienen planteando en otras investigaciones.

Al observar la diversidad dinámica que presenta la geomorfología local, entre las implicancias positivas y a la vez, los daños que ocasiona; la respuesta que se plante en la investigación, es de que la generacion del conocimiento y conciencia debe de partir desde las instancias académicas, en donde se genere la interaccion directa entre el estudiante con su medio geográfico. Frente a ello, existe un aspecto importante de reflexión cuando Montiel *et al.* (2015), refieren que el 96% de los estudiantes encuestados, afirman que los docentes no utilizan el paisaje geográfico como recurso didáctico para la enseñanza de la geografía; lo propio, en el contexto educativo de la región de Puno, al hacer dialogo con estudiantes de las distintas instituciones educativas, quienes manifiestan que la enseñanza de la geografía que hacen sus maestros, mayoritariamente se lleva a efecto a nivel de aula.

Frente a ello, el mismo autor, propone que el paisaje geográfico debe ser considerado como recurso didáctico, para ello, sugiere que se debe organizar un paquete didáctico basado en el paisaje de la tierra, ya que esto permite a los estudiantes a observar los procesos geodinámicas externos; para ello, Sousa *et al.* (2016), sostiene que las salidas de campo en geografía posibilita la reflexión del lugar y los análisis espaciales, sobre todo en la articulación entre conceptos, teorías, miradas e interpretación del espacio geográfico y como también fortalece la formación ciudadana, puesto que valoriza el estudio de los



lugares y territorios, en diferentes ambientes; como también, Bianchi (2014), refiere que la enseñanza de la geografía debe ser más práctico en donde prime la integración del hombre con su entorno geográfico.

Otra propuesta que se respalda con la investigación, es lo manifestado por Godoy y Sánchez (2007), quienes proponen la importancia de la actividad de salida de campo, como estrategia didáctica para la enseñanza de la geografía; en ese entender, se afirma que al proyectar el aprendizaje de la geografía desde el campo, al aula, el proceso se convierte en un trabajo sumamente emocionante tanto para el docente como para el estudiante, ya que el campo de la geografía es un laboratorio abierto, que da la oportunidad de despertar inquietudes y que se genera la observación, análisis, comprensión, reflexión y uso eficaz del conocimiento respecto a la realidad geográfica; ya que consideramos que el trabajo de campo, para la enseñanza de la geografía, constituye una herramienta indispensable en cualquiera de sus ramas o campos de estudio como por ejemplo: abordar aspectos de climatología, meteorología, cartografía, hidrografía, geomorfología, etc. por consiguiente, los aspectos de la realidad geográfica de Puno, deben ser estudiados y reflexionados desde el punto del hecho o fenómeno geográfico.

CONCLUSIONES

Primera: La geomorfología aledaña a la ciudad de Puno presenta un conjunto de geomorfías como elevaciones, cuencas, vertientes, laderas, acantilados, etc. dichas geoformas no son definitivas sino se modifican a lo largo del tiempo por la acción de los agentes externa como el viento, el agua, las sales minerales que son trabajados desde la meteorización y erosión, por consiguiente, el relieve que vemos hoy en la superficie del contexto puneño no es el mismo que existía hace unos años; por ello desde los espacios educativos debemos conocer, analizar y reflexionar sobre la dinámica terrestre que nos rodea.

Segunda: En el campo de la geografía, los educandos deben tener una clara concepción sobre el sistema de meteorización como agente dinámico de la geomorfología externa de Puno, ya la actividad de meteorización tiene la función de preparar la roca a través de un proceso químico y físico que genera la fragmentación o desintegración de las rocas en partículas pequeñas, para luego facilitar el sistema de erosión o transporte.

Tercera: El sistema de erosión eólica, es otro de los contenidos geográficos regionales, la función de este sistema es la de contribuir en el modelado del relieve aledaño a la ciudad de Puno, generando con su acción un conjunto de geomorfías en las rocas, arena, arcilla, del cual los educandos tienen que conocer el comportamiento del sistema y las causas que lo genera, para así proponer alternativas de mitigación.

Cuarta: El sistema de erosión hídrica es otro de los agentes que interviene en la dinámica de la geomorfología estructural exógena de la ciudad, su función principal es la de denudar y modelar el relieve terrestre, principalmente concentrado en las cuencas fluviales o hidrográficas a través de un conjunto de procesos cuyo inicio se da en el sistema pluvial o precipitaciones.

Quinta: El sistema de laderas es otro de los sistemas geográficos, que a través de un conjunto de movimientos transporta a favor de la gravedad o pendiente, las rocas o material terrestre influenciado por agentes externos como las precipitaciones, agentes biológicos (plantas, animales y el hombre), y como también influenciado por agentes internos como los movimientos tectónicos.

RECOMENDACIONES

- Primera:** Con la iniciativa del trabajo de investigación, recomendamos primeramente a los maestros de Ciencias Sociales, que desde la Curricular Local, deben contextualizar los contenidos geográficos de carácter local, ya que el estudio y la enseñanza de la geografía es de vital importancia, para que los estudiantes analicen, reflexionen y valoren las contribuciones que brinda el contexto geográfico natural que los rodea.
- Segunda:** Para tener mayor noción sobre el estudio y reconocimiento del proceso de meteorización física y química, los docentes deben promover desde las aulas, la técnica de salida de campo, para que los estudiantes identifiquen incito el comportamiento de los agentes que interviene en el proceso de meteorización de las rocas.
- Tercera:** Se sabe que la erosión eólica, generalmente trae consecuencias negativas como la desertificación progresiva del suelo, afecta la salud del hombre, de los animales, daña a las plantas cultivadas y naturales, para mitigar ello, se recomienda que, desde las instancias educativas, se debe trabajar el sistema ambiental centrado en la reforestación y cuidado de la vegetación del entorna geográfico de Puno.
- Cuarta:** Respecto a la erosión hídrica, en su aspecto fluvial y pluvial, los educandos deben de conocer e identificar su comportamiento, con el fin de prevenir y evitar las consecuencias negativas que genera, como inundaciones, desbordes, etc y en lo positivo aprovechar los materiales que proporciona con fines de generación de economía local.
- Quinta:** Recomendar a la comunidad educativa, que desde las aulas se debe concientizar a los educandos sobre la dinámica del relieve, ya que los factores internos como los movimientos sísmicos y factores externos que generan el movimiento de laderas, pueden ocasionar daños catastróficos, frente a ello, el estudiante debe ser muy consciente de la dinamicidad y estar preparado frente a los fenómenos naturales.

BIBLIOGRAFÍA

- Agudelo, D. E. (2012). *Influencia de los procesos de meteorización en la estructura del suelo y la estabilidad de taludes*. (Tesis de Grado). Pontificia Universidad Javeriana. <file:///C:/Users/admin/Downloads/AgudeloBenavidesDavidErnesto2012.pdf>
- Aguilera, J., Borderias, P., Gonzáles, P., & Santos, M. (2020). *Geografía General I*. Madrid: Universidad Nacional de Educación a distancia. <https://n9.cl/puyru>
- Alva, W. (2009). *Geografía General*. Lima, Perú.
- Alvarado, A. (1985). *El origen de los suelos*. Costa Rica: AGRINTER.
- Amorox, A., López, F., & Rafaelli, S. (2010). *La degradación de los suelos por erosión hídrica*. Editum. Obtenido de <https://n9.cl/ykd6y>
- Andrade, E. D. (2008). *Erosión y degradación de suelos en ambientes semiáridos*. España: Editum-Universidad de Murcia.
- Bescain, E. (1970). *Minerología de suelos*. Costa Rica: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. <https://n9.cl/6s0bu>
- Bianchi, R. (2014). *El paisaje integrado, elemento central de la acción didáctica en la enseñanza de la geografía (Tesis Doctoral)*. Universidad de Barcelona. <https://n9.cl/81c4e>
- Brea, J. D., & Balocchi, F. (2010). *Procesos de erosión -sedimentación en cauces y cuencas*. Chile: Universidad de Talca.
- Brunel, N., & Seguel, O. (2011). Efectos de la erosión en las propiedades del suelo. *Agro Sur*, 39(1), 1-12. <http://revistas.uach.cl/pdf/agrosur/v39n1/art01.pdf>
- Buschiazzo, D., & Aymar, S. (2009). *Erosión eólica-proceso y predicciones*. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_viento___2.pdf
- Caballero, E. L. (2011). El concepto de la ladera urbana. *Ciencias Espaciales*, 4(1). <file:///C:/Users/admin/Downloads/8469.pdf>

- Cabestany, J., Carbonell, F., Estop, E., Goula, X., Mejón, J., Roca, T., & Solé, A. (2008). *Introducción a las ciencias de la tierra*. Barcelona: Breverté S.A.
<https://n9.cl/qroc7>
- Cabrejos, M. N. (2016). *Modelamiento geoespacial en la determinación del riesgo, vulnerabilidad y de la cuantificación de la erosión hídrica en la microcuenca del río Atuen-Amazonas*. (Tesis de Grado). Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Carlotto, V., Cárdenas, J., & Fidel, L. (2009). La geología, evolución geomorfológica y geodinámica externa de la ciudad Inca de Machupicchu, Cusco-Perú. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 67(4), 725-747. <https://n9.cl/id4jy>
- Carrasco, S. (2006). *metodología de la Investigación Científica*. lima, Perú: San Marcos.
- Castro, M. (2018). *Evaluación de riesgos geológicos de la zona urbana, Distrito de Ollachea - Carabaya*. (Tesis de Pregrado) Universidad Nacional del Altiplano.
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/6170>
- Chacón, J. (2012). Movimientos de ladera: clasificación, descripción y evolución espacial y temporal. *ASAGAI*, 73-89. <file:///C:/Users/admin/Downloads/3.Dialnet-MovimientosDeLadera-7404769%20para%20antecedentes.pdf>
- Charaja, F. (2019). *El MAPIC en la Investigación Científica*. Puno: Corporación MERU E.I.R.L.
- Coleman, M. (2016). *Lo que las fallas geológicas nos enseñan sobre la tierra*. New York.
- Corominas, J. (1989). *Clasificación y reconocimiento de los movimientos de laderas*. Sociedad Española de Geomorfología. <http://es.scribd.com/doc/50417494/>
- De Alva, S., Alcázar, M., Cermeño, F. I., & Barbero, F. (2009). *Erosión y manejo de suelo*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Díaz, M. (2012). *Sedimentación fluvial*. España.
- Duque, G. (2000). *Riesgo en la zona andina tropical por laderas inestables*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Duque, G. (2003). *Manual de Geología para Ingenieros*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

- Echavarría, F., Guillermo, M., & Ruiz, J. (2020). Efecto en la erosión hídrica del suelo en pastizales y otros tipos de vegetación por cambios en el patrón de lluvias por el calentamiento global en Zacatecas, México. *Rev Mex Cienc Pecu*, 63-74.
<https://n9.cl/1cd6j>
- Elliott, S. (2010). *El rio y la forma-Introducción a la geomorfología fluvia*. Chile: Dil Editores. <https://n9.cl/8ork5>
- Fernandez , J. L., & Pérez, B. (2020). Cascada. *Revista Clínica de Medicina de Familia*, 13(1), 74-75. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169664753007>
- Garcia, P. (2004). *Interacción entre la vegetación y la erosión hídrica*. Madrid: EGRAF, S. A. <https://core.ac.uk/download/pdf/36058496.pdf>
- Genchi, S. A. (2012). *Geomorfología regional y dinámica costera del sector occidental del golfo San Matias (Tesis Doctoral)*. Universidad Nacional del Sur.
<https://n9.cl/v0fnp>
- Godoy, I., & Sánchez, A. (2007). El trabajo de campo en la enseñanza de la Geografía. *Revista Universitaria de Investigación*, 8(2), 137-146.
- González, V. L. (2016). *Geomorfología y susceptibilidad de laderas a movimientos gravitacionales en el valle del río cuevas, entre quebrada de Matienzo y curva de la Soberanía Argentina (Tesis de Grado)*. Argentina. <https://n9.cl/jg0ek>
- Hernández, R., & Mendoza, P. (2018). *Metodología de la Investigación- Las rutas cuantitativas, cualitativas y mixta*. México: Printed in Mexico.
- Hoyos, F. (2004). *Suelos residuales tropicales*. Medellín: Hombre Nuevo Editores.
- Ibañez, J., & Garcia, J. (2006). *La erosión del suelo: tipos de procesos erosivos*. España.
<http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2006/03/11/15557>
- LLerena, C. A. (2003). *Servicios ambientales de las cuencas y producción de agua, conceptos, valoración, experiencias y sus posibilidades de aplicación en el Perú. FAO-Tercer Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas*. Arequipa.
- López, E. (1985). *Geología general*. México: Instituto de Geología.

- López, L. (2015). *Diccionario de Geografía alpica y profesional*. Universidad de León.
<https://n9.cl/4mtsd>
- Lugo, J. (2011). *Diccionario geomorfológico*. México: Instituto de Geografía UNAM.
- Martinez, E. (1985). *El relieve de la tierra*. Barcelona: Salvat.
- Mata, A., & Quevedo, F. (2005). *Diccionario didáctico de ecología*. Costa Rica: Universidad de Costarica. <https://n9.cl/lau7a>
- Mendoza, M. J., & Morales, D. (2002). *Estimación de la amenaza y riesgos de deslizamientos en laderas*.
- Montiel, K., Negrete, A., & Rincón, A. (2013). El paisaje de la formación el milagro. Una propuesta para la enseñanza de la geografía física local. *Encuentro Educativo*, 20(2), 303-318.
- Montiel, K., Negrete, Á., & Rincón, A. (2015). Paisaje de la laguna de Sinamaica. Propuesta para el aprendizaje significativo de procesos geodinámicos desde las Ciencias de la Tierra. *Revista de Investigación*, 39(68), 83-106. <https://n9.cl/aayd>
- Mora, S. (2022). *La geodinámica externa*. Argentina: ASAGAI. <https://n9.cl/1k5w7>
- Núñez, J. (2001). *Manejo y conservación de suelos*. Costa Rica: EUNED.
- Ñaupas, H., Valdivia, M. R., Palacios, J. J., & Romero, H. E. (2018). *Metodología de la Investigación Cualitativa-Cualitativa y Redacción de Tesis*. México: Ediciones de la U.
- Ochoa, T. (2011). *Hidráulica de ríos y procesos morfológicos*. Colombia: Kimpres Ltda. <https://n9.cl/mepdc>
- Ochoa, T. (2011). *Hidráulica de ríos y procesos morfológicos*. Bogotá: Ecoe Ediciones .
- Ordoñez, J. J. (2011). *Cuenca hidrográfica*. Lima: Sociedad Geográfica de Lima.
https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/cuenca_hidrologica.pdf
- Ortiz, J. A. (2017). *Geografía Física General*. Puno, Perú.
- Otero, I. (2000). Paisaje y educación ambiental. *Observatorio Medioambiental*, 3(12), 35-50.

- Palma, V. E. (2018). *Geodinámica de laderas en la sección distal de la cuenca de Vodudahue, X region de los lagos*. (Tesis de Grado).Chile.
- Pino, R. (2018). *Metodología de la Investigación*. Lima, Perú: San Marcos.
- Portuguez, D. (2015). Estimación de la pérdida de suelos por erosión hídrica. *Anales Científicos-Universidad la Molina*, 76(2), 324-329.
doi:<http://dx.doi.org/10.21704/ac.v76i2.797>
- Quimiz, L. D., Rodriguez, D. F., Sabando, J. F., Salvador, M. X., & Sánchez, E. D. (2019). *Fallas Geológicas en la tierra generado por sismos*. Universidad Técnica de Manabi.<file:///C:/Users/admin/Downloads/FallasGeolgicasenlatierrageneradasporsismos..pdf>
- Rocha, A. (2014). *La morfología fluvial y su incidencia en las obras viales*. Instituto de Construcción y Gerencia.
file:///C:/Users/admin/Downloads/Morfologia_fluvial_y_su_influencia.pdf
- Rodriguez, C. A. (2000). *Geomorfología*. Obtenido de <https://n9.cl/67gbs>
- Rostagno, C., del Valle, H., & Buschiazzo, D. (12 de 05 de 2021). *La erosión eólica*.
<https://n9.cl/wsky3>
- Rostango, C., Del Valle, H., & Buschiazzo, D. (2012). *La erosión eólica*. CONICEL-CEMPAT.
- Sánchez, M. A. (2018). *Zonificación y evaluación de peligros por geodinámica externa en la cuenca del rio Pichari, distrito de Pichari, la Convención - Cusco*.
<https://n9.cl/gz67c>
- Sociedad Geográfica de Lima. (2011). *Cuenca Hidrológica-Foro Peruano para el agua*. Lima. <https://n9.cl/aiwr>
- Sousa, S. A., Garcia, D., & Souto, X. (2016). Educación geográfica y las salidas de campo como estrategia didáctica. *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, 21(1.155), 1-22. <https://n9.cl/lo3j>
- Suárez, J. (2009). *Análisi Geotécnico*. Bucaramanga: Universidad Nacional de Santander.
- Tarbuck, E., & Lutgens, F. (2006). *Ciencias de la Tierra: una introducción a la Geología Física*. Madrid: Pearson.



file:///C:/Users/admin/Downloads/TARBUCK_y_LUTGENS_Ciencias_de_la_Tierra.pdf

Tayupanta, J. (1993). *La erosión hídrica: proceso, factores y formas*. Ecuador: INIAP.
<https://n9.cl/rngl6>

Udias, A., & Mezcua, J. (1997). *Fundamentos de geofísica*. España.

Varela, R. (2014). *Manual de geología*. <https://n9.cl/yfkz4>

Vásconez, M., Mancheno, A., Alvarez, C., Prehn, C., Cevallos, C., & Ortiz, L. (2019).
Cuencas Hidrográficas. 2019: Abya-Yala. <https://n9.cl/tt75n>

Vélez, C. (2020). *Estudio geomorfológico y de facies sedimentarias para la identificación de eventos aluviónicos en la cuenca Uccururuni, cordillera Apolobamba-Puno*.
(Tesis de Pregrado) Universidad Nacional del Altiplano Puno.

Vergara, L. M. (2017). *Caracterización de las unidades geomorfológicas en el distrito de Jesús, Cajamarca*. (Tesis de Grado). Universidad Nacional de Cajamarca.



ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: Sistema de geomorfología estructural exógena como material didáctico para la enseñanza de la geografía local de la región de Puno

Enunciado general	Objetivo general	Unidad de investigación	Ejes de análisis	Sub ejes de análisis	Interés investigativo	Metodología
¿Cuál es la naturaleza del sistema de geomorfología estructural exógena como material didáctico para la enseñanza de la geografía local de la región de Puno?	Describir y explicar el sistema de geomorfología estructural exógena como propuesta de material didáctico para la enseñanza de la geografía local de la región de Puno.	V1. Geomorfología estructural exógena	1.3. Sistema de meteorización	1.1.1. Meteorización física o mecánico - Termoclastia o insolación - Gelifracción o crioclastia - Hidroclastia - Haloclastia - Biológicas 1.1.2. Meteorización química - Disolución - Oxidación - Hidrólisis 1.2.1. Erosión Eólica - Transporte de materiales - Saltación - Rodadura - Suspensión - Proceso de erosión eólico - Abrasión - Deflación - Suspensión - Geomorfias de erosión eólica - Ripples - Dunas	Describir explicar	Enfoque: Cualitativo. Tipo: Fenomenológico Método: Observación cualitativa, Inductivo, deductivo, hermenéutico. ----- Técnicas: - Observación participante o directa. - Análisis de bibliográfico. - Registro fotográfico. Instrumentos: - Ficha de observación - Cuaderno de campo.
Enunciados específicos Ee1. ¿Cómo se muestra la actividad del sistema de meteorización como agente que interviene en la dinámica de la geomorfología estructural exógena? Ee2. ¿Cómo se presenta la actividad del sistema de erosión eólica como agente que interviene en la dinámica de la	Objetivos específicos Oe1. Identificar y describir la actividad del sistema de meteorización como agente que interviene en la dinámica de la geomorfología estructural exógena Oe2. Identificar y describir la actividad del sistema de erosión eólica como agente que interviene en la dinámica de la		1.4. Sistema de erosión eólica			

<p>geomorfología estructural exógena? Ee3. ¿Cómo se muestra la actividad del sistema de erosión hídrica como agente que interviene en la dinámica de la geomorfología estructural exógena? Ee4. ¿Cómo se muestra la actividad del sistema de laderas como agente que interviene en la geomorfología estructural exógena?</p>	<p>geomorfología estructural exógena Oe3. Identificar y describir la actividad del sistema de erosión hídrica como agente que interviene en la dinámica de la geomorfología estructural exógena. Oe4. Identificar y describir la actividad del sistema de laderas como agente que interviene en la geomorfología estructural exógena</p>		<p>1.3. Sistema de erosión hídrica</p>	<p>- Consecuencias que genera la erosión eólica - Medidas de prevención 1.3.1. Erosión pluvial Formas de erosión pluvial - Salpicado y dispersión - Laminar - Canales o canalillos - Cárcavas y zanjas Consecuencias de la erosión pluvial Medidas de prevención 1.3.2. Erosión fluvial Elementos de la cuenca pluvial Transporte de materiales - Por disolución - Por suspensión - Deslizamiento, rodadura y saltación Formas que genera la erosión pluvial - Valles o cuencas en V - Sistema de meandros - Cauce recto, semi recto y sinuoso - Catarata o cascada - Consecuencias - Medidas de prevención</p>		<p>-Ficha de análisis bibliográfico. -Ficha de registro fotográfico.</p>
--	--	--	--	---	--	--



			1.4.1. Movimiento de ladera <ul style="list-style-type: none">- Movimiento de masa rápido- Movimiento de masa lento- Sistema de fallamiento y su influencia en movimiento de masa- Consecuencias- Medidas de prevención			
--	--	--	--	--	--	--