

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“Estimación del riesgo de susceptibilidad de deslizamiento de
tierras en el caserío Matapalo - Distrito Monzón”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

AUTORA: Velásquez Rengifo, Sheyla Tatiana

ASESORA: Navarro Vásquez, Llerme

TINGO MARÍA – PERÚ

2026

U

D

H



TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Gestión de riesgos de desastres

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería civil

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 70260211

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 42669761

Grado/Título: Magister en Ciencia del Suelo

Código ORCID: 0000-0003-0147-362X

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Bustillos Cotrado, Jose Antonio	Maestro en Educación, mención: Investigación y Docencia Superior	71319601	0000-0003-2573-226X
2	Rodríguez Cruz, Javier Bernardo	Doctor en Educación	18104916	0000-0002-7930-2137
3	Palacios Inza, Deonen Fabiola	Maestro en diseño y Construcción de obras viales	73222634	0009-0000-8272-347X



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
http://www.udh.edu.pe

UNIVERSIDAD DE HUANUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL FILIAL LEONCIO PRADO

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL

En la ciudad de Tingo María, siendo las 10:45 am horas del día **martes 28 de abril de 2026**, en el Aula 301 – EDIF2 de la Filial Leoncio Prado, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los Jurados Calificadores integrado por los docentes:

- | | |
|--------------------------------------|------------|
| • MG. JOSE ANTONIO BUSTILLOS COTRADO | PRESIDENTE |
| • DR. JAVIER BERNARDO RODRIGUEZ CRUZ | SECRETARIO |
| • MG. DEONEN FABIOLA PALACIOS INZA | VOCAL |

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN N° 0620-2026-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: **"ESTIMACIÓN DE RIESGO DE SUSCEPTIBILIDAD DE DESLIZAMIENTO DE TIERRAS EN EL CASERIO DE MATAPALO – DISTRITO MONZÓN"**, presentado por el (la) Bachiller **Sheyla Tatiana, VELASQUEZ RENGIFO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) Aprobada por Unanimitad con el calificativo cuantitativo de 12 y cualitativo de Suficiente (Art. 47).

Siendo las 11:56 horas del día martes 28 de abril de 2026, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Presidente

MG. JOSE ANTONIO BUSTILLOS COTRADO
DNI 71319601
COD ORCID: 0000-0003-2573-226X

Secretario

DR. JAVIER BERNARDO RODRIGUEZ CRUZ
DNI 18104916
COD ORCID 0000-0002-7930-2137

Vocal

MG. DEONEN FABIOLA PALACIOS INZA
DNI 73222634
COD ORCID: 0009-0000-8272-347X



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: SHEYLA TATIANA VELÁSQUEZ RENGIFO, de la investigación titulada "ESTIMACIÓN DEL RIESGO DE SUSCEPTIBILIDAD DE DESLIZAMIENTO DE TIERRAS EN EL CASERÍO MATAPALO - DISTRITO MONZÓN", con asesor(a) LLERME NAVARRO VÁSQUEZ, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1576-2023-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 16 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 05 de diciembre de 2025



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

31. Velásquez Rengifo, Sheyla Tatiana.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.udh.edu.pe

Fuente de Internet

3%

2

hdl.handle.net

Fuente de Internet

3%

3

sigrid.cenepred.gob.pe

Fuente de Internet

1%

4

repositorio.upt.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

repositorio.unc.edu.pe

Fuente de Internet

1%



RICHARD J. SOLIS TOLEDO

D.N.I.: 47074047

cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA

D.N.I.: 71345687

cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

DEDICATORIA

La presente Tesis está dedicado primordialmente a Dios, ya que sin el nada sería posible. A mis padres por su apoyo incondicional que a pesar de las circunstancias nunca dejaron de confiar en mí. A mi familia que son mi esposo y mis pequeños hijos, por ser el motor y motivo de mis deseos de superación porque ellos son el pilar fundamental de mi vida, me enseñan que todo se puede lograr con esfuerzo, paciencia y perseverancia.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por su amor y apoyo incondicional, que ha sido mi faro en los momentos más difíciles. A mis padres Jorge Velásquez y Rosalbina Rengifo, por su infinito sacrificio y fe en mí, quienes me enseñaron que la perseverancia y el esfuerzo son las claves del éxito. A mi esposo Hugo, a mis pequeños hijos Yoshua y Nazly, quienes han sido mi mayor fuente de inspiración y fortaleza, y quienes me recuerdan cada día el poder del amor y la familia. A mi asesora Llerme Navarro Vásquez, por compartirme sus conocimientos y guiarme durante todo el proceso de este proyecto de investigación haciendo posible su culminación satisfactoria.

A mis amigos y todas las personas de la localidad de matapalo que contribuyeron de alguna forma u otra con la realización de este proyecto, brindándome información necesaria. Y, finalmente, a los profesores y mentores que han guiado mi camino académico, sembrando en mí el conocimiento y la curiosidad para seguir adelante. Con todo mi agradecimiento, Sheyla Tatiana Velázquez Rengifo

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
INTRODUCCIÓN	XI
CAPÍTULO I.....	12
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	12
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMATICA.....	12
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
1.2.1 PROBLEMA GENERAL	14
1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	14
1.3 OBJETIVOS.....	14
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	14
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
1.4 JUSTIFICACIÓN	14
1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	15
1.6 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
CAPÍTULO II.....	16
MARCO TEÓRICO.....	16
2.1 ANTECEDENTES	16
2.2 BASES TEÓRICAS	21
2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	30
2.4 HIPÓTESIS.....	31
2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL	31
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	32
2.5 VARIABLES	32
2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	33
CAPÍTULO III.....	34
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	34

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	34
3.1.1 ENFOQUE	34
3.1.2. ALCANCE O NIVEL	34
3.1.3. DISEÑO	34
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	35
3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	37
3.4 TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS	40
CAPÍTULO IV	41
RESULTADOS	41
4.1. RESULTADOS DESCRIPTIVOS	41
4.2 RESULTADOS INFERENCIALES.....	55
CAPÍTULO V	60
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	60
5.1 DETERMINAR EL NIVEL DE RIESGO EN LA SUSCEPTIBILIDAD DE DESLIZAMIENTO DE TIERRAS EN EL CASERÍO MATAPALO – DISTRITO MONZÓN	60
5.2. IDENTIFICAR Y VERIFICAR COMO INFLUYEN EN EL PELIGRO DE DESLIZAMIENTO DE TIERRAS, LOS PARÁMETROS DE GEOLOGÍA, PENDIENTE, COBERTURA, FISIOGRAFÍA Y PRECIPITACIÓN	60
5.3. EVALUAR LAS CONDICIONES DE VULNERABILIDAD EN EL CASERÍO MATAPALO – DISTRITO MONZÓN.....	63
5.4. PROPONER LAS MEDIDAS ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES PARA MITIGAR EL RIESGO POR DESLIZAMIENTO EN EL CASERÍO MATAPALO – DISTRITO MONZÓN.....	64
CONCLUSIONES	65
RECOMENDACIONES.....	66
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67
ANEXOS	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Niveles de peligro.....	29
Tabla 2 Niveles de Vulnerabilidad	30
Tabla 3 Niveles de riesgo	30
Tabla 4 Operacionalización de variables.....	33
Tabla 5 Vector de priorización según factores condicionantes	41
Tabla 6 Vector de priorización según factores desencadenantes (lluvias) .	41
Tabla 7 Vector de priorización del parámetro de evaluación (periodo de retorno de lluvias)	42
Tabla 8 Comprobación de relación de consistencia (RC) e índice aleatoriedad (IA) según el número de niveles empleados por parámetros	42
Tabla 9 Vector de priorización por niveles de descriptores de los factores condicionantes	43
Tabla 10 Valor de factor condicionante, desencadenante y susceptibilidad del deslizamiento	44
Tabla 11 Nivel de la peligrosidad por deslizamiento.....	44
Tabla 12 Vector de priorización de los parámetros de evaluación de estudio según factor en la dimensión del territorio	45
Tabla 13 Comprobación de relación de consistencia (RC) e índice aleatoriedad (IA) según el número de niveles empleados por factores.....	51
Tabla 14 Comprobación de la relación de consistencia RC e índice aleatoriedad IA según el número de niveles empleados por descriptores ..	51
Tabla 15 Valor de las dimensiones según los niveles de evaluación	52
Tabla 16 Nivel de las condiciones de vulnerabilidad	53
Tabla 17 Nivel de riesgo de deslizamiento	53
Tabla 18 Medidas de mitigación	54
Tabla 19 Contrastación de los niveles de riesgo en el caserío Matapalo-Distrito de Monzón.	55
Tabla 20 Correlación de la hipótesis específica n°1a vinculante a la geología	56
Tabla 21 Correlación de la hipótesis específica n°1b vinculante a la pendiente	57

Tabla 22	Correlación de la hipótesis específica n°1c vinculante a la pendiente	58
Tabla 23	Correlación de la hipótesis específica n°1d vinculante a la fisiografía	58
Tabla 24	Correlación de la hipótesis específica n°1e vinculante a la precipitación	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Estimación de Plutón en los diferentes ambientes tectónicos	23
Figura 2	Ubicación del caserío Matapalo	35
Figura 3	Ponderación de las dimensiones de condición vulnerable del caserío Matapalo	45
Figura 4	Vector de priorización de los factores exposición, fragilidad y resiliencia por nivel de dimensiones del caserío	46
Figura 5	Análisis de los descriptores evaluados según los factores de exposición, fragilidad y resiliencia (social) del territorio	48
Figura 6	Análisis de los descriptores evaluados según los factores de exposición, fragilidad y resiliencia (económico) del territorio.....	49
Figura 7	Análisis de los descriptores evaluados según los factores de exposición, fragilidad y resiliencia (ambiental) del territorio.....	50
Figura 8	Encuesta en caserío Matapalo.....	83
Figura 9	Obteniendo información de la zona de estudio	83
Figura 10	Encuesta de la zona de estudio.....	84
Figura 11	Zonas de deslizamiento de tierras	84
Figura 12	Zonas de deslizamiento en la parte alta del caserío	85
Figura 13	Población del caserío acompañando a las zonas de deslizamiento de tierras	85

RESUMEN

El propósito de esta investigación fue determinar el nivel de riesgo en la susceptibilidad de deslizamiento de tierras en el caserío Matapalo – Distrito Monzón. La metodología de la investigación es de tipo básica, enfoque mixto, alcance descriptivo y diseño no experimental, la población fue constituida por la cuenca Matapalo (quebrada Matapalo), perteneciente al caserío Matapalo, C. P. Cachicoto. Tomándose como muestra las áreas de influencia como deslizamiento de tierras, viviendas afectadas, vías y estructuras afectadas (carreteras y puentes), de dicha cuenca. Se uso metodologías de clasificación de la susceptibilidad a deslizamientos en base a los criterios de CENEPRED, mediante la evaluación de factores condicionantes para determinar peligros (Cobertura, Fisiografía, Pendiente y Precipitación). Asimismo, se utilizó instrumentos documentales y mecánicos que fueron los planos catastrales, mapas topográficos y datos meteorológicos. En los resultados se obtuvieron que, la cuenca de Matapalo se encuentra en los niveles peligro medio entre los rangos ($0.196 \leq P < 0.365$) y peligro muy alto entre los rangos ($0.357 \leq P \leq 0.507$). El nivel de vulnerabilidad se observa que está a nivel medio entre los rangos ($0.089 \leq V < 0.169$), vulnerabilidad alta entre los rangos ($0.169 \leq V < 0.293$) y vulnerabilidad muy alto entre los rangos ($0.293 \leq V < 0.497$). Como conclusión la estimación de riesgo de susceptibilidad por deslizamiento de tierras en el caserío Matapalo, presenta niveles de muy alto, alto y medio, asimismo los parámetros geología, pendiente, cobertura, fisiografía y precipitación influyen significativamente en el peligro de deslizamiento de tierras. Las alternativas de mitigación propuestas combinan medidas estructurales y no estructurales orientadas a reducir el riesgo de deslizamientos en el caserío Matapalo, promoviendo la resiliencia social y un desarrollo territorial sostenible.

Palabras clave: Desastres naturales, mitigación, movimiento de masas, peligro, SIG, vulnerabilidad.

ABSTRACT

The purpose of this research was to determine the risk level of landslide susceptibility in the Matapalo hamlet, Monzón District. The research methodology is basic, with a mixed approach, descriptive scope, and a non-experimental design. The population was comprised of the Matapalo Basin (Matapalo Creek), belonging to the Matapalo hamlet, Cachicoto Zip Code. The sample consisted of areas of influence such as landslides, affected homes, and affected roads and structures (highways and bridges) in said basin. Gradual susceptibility classification methodologies based on CENEPRED criteria were used, through the evaluation of conditioning factors to determine hazards (Coverage, Physiography, Slope, and Precipitation). Documentary and mechanical instruments were also used, such as cadastral maps, topographic maps, and meteorological data. The results showed that the Matapalo basin is at the medium hazard levels between the ranges ($0.196 \leq P < 0.365$) and very high hazard between the ranges ($0.357 \leq P \leq 0.507$), and at the vulnerability level it is observed that it is at a medium level between the ranges ($0.089 \leq V < 0.169$), high vulnerability between the ranges ($0.169 \leq V < 0.293$) and very high vulnerability between the ranges ($0.293 \leq V < 0.497$). In conclusion, the estimated risk of landslide susceptibility in the Matapalo hamlet shows very high, high, and medium levels. Likewise, the parameters geology, slope, land cover, physiography, and precipitation significantly influence the landslide hazard. The proposed mitigation alternatives combine structural and non-structural measures aimed at reducing the risk of landslides in the Matapalo hamlet, promoting social resilience and sustainable territorial development.

Keywords: Natural disasters, mitigation, mass movement, hazard, GIS, vulnerability.

INTRODUCCIÓN

Los eventos naturales son inevitables, sin embargo, se puede lograr realizando medidas que eviten (Prevención) o reduzcan (Mitigación); el riesgo de los desastres, que ha afectado en varias ocasiones al caserío de Matapalo, Localizado en el distrito de Monzón, provincia de Huamalíes, departamento de Huánuco. Estas ocurrencias tienen como origen la acumulación de los sedimentos que son transportados por el agua de escorrentía resultado de las ocurrencias de precipitaciones pluviales, que por lo general se encuentran asociados a fenómenos como El Niño.

El caserío de Matapalo posee un cauce denominado quebrada matapalo, el cual transversa por la mitad del caserío, dejando la ocurrencia de movimiento o deslizamiento de masas o tierras provoca daños considerables anualmente en el dicho caserío, mostrando un gran número de perdidas ya sean económicas, sociales y ambientales. En temporada de lluvia el cauce viene cargado de materiales y va colapsando el ancho del cauce hasta estancar el libre paso del agua, generando inundación.

Ante lo manifestado, se propuso desarrollar la investigación en la zona manifestada, ya que constantemente año tras año y en la zona de estudio presenta ocurrencia de lluvias que son propias de temporadas pero que constantemente el cambio climático anticipa de este fenómeno con mayor incidencia, debido a las intensas lluvias que se producen y generan, la activación del río Matapalo, que descargan su caudal en zonas agrícolas y urbanas por donde recorre su cauce, afectando la economía y seguridad de los habitantes ubicados en el caserío, provocando daños a viviendas y áreas agrícolas ocasionando alto riesgo a los diferentes actividades y a la población.

Por lo tanto, es necesario generar estudios en donde se brinde apoyo a las comunidades con la finalidad de solucionar los problemas que aquejan la ciudadanía en el lugar de estudio, parte de estimar el riesgo de susceptibilidad de deslizamiento de tierras en el referido caserío.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMATICA

A nivel mundial los fenómenos climáticos causan estragos que se estiman en mayor número en regiones montañosas, esto representa una gran amenaza a las poblaciones aledañas susceptibles a estos fenómenos. En la carretera N-15 al norte de Pakistán se visualizan daños generados por los deslizamientos de tierra e inundaciones que agravan la situación y la seguridad de sus pobladores, por lo que se realizó un análisis de la evidencia satelital y los reportes del cambio climático de la zona desde 1990 hasta 2023, acompañado de expediciones de campo para comprobar el estado de las tierras, donde se estudió la humedad en los suelos, la vegetación, precipitación, espesor y esparcimiento de la nieve. Se encontró que una variación importante en el deshielo desde el 2005 que afectó la temperatura, precipitación y deslizamientos de tierra registrados en ($p < 0,05$), en esta fecha en la temporada de deshielo se registraron múltiples deslizamientos donde se afectaron áreas como Balakort, Babusar, Naran y Chilas. De manera que estos registros pueden generar una elevación de la temperatura de 1.6°C a 6.5°C en tan solo 75 años aumentando las precipitaciones en un 35% aumentando a su vez los deslizamientos y el índice de riesgo para quienes habitan en las zonas rojas (Ramzan et al., 2025).

Un caso similar se puede evidenciar en México, donde la erosión genera fuertes deslizamientos de tierra muestra 5 clases de riesgo en las localidades de Autlán, Mezquitán y Ahuacapán por la presencia de un tipo de suelo regosol y la precipitación anual, continua en 24 horas, manteniendo una relación de riesgo de ($p < 0,05$). Estos deslizamientos representan un riesgo constante y de un nivel alto a las localidades vulnerables estructuralmente a este fenómeno puesto que las autoridades locales no manejan una preparación adecuada sobre la mitigación del daño o la prevención de accidentes naturales (González et al., 2023).

En Costa Rica se encuentra una estructura volcánica colapsada por deslizamientos que conforma la cuenca alta de Río Virilla del grupo volcánico Irazú, por medio de visitas, revisión bibliográfica y levantamientos

geomorfológicos se identificaron los procesos erosivos en la cuenca y los resultados fueron de alta intensidad, presentando inestabilidad en las laderas, vulnerabilidad al corredor vial la Holanda y susceptibilidad entre las fincas de leche y San Isidro de Coronado. Sugiriendo de esta manera controlar la población forestal de la zona y dar un control adecuado a la erosión respetando los cauces fluviales (Sequeira-Arguedas, 2020).

En Perú los estudios basados en la evaluación de riesgo y peligrosidad causados por fenómenos geológicos y eventualidades climáticas de alta precipitación generan un gran impacto, ya que aportan datos importantes. El INGEMMET generó un estudio para evaluar el peligro geológico debido a deslizamientos en San Luis Alto y Los Libertadores en el departamento Amazonas, encontrando fuertes deslizamientos y erosión que afectan a la población y las vías de acceso local abarcando un área de 1.5ha con un volumen de 142.785m³. En este sentido se determinaron factores como la deforestación, cortes inadecuados de taludes, saturación excesiva de laderas y falta de drenaje correcto de las aguas de lluvia y la habilitación de laderas y colinas de desfogue natural para viviendas mal edificadas y cimentadas (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 2024).

La susceptibilidad del deslizamiento de tierras viene a ser un riesgo en una comunidad, caserío o sector, que en los meses lluviosos y con fisiografía accidentada que presenta el distrito de Monzón, caserío Matapalo en la quebrada con el mismo nombre, según los antecedentes; vienen siendo afectados por los eventos extremos de los fenómenos.

El aumento de la frecuencia, intensidad, así como la duración de las lluvias, conllevan a generar flujos arrastrando tierras en su curso y provocando daños aguas abajo. Estos factores desencadenan, originan y activan flujos con deslizamiento en las quebradas, que fueron por las precipitaciones pluviales anómalas que constantemente son vivenciadas. La atención de intervenciones frente a la ocurrencia de precipitaciones pluviales y los diversos peligros que se asocian, donde se encuentra establecido que se tiene que contar una evaluación de los riesgos es manifestado y estimado por parte del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED). Por tal motivo este estudio se desarrolló en base a la estimación del riesgo a la susceptibilidad de deslizamiento de tierras en la

cuenca Matapalo, proponiendo un esquema amplio sobre la estimación más precisa del riesgo por las constantes erosiones presentes en la zona y las problemáticas ocasionadas en temporadas de lluvia. De esta manera se expone el problema general de esta investigación en el siguiente apartado.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 PROBLEMA GENERAL

PG: ¿Cuál es la estimación del nivel de riesgo en la susceptibilidad de deslizamiento de tierras en el caserío Matapalo – Distrito Monzón?

1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

PE1: ¿Cómo identificar si existe peligro de desplazamiento de tierras y su influencia en el caserío Matapalo – Distrito Monzón?

PE2: ¿Cómo determinar el nivel de riesgo de vulnerabilidad en el caserío Matapalo – Distrito Monzón?

PE3: ¿Qué medidas se podrán proponer para mitigar el riesgo por deslizamiento en el caserío Matapalo – Distrito Monzón?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

OBG: Determinar el nivel de riesgo en la susceptibilidad de deslizamiento de tierras en el caserío Matapalo – Distrito Monzón.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

OE1: Identificar y verificar como influyen en el peligro de deslizamiento de tierras, los parámetros de geología, pendiente, cobertura, fisiografía y precipitación

OE2: Evaluar las condiciones de vulnerabilidad en el caserío Matapalo – Distrito Monzón.

OE3: Proponer las medidas estructurales y no estructurales para mitigar el riesgo por deslizamiento en el caserío Matapalo – Distrito Monzón.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Todo daño ocasionado por los fenómenos naturales es evaluado según el impacto de los desastres asociados a peligros naturales, sin embargo, debe incluirse las diferentes medidas con fines de que se evite (Prevenga) o reduzca (Mitigue) los riesgos de desastres. Por lo tanto, se evaluó el riesgo de susceptibilidad de deslizamiento para demostrar que pudiese generar

beneficios, mediante propuestas de mitigación en el caserío de estudio conllevando que en el futuro se generen las condiciones de un proyecto de inversión pública (PIP) para contrarrestar los daños que hoy en día se generan y así sean menores los perjuicios ya que no nos olvidemos que los efectos climáticos cada vez son más fuertes. En cuanto al desarrollo de esta investigación se espera que sirva como antecedente para las autoridades competentes en la toma de acciones para contrarrestar el daño actual en el caserío de Matapalo en la cual ellos también planteen estrategias de contrarrestar las constantes amenazas de los fenómenos naturales en los periodos de invierno.

1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Existe una carencia de estudios que trataron el problema en la localidad de estudio, solamente, se encontraron informaciones a nivel de dialogo mediante el sentir y la expresión de la población. Según lo plasmado en la metodología, para la recolección de datos, fue necesario personal calificado en el tema de investigación con la debida experiencia referente a riesgos y desastres, ya que se evidencio una falta de especialistas en la municipalidad que pertenece la localidad de estudio. Asimismo, es necesario manifestar que el estudio, presentó un costo alto en el proceso de ejecución conllevando a una elevada demanda económica.

1.6 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Es contribuyente a la población del caserío Matapalo y a la Municipalidad Distrital de Monzón con el propósito de plantear una medida de prevención, mediante la demostración en base a un estudio de estimar los peligros ocasionados por los fenómenos naturales. A partir del trabajo de investigación se obtuvieron datos que beneficiaron a la población para futuros proyectos de mitigación sobre el daño. La investigadora asumió sin contratiempos los gastos económicos de la ejecución del reconocimiento y quedó satisfecha con los logros conseguidos, los cuales permitieron generar información con beneficio social de manera óptima y viable.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1 ANTECEDENTE INTERNACIONAL

Hamón (2021) plantea como objetivo de su investigación construir las curvas equivalentes de vulnerabilidad físicas de estructura impactada por movimiento de tierras a partir de un prototipo de laboratorio. El análisis de la vulnerabilidad requiere comprender la relación entre el peligro y los elementos de riesgo, esta relación puede comprenderse mediante la utilización de curvas de vulnerabilidad, siendo estas curvas un elemento primordial con fines de evaluar riesgos del movimiento de tierras de laderas, pues estas curvas son consideradas como fundamental para que se pueda predecir los efectos ocasionados al deslizarse la tierra. Este estudio fue de tipo experimental, abarcó un diseño experimental mediante la construcción y su respectiva calibración del modelo basado en un prototipo en condiciones de laboratorio con capacidad de que puedan reconstruirse los parámetros geométricos de una determinada ladera y su capacidad de resistir de dicha estructura con fines de que se estime la vulnerabilidad propensos a deslizamiento. Dicho modelo considera a los parámetros de intensidad de deslizamiento a través de la pendiente modificando así como su capacidad de resistir de la estructura. Los resultados, relacionaron a la fragilidad física con la conmoción ocasionada por los deslizamientos de masas obtenido al interpretar las pruebas en el modelo físico con el cual obtuvo las curvas que equivalían a la vulnerabilidad. Observó relación directa entre el gradiente modificado con la fragilidad, mientras que a medida que el centro de gravedad de dicha distribución se aleje del movimiento de tierras, la tasa de vulnerabilidad es baja. En conclusión, determinó la existencia de relación directa y positiva entre la vulnerabilidad física con el impacto de deslizamientos de masas, a través de la gradiente modificada, debido a que, al elevarse la gradiente modificada, resulta ser superior la vulnerabilidad (daño que ocasionaría un deslizamiento), con las cantidades elevadas.

Moragues (2020) se plantea como objetivo identificar y analizar los procesos de inestabilidad de las laderas en la zona de estudio. La investigación implementó y combinó técnicas que se basó en información geoespacial que provenían del sensoramiento remoto conjuntamente con las técnicas estadísticas y entornos de SIG para ser de tipo cuantitativa. Concluyendo que, hay indicios de actividad según registros desde hace 20 años, hubo un desplazamiento de gran cantidad de agua generando un tsunami, impactó aguas abajo en muchos sitios y las infraestructuras existentes en el área. Los deslizamientos de los valles circundantes a las laderas del canal Upsala tienen mayor grado de sensibilidad asociada a lo peligroso del lugar.

Marín et al. (2020) el propósito de su investigación fue evaluar el riesgo de deslizamientos superficiales en un terreno montañoso tropical del Valle de Aburrá (Colombia). De esta manera se implementó una metodología con enfoque mixto de tipo aplicada. la población consistió en el tramo Medellín Bogotá, mientras que la muestra se tomó en los kl 12+350 y 15+440, en el Municipio de Copacabana. La metodología se aplicó mediante los modelos TOPOG y SHALSTAB además de las referencias bibliográficas que existen de los estudios en la zona, acompañado de imágenes satelitales. Se concluyó con la determinación del riesgo a 8 viviendas y el riesgo vital que corresponde un desastre natural en la zona, apoyado por un modelo de análisis de riesgo por zonas el cual puede ser amplificado para un uso más potencial, esta puede ser una herramienta útil para la evaluación del riesgo sobre deslizamientos superficiales en zonas de riesgo y de gran aporte para las instituciones que prevén los desastres.

2.1.2 ANTECEDENTE NACIONAL

Mattos (2023) tuvo como objetivo evaluar las zonas susceptibles a deslizamientos, en suelos volcanoclásticos en el cerro "Cruz del siglo" en Torata - Moquegua en función a sus características; geológicas, geomorfológicas, geofísicas y geotécnicas para así, contribuir en prevención y mitigación de desastres naturales. Se aplicó una metodología de tipo descriptivo analítico, diseño cualitativo y nivel descriptivo. La población fue la localidad de Torata y la muestra se tomó

en las coordenadas 17° 04' 18" Latitud Sur y 70° 50' 58" longitud Oeste. En los resultados se identificaron 3 tipos de suelos GC, SC y SM. Se determinó una elevada saturación que afecta mayormente a la localidad de Torata causando sismos, quiebres o desplome por aguas subterráneas y precipitaciones.

Asimismo, El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) y la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR, 2022) tuvieron como objetivo reconocer, clasificar, mapear y describir los peligros geológicos asociados a movimientos en masa presentes en la quebrada Rambuchayoc, así como formular conclusiones y sugerencias orientadas a fortalecer las acciones de prevención y/o mitigación del riesgo de desastres vinculados a este tipo de procesos. La zona analizada mostró afloramientos de rocas sedimentarias principalmente lutitas y limonitas, de alta fragmentación y fracturamiento. En cuanto al suelo, este estuvo compuesto por depósitos aluviales con fragmentos de distintos tamaños inmersos en una matriz areno arcillosa o limosa; depósitos coluvio-deluvial conformados por materiales heterogéneos con presencia de arena y limo; y acumulaciones de deslizamientos ubicadas en laderas, fondos de valle y quebradas principales. Dichos depósitos presentan un bajo grado de consolidación, lo que favorece su erosión. Los resultados, en las partes media y alta del sector se observó un deslizamiento inactivo en condición latente, con una extensión aproximada de 900 m de largo por 250 m de ancho; adicionalmente, se registró otro movimiento en masa en proceso de reactivación, con dimensiones de 350 m de longitud y 120 m de ancho, localizado en la quebrada Rambuchayoc.

Desde noviembre del 2017 a marzo del 2019 durante la época lluviosa, el fenómeno se activó, siendo notorio fisuras, oscilaciones del lote, saltos de 1,0 m y 35 m de amplitud, derrumbes de 32 m de ancho y 40 m de alto y flujos de detritos, tierra y lodo (huaicos), dentro de la masa deslizada reactivada, ocasionando perjuicios en predios de cultivos con más de 20 familias que se ubicaban al flanco izquierdo de dicha quebrada. Así mismo concluyeron que, en la actualidad existen numerosas familias que se localizan próximos y en el área del abanico aluvial de la quebrada Rambuchayoc, que pudieran ser perjudicadas por el flujo de detritos, tierra

y lodos a consecuencia de las lluvias cuando sean intensas y de larga duración, razón en la que el área estudiada fue considerada de muy alto cuidado debido a los movimientos en grandes proporciones y las inundaciones.

Por último, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (IGMM) y la DGARG (2021a) El objetivo del estudio consistió en analizar y definir las características de los peligros geológicos asociados a movimientos en masa presentes en los sectores evaluados, fenómenos que pueden comprometer la integridad física de la población, el tránsito vehicular, las infraestructuras y las rutas de acceso dentro del área de influencia. Las Geoformas identificadas corresponden a unidades de origen tectónico-degradacional, particularmente laderas montañosas desarrolladas en litologías metamórficas; así como a geoformas de naturaleza depositacional y agradacional, vinculadas a antiguos procesos de remoción en masa. Estas últimas configuran superficies de piedemonte (vertientes y acumulaciones coluvio-deluviales), así como planicies conformadas por terrazas aluviales y fluviales. En el sector se reconocieron peligros asociados a movimientos en masa del tipo derrumbes y flujos de detritos; este último afectó aproximadamente 20 metros de la vía. En el ámbito de Llamani se registró la ocurrencia de un derrumbe seguido por un flujo, originado en el cuerpo de un deslizamiento previo, ocasionando daños en cerca de 45 metros de carretera y en áreas de andenería destinadas a actividades agrícolas. Todos los sectores examinados fueron clasificados con un nivel de peligro Muy Alto, debido a la alta probabilidad de que se produzcan derrumbes que evolucionen hacia flujos de detritos, además de la presencia recurrente de caídas de bloques. Estas acciones pudieran ser reactivadas en temporadas lluviosas comprendidas entre los meses de diciembre hasta marzo y cuando hay eventos sísmicos.

2.1.3 ANTECEDENTE LOCAL

Martínez (2023) El estudio tuvo como objetivo determinar cómo el catastro urbano influye en la vulnerabilidad frente a deslizamientos en las viviendas ubicadas en dos Centros Poblados del distrito de Amarilis, Huánuco, durante el año 2022. La investigación se desarrolló bajo una

metodología de carácter básico, con un nivel explicativo, enfoque cuantitativo y un diseño no experimental de tipo transversal, orientado al análisis correlacional causal. La población estuvo constituida por el sector de Llicua Alta, en el distrito de Amarilis, seleccionándose una muestra de 28 viviendas. Los análisis estadísticos revelaron una significancia bilateral de 0.392, valor superior a 0.05 en la prueba T de Student; por lo tanto, se aceptó la hipótesis nula, evidenciando que no existe relación entre el catastro urbano y la susceptibilidad a deslizamientos en las viviendas evaluadas durante el año 2022. Se concluye que el nivel predominante de la variable catastro urbano alcanzó el 40.9%, lo cual refleja un grado alto en dicha dimensión.

Herrera (2022) El objetivo de la investigación fue establecer de qué forma la informalidad constructiva se vincula con la vulnerabilidad frente a deslizamientos en las viviendas edificadas en tapial del C.P. Acobamba. La metodología fue de tipo correlacional y la investigación se desarrolló bajo un diseño no experimental, con enfoque cuantitativo, alcance aplicado y un tipo de estudio correlacional. La población estuvo constituida por 120 viviendas de tapial localizadas en el referido centro poblado, seleccionándose una muestra de 90 unidades habitacionales. Los resultados evidenciaron la aceptación de la hipótesis alternativa (H1), registrándose un índice de razón de consistencia (RC) de 0.0381 para los factores condicionantes y detonantes, lo cual confirma que la informalidad en los procesos constructivos mantiene una relación directa con la vulnerabilidad ante deslizamientos en este tipo de edificaciones. Finalmente, se concluyó que, desde la perspectiva geológica, el área presenta niveles elevados de peligrosidad asociados a depósitos aluviales y a la unidad litológica correspondiente al Complejo Maraón.

La Municipalidad Distrital de Monzón (2022) realizó actividades, posteriores al evento (Inundación, en los meses de invierno del año 2022), mediante el cual ha intervenido con limpieza, descolmatación, encauzamiento y volteo de rocas en puntos críticos del río Matapalo, la emergencia registrada con código SINPAD N° 145489 en caserío Matapalo perteneciente al centro poblado Cachicoto, se describe el lugar intervenido. La Municipalidad realizó los trabajos de limpieza,

descolmatación y encauzamiento del río Matapalo, en una longitud: TRAMO I longitud 343 ml con 5 m de altura, TRAMO II longitud 142 ml con 6 m de altura, TRAMO III longitud 180 ml con 8 m de altura, total de longitud de tramos es de 665 ml, total de volumen 16616 m³, al desarrollar esta actividad se ha resguardado la vida y hogares de los pobladores que tienen sus viviendas y parcelas agrícolas a riberas del río Matapalo. Con el pasar de los años, el río mencionado ha ganado espacio y con ello pone en riesgo a las viviendas de las familias que habitan en zona vulnerable por el peligro del desborde del río Matapalo, que ha sido ocasionado por las precipitaciones pluviales.

Bautista (2022), El objetivo fundamental de la investigación consistió en establecer el grado de influencia del catastro urbano sobre la vulnerabilidad frente a deslizamientos de tierra en las viviendas del distrito de Churubamba. La metodología empleada respondió a un enfoque cuantitativo, con un nivel de análisis correlacional y un diseño no experimental. La población de estudio estuvo conformada por 60 viviendas del citado distrito, las cuales, mediante un muestreo no probabilístico, fueron consideradas íntegramente como la muestra. Para el acopio de información se utilizaron cuestionarios y fichas de evaluación. Los resultados demostraron que el catastro urbano ejerce una influencia significativa en la vulnerabilidad ante deslizamientos de tierra en las viviendas de Churubamba - Huánuco (2021), evidenciado por la prueba de contraste ($\chi^2 = 0.000 < 0.05$) con un nivel de confianza del 95 %. Se concluye que la gestión catastral constituye una herramienta clave para determinar la habitabilidad de un predio, ya que permite identificar zonas con condiciones de riesgo, incluyendo aquellas susceptibles a deslizamientos

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 DESLIZAMIENTO DE TIERRAS: CONDICIONES GEOLÓGICAS, GEOMORFOLÓGICAS Y CLIMÁTICAS

GEOLOGÍA

Constituye una disciplina relativamente reciente, caracterizada por un marcado componente histórico y sustentada principalmente en el análisis directo del entorno natural. Su desarrollo permite identificar cómo

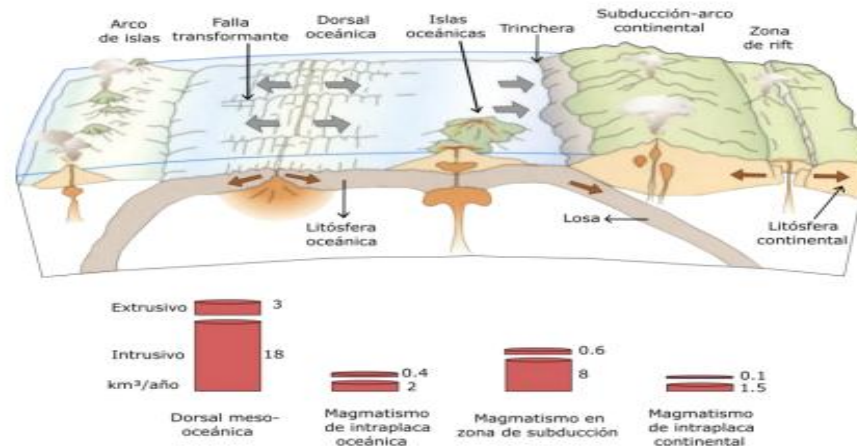
las distintas propuestas y teorías geológicas han condicionado la comprensión científica de cada periodo. Esta ciencia se integra dentro del conjunto de las ciencias naturales y, de manera particular, en el campo de las ciencias aplicadas. Entre sus rasgos distintivos destaca el abordaje de procesos que involucran múltiples variables y que operan en escalas espaciales y temporales imposibles de reproducir en un ambiente experimental controlado. Asimismo, la geología se enfrenta a la interpretación de evidencias derivadas de fenómenos que han tomado millones de años en consolidarse. Por ello, muchos de estos procesos presentan un comportamiento difícil de anticipar cuando se intenta explicarlos únicamente a partir de modelos teóricos o conocimientos obtenidos en condiciones de laboratorio (Castaño, 1987).

- **Plutón Cachicoto**

Entre los diversos ambientes tectónicos donde se produce Plutón o magma, destacan los márgenes de placa divergentes o constructivos formados por las dorsales oceánicas; los márgenes de placa convergentes o destructivos (Schmincke, 2004; Sigurdsson et al., 2000). Según Schmincke (2004), después de las dorsales oceánicas, donde se genera aproximadamente el 62% de magma o Plutón anualmente, las zonas de arco son las que más han contribuido al crecimiento y evolución de la corteza terrestre con una tasa de producción de magma de 21 km³/año y 8,6 km³/año, respectivamente, equivalente al 26%, mientras que en las zonas de intraplaca, la contribución de magma es del 12% o 4 km³/año (Figura 1).

Figura 1

Estimación de Plutón en los diferentes ambientes tectónicos



Fuente: Schmincke (2004).

Independientemente del ambiente tectónico, en la evolución de un sistema magmático se definen las siguientes etapas: generación del magma (fusión), segregación, ascenso y emplazamiento en la corteza como cámara magmática y, eventualmente, erupción (Burchardt, 2009; Petford et al., 2000).

- **Depósito aluvial**

La génesis de determinadas morfologías del terreno o de depósitos sedimentarios se atribuye a la gestión dinámica de flujos normales de agua. Bajo esta clasificación se incluyen la materia prima que constituyen laderas, terrazas fluviales y de quebradas, así como los conos aluviales. En numerosos casos, la representación cartográfica de estas unidades resulta compleja debido a las limitaciones inherentes a la escala de los mapas (INGEMMET y DGAR, 2021b).

Los depósitos asociados a terrazas fluviales suelen exhibir un grado variable de consolidación y se encuentran expuestos a procesos activos de erosión generados por la dinámica del cauce. Por su parte, los depósitos aluviales emergen ampliamente a lo largo de las laderas y están constituidos por combinaciones de bolones, gravas, arenas y limos, cuyos clastos presentan morfologías redondeadas a subredondeadas. Este grado de redondeamiento está directamente relacionado con la distancia y el tiempo de transporte al que fueron sometidos los fragmentos. En general, estas

acumulaciones aluviales presentan una baja cohesión. Debido a esta condición, la mayoría de los movimientos en masa se originan sobre este tipo de materiales (INGEMMET y DGAR, 2021b).

- **Acumulación de gravas, arenas, limos y arcillas**

La acumulación de gravas, arenas, limos y arcillas además de depender de las disposiciones del flujo, van a estar predispuestas en gran parte por como se caracterizan dichos sedimentos (INGEMMET y DGAR, 2021b), estas instituciones manifiestan que el peso, porosidad, tamaño y forma tienen gran importancia en referencia al tipo de estudio. Cabe destacar la importancia de estas características para determinar la vida en un embalse, pues estas ayudarán a conocer datos objetivos y precisos sobre el tema.

PENDIENTE

Según Alcántara (2010; 2011), se trata de la inclinación angular en la que un terreno expresa su forma sexagesimal, en cuanto a la regularidad agronómica para el empleo de terrenos se establecen cultivos en zonas con una elevación de 45 grados, a pesar de ello en serranías ese nivel es superado a partir de los 5° grados o mayor, pues las condiciones ameritan emplear cualquier terreno disponible para cultivos.

- **Clasificación de los Rangos de Pendiente**

Los rangos son tomados como reseña de lo establecido en el Reglamento de Clasificación de Tierras D.S. N° 017/2009-AG, en donde se han propuesto 7 rangos para pendientes 0-2% terreno plano, 2-8% leve inclinación, 8-15% semi inclinado, 15-30% terreno inclinado, 30-50% fuertes inclinaciones, 50% escarpado y 50-80% laderas montañas inclinadas (Alcántara, 2010 - 2011).

- **Fuertemente inclinado**

Se trata de áreas gravemente agraviadas con pendientes mayores al 45% y una repetición superior al 70% ya que en zonas de gran inclinación se observan alrededor de los 200 y 500 m de altura (Gasoducto sur peruano, 2013).

- **Moderadamente inclinado**

Se trata de zonas de altura variante, oscilando entre los 100 y 300m de altura, observadas con mayor frecuencia en zonas selváticas (Gasoducto sur peruano, 2013).

- **Inclinado**

La inclinación predominante oscila entre el 25% y 15%, se trata de colinas con una prolongación extensa, rocas blandas además de aplanamiento por escorrentías (Gasoducto sur peruano, 2013).

- **Ligeramente inclinado**

Su inclinación oscila entre el 4 y 8% donde se evidencian ligeras planicies, fondos, depósitos aluviales, fondos llanos y acciones erosivas (Gasoducto sur peruano, 2013).

- **Plano**

No se evidencia pendientes relevantes y sus acciones erosivas son agronómicamente invaluable para la agricultura (Gasoducto sur peruano, 2013).

COBERTURA

Se trata del material superficial que recibe alteraciones generalmente intencionales, además que sus características se pueden verificar por sondeos computarizados o visuales (Bokusheva et al., 2016).

- **Suelo desnudo**

Se debe a una vegetación existente menor al 20%, generalmente tiende a predominar zonas de conchales, áreas rocosas con variedad de tamaños o áreas sin ningún tipo de elemento. Estos suelos no erosionados están sin una clasificación evidente, pues la fotointerpretación de polígono permite conocer las características en la cobertura y los atributos que ofrece según la vida que en ellos habite (Padilla et al., 2009).

- **Pastizal**

Predominan arbustos dispersos, con una presencia de árboles escasa y abundantes pastos, estas son denominadas sabanas o praderas con un relieve semiplano, donde habita el ganado pues el pasto es su alimento, contiene un ecosistema variado por los diferentes cuerpos que desarrollan una vida en él (Padilla et al., 2009).

- **Cultivos**

Se encuentran cuando el suelo tiene las características óptimas para conservar y nutrir las especies necesarias o características de la región que las alberga (Marinho et al., 2007).

- **Urbano**

Se trata de ciudades cuyas características demuestran una estructura organizada para el desarrollo habitacional y la convivencia social con áreas idóneamente organizadas (Guimaraes-Silva, 2015).

- **Purma**

Es un proceso ecológico en el que un ecosistema se regenera, por lo que se conoce como rebrote de la vegetación, generalmente ocurre en cultivos abandonados o en bosques talados (Bastidas, 2009).

FISIOGRAFÍA

Describe características de relieve, geología o clima, permitiendo planificar su uso futuro (Serrato, 2009).

- **Clasificación fisiográfica del terreno**

Según Serrato (2009) el análisis fisiográfico, se da en base a las categorías en que describen el relieve conformando un paisaje o subpaisaje.

PRECIPITACIÓN

- **Clasificación climática**

El objetivo de una clasificación, cualquiera que sea, es definir términos de temperatura, humedad y sus distribuciones estacionales, los límites de diferentes tipos climáticos que se presentan en una zona determinada. Pudiéndose utilizar los principios de las clasificaciones climáticas de Köppen, Thornthwaite y Strahler (SENAMHI, 1988).

- **Climatología**

Estudia el clima y el tiempo, los fenómenos climáticos, clasificación de los climas y la interferencia de las acciones humanas en el clima mundial (SENAMHI, 1988).

Con el uso de la tecnología moderna, principalmente satélites, la climatología actual ha ido ofreciendo datos e información cada vez

más precisa sobre lluvias, sequías, tormentas, huracanes, heladas, etc. La climatología genera ahora con un alto grado de precisión información a medio y largo plazo, que antes era inexacta. Con los cambios climáticos que hemos visto en las últimas décadas, principalmente el calentamiento global, la climatología ha cobrado aún más importancia. Esta ciencia ofrece datos capaces de señalar el aumento o descenso de las temperaturas en nuestro planeta (SENAMHI, 2014).

- **Precipitaciones extremas**

Son un fenómeno que ocurre cuando cae mucha lluvia en un corto período de tiempo. Debido a los impactos del cambio climático, este evento ha aumentado considerablemente en el planeta. Las fuertes lluvias son responsables de aumentar el riesgo de inundaciones, deslizamientos de tierra y problemas eléctricos en los grandes centros urbanos (SENAMHI, 2014).

Para entender cómo funciona la identificación de estas precipitaciones, es necesario comprender el cálculo de la precipitación promedio en las regiones. Cada ciudad o estado tiene un promedio anual de precipitaciones que caen durante todo el año en ese territorio. El cálculo se realiza de la siguiente manera: cada milímetro de lluvia equivale a 1 litro (L) de agua en una superficie de un metro cuadrado (1 m^2) (SENAMHI, 1988).

2.2.2 RIESGO DE SUSCEPTIBILIDAD DE DESLIZAMIENTO DE TIERRAS

SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTO DE TIERRA

Está referida a la posibilidad espacial de que suceda un fenómeno en una determinada área que se viene estudiando (Guimaraes-Silva, 2015).

Es la probabilidad que ocurra un evento adverso en algún área, refiriendo como suceso adverso al deslizamiento de tierras. La susceptibilidad tiene dependencia de las peculiaridades del área que se estudia, asimismo difiere del riesgo, debido a la dependencia de las variables permanentes (materiales, topografía, etc.) del lugar, y en el caso

del riesgo posee una dependencia de las variables fluctuantes (detonantes) como es el caso de las lluvias (Zuquette, 1993).

Corominas (2014) considera evaluar la susceptibilidad al deslizamiento de tierras, empleando técnicas cuantitativas y cualitativas, como el caso de la probabilidad de que ocurra deslizamiento de tierras

VULNERABILIDAD

Su concepto en muchas ocasiones fue asociado al riesgo y la amenaza. Guimaraes-Silva (2015) aclara que había una variedad en la concepción de vulnerabilidad, ya luego de pasar el tiempo y los avances de las investigaciones respecto a la mitigación del riesgo fue tomando una conceptualización más clara.

Guimaraes-Silva (2015) presenta el concepto distintos recursos:

- Ecológico: Definido a través de las condiciones ecológicas y ambientales en el lugar amenazada.
- Económico: Definido por distintos indicadores económicos de desarrollo presentada en una determinada comunidad.
- Físico: Es la susceptibilidad presentada por los asentamientos humanos no adecuados en áreas amenazadas y con construcciones no adecuada para que dispersen las afectaciones de la amenaza.

RIESGO

Es la posibilidad de ocurrencia de pérdidas de tipo económico, ambiental y social, cuya valoración del riesgo puede ser normal o aceptable en base al sitio estudiado y en un determinado período temporal. Abarca como resultado de dicho riesgo a la relación existente de la amenaza con vulnerabilidad de los elementos que se exponen como son las personas, las viviendas, etc. (Zuquette, 1993).

Al evaluar el riesgo de un deslizamiento para un área u objeto, tiene que realizarse el cálculo iniciando un marco referencial de tiempo, donde se mide la frecuencia esperada de ocurrencia de un evento con intensidad superior en base a un valor mínimo que se establece. Los resultados deben expresarse en índices ponderados, rango relativo (bajos, moderados y altos) o clasificarla numéricamente, nominándolo a dicho método como Quantiative Risk Análisis (QRA) (Corominas, 2014).

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

El estimarla se basa mayormente a datos históricos de eventos que ocurrieron en varios lugares del mundo (Dai et al., 2002), a manera de ejemplo se tiene el reporte donde proporciona rangos y valores de vulnerabilidad de los seres humanos en espacios abiertos, en vehículos o en edificios a partir de datos históricos de sucesos de deslizamientos ocurridos en Hong-Kong (Finlay, 1996).

Al realizar una investigación a gran escala, la cual se cuantificó el riesgo a deslizamientos de tierras, en dichos estudios las consecuencias de las amenazas y las evaluaciones de la vulnerabilidad fueron limitadas (Corominas, 2014), razón por ello, no hay una técnica definida para obtener la vulnerabilidad bajo diferentes tipos de amenazas (Guimaraes-Silva, 2015).

PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA

Se originan por variados procesos hidrometeorológicos, químicos, geológicos y mecánicos llevados a cabo en la corteza terrestre. La meteorización, la precipitación pluvial, el sismo y demás eventos (incluyen a las actividades antrópicas) tienden a actuar sobre las laderas que lo desestabilizan y cambian su relieve hacia una condición (Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas, 2007).

- **Niveles de peligro**

En la Tabla 1, se muestra niveles con rangos que se obtienen por intermedio de emplear la técnica del Análisis Jerárquico.

Tabla 1

Niveles de peligro

Nivel	Rango
Muy Alto	$0.260 \leq P < 0.503$
Alto	$0.134 \leq P < 0.260$
Medio	$0.068 \leq P < 0.134$
Bajo	$0.035 \leq P < 0.068$

Fuente: CENEPRED (2014).

- **Niveles de vulnerabilidad**

Mediante un proceso jerárquico en la Tabla 2 se encuentra la vulnerabilidad en distintas etapas de riesgo.

Tabla 2
Niveles de Vulnerabilidad

Nivel	Rango
Muy alto	$0.260 \leq V < 0.503$
Alto	$0.134 \leq V < 0.260$
Medio	$0.068 \leq V < 0.134$
Bajo	$0.035 \leq V < 0.068$

Fuente: CENEPRED (2014).

- **Niveles de riesgo**

En cuanto a la Tabla 3, muestra evidencia del rango en que se mide el riesgo, según las características que presenta el evento.

Tabla 3
Niveles de riesgo

Nivel del Riesgo	Rango
Riesgo Muy alto	$0.068 \leq R < 0.253$
Riesgo Alto	$0.018 \leq R < 0.068$
Riesgo Medio	$0.005 \leq R < 0.018$
Riesgo Bajo	$0.001 \leq R < 0.005$

Fuente: CENEPRED (2014)

2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Actores locales:** Se trata de los habitantes de una localidad, quienes con un trabajo coordinado y una visión clara logran conseguir el desarrollo de su zona y avances en los distintos campos de la economía.
- **Análisis de la vulnerabilidad:** Es la verificación del daño que se puede generar por una prolongada o corta exposición, en la que se complementa con un mapa de análisis para indicar los factores vulnerados en un rango de alcance.
- **Análisis de riesgos:** Se trata de la identificación de los posibles peligros a los que se enfrenta una unidad de contingencia, permitiendo ejecutar un cálculo certero de los que se debe manejar respecto a la prioridad que representa.
- **Desastres:** Se trata de una serie de daños generados por alguna alteración de distintas índoles, cuyo nivel de alcance es más relevante que el grado de respuesta que tienen las unidades de contingencia,

impidiendo el curso rutinario de las actividades sociales, económicas, culturales o religiosas de una localidad.

- **Deslizamiento de tierras:** Es un movimiento muy grande de materia natural ocasionado por lluvias o movimientos telúricos, en los que se desplazan por pendientes escombros, rocas, lodo o tierra.
- **Mitigar:** Es la respuesta proactiva y preventiva que reduce las posibilidades de ocurrencia en algún evento desastroso que conlleve a estragos irreparables o que ameriten una ardua respuesta de reparación de daño.
- **Peligro:** Es la posibilidad de ocurrencia de tragedias, accidentes o agravantes que ponen en riesgo la seguridad de personas, poblaciones, objetos estructuras u otro elemento que se considere irreparable o de una difícil reparación.
- **Prevención:** Se trata de acciones guiadas a evitar que algún episodio ocurra o disminuir el daño en caso de que no se pueda evitar su ocurrencia, las acciones de prevención permiten asegurar que una población o personas se encuentren a salvo de daños o lesiones.
- **Resiliencia:** Se trata de un proceso de regeneración donde a causa de los daños nace una fortaleza de asimilar y triunfar ante el agravamiento, consiste principalmente en la disposición de lograrlo aprendiendo de los agravios para conseguir mejoras futuras.
- **Riesgo:** Es la posibilidad de sufrir un daño suceso que afecte la estabilidad, tranquilidad, salud o paz de algún individuo o población, a causa de situaciones naturales o generadas.
- **Susceptibilidad:** Es la fragilidad que tiene un área de sufrir algún agravio, ya sea por un suceso tangible o no tangible.
- **Vulnerabilidad:** Es la fragilidad que tiene un elemento, persona, población zona u otra característica agravante de sufrir algún daño por estar expuesta o desprotegida ante algún peligro.

2.4 HIPÓTESIS

2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL

H_g: La estimación del nivel de riesgo de susceptibilidad de deslizamiento de tierras en el caserío Matapalo-Distrito de Monzón, es alta.

H₀: La estimación del nivel de riesgo de susceptibilidad de deslizamiento de tierras en el caserío Matapalo-Distrito de Monzón, no es alta.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

H_{E1}: Mediante los parámetros de geología, pendiente, cobertura, fisiografía y precipitación se puede identificar el peligro de desplazamiento de tierras ya que estos si influye significativamente en el riesgo de susceptibilidad en el caserío Matapalo – Distrito Monzón.

H_{E2}: Mediante los indicadores sociales, económicos y ambientales se puede verificar los riesgos de vulnerabilidad en el caserío Matapalo – Distrito Monzón.

H_{E3}: Se podrán proponer medidas estructurales y no estructurales para mitigar el riesgo por deslizamiento en el caserío Matapalo – Distrito Monzón.

2.5 VARIABLES

VARIABLE 1

Deslizamiento de tierras

VARIABLE 2

Riesgo de susceptibilidad

2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 4

Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Variable 1: Deslizamiento de tierras	Geología	Plutón Cachicoto. Depósito aluvial. Acumulación de gravas, arenas, limos y arcillas.	Instrumentos documentales y mecánicos
	Pendiente	Moderadamente inclinado Fuertemente inclinado Inclinado Ligeramente inclinado Plano	
	Cobertura	Suelo desnudo Pastizal Cultivos Urbano Purma	
	Fisiografía	Colina baja moderadamente disectada Colina baja ligeramente disectada Lomadas Terraza baja no inundables Terraza baja inundable	
	Precipitación	Umbral de precipitaciones	
Variable 2: Riesgo de susceptibilidad	Vulnerabilidad	Social Económica Ambiental	Cuestionario

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según Carrasco (2019), la investigación tipo básica a la que se sometió el estudio, es aquella que no busca aplicar inmediatamente un tratamiento o solución; Ya que, su necesidad principal está basada en formular nuevos conocimientos y expandir los ya existentes mediante la profundización de su estudio, generando un “caudal” de conocimientos con una variedad dirigida a cada contexto aplicado.

Ante lo manifestado la presente investigación tuvo como finalidad generar conocimientos que sean útiles para el caserío Matapalo en el distrito del Monzón, sin tener un fin lucrativo, pero si con una ayuda informativa y/o preventivo referente al riesgo de susceptibilidad de deslizamiento de tierras del caserío en mención.

3.1.1 ENFOQUE

El estudio pertenece al enfoque mixto, porque se utilizó, la recolección de datos para presentar los resultados cuantitativos porque la base de su aplicación o recolección se trató de un análisis numérico-estadístico, enfocado en encontrar un patrón conductual que probase las teorías planteadas, así como también se utilizaron con fines cualitativos mediante la encuesta realiza en el lugar de estudio con la finalidad de describir las características de la cuenca (Hernández et al., 2014).

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

Según Hernández et al. (2014), el nivel derivado para el estudio fue descriptivo, por su imperante objetivo de exponer específicamente el entorno, suceso y eventos mediante características de gran relevancia, en este caso los fenómenos provocados por las precipitaciones anómalos.

3.1.3. DISEÑO

Según Hernández et al. (2014) el estudio pertenece a un diseño no experimental transaccional descriptivo, ya que se ha tomado la recolección de datos en un único momento y se ha descrito los acontecimientos.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población fue constituida por la cuenca Matapalo (quebrada Matapalo), perteneciente al caserío Matapalo, Centro Poblado Cachicoto.

Se tomó como muestra las áreas de influencia como deslizamiento de tierras, viviendas afectadas, vías y estructuras afectadas (carreteras y puentes), de dicha cuenca.

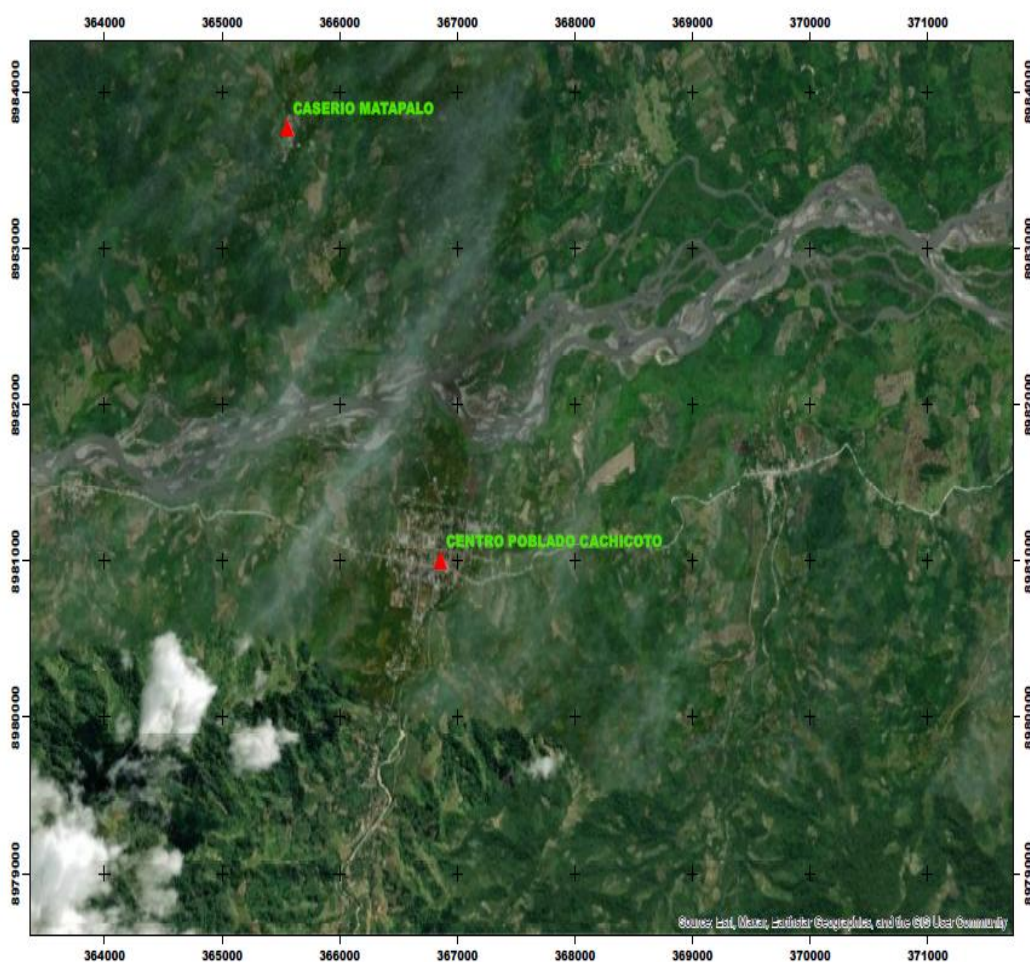
3.2.1. UBICACIÓN DE LA POBLACIÓN EN ESPACIO Y TIEMPO

a) Ubicación en espacio

La investigación se desarrolló en la cuenca Matapalo (quebrada Matapalo) del centro poblado Cachicoto, perteneciente al distrito Monzón, provincia de Huamálés, región de Huánuco (Figura 2).

Figura 2

Ubicación del caserío Matapalo



Fuente: Imagen satelital, Google Earth (2024).

- **Clasificación fisiográfica del terreno:** El análisis fisiográfico de la zona de estudio estableció las características y categorías con

relación directa a las imágenes obtenidas, por medio de una jerarquización según el detalle y características requeridas, tratándose de:

- Colina baja moderadamente disectada
 - Colina baja ligeramente disectada
 - Lomadas
 - Terraza baja no inundables
 - Terraza baja inundable
- **Clasificación climática:** De acuerdo con el mapa para la clasificación climática del Perú a través del SENAMHI, se usó el sistema de clasificación de climas de Warren Thornthwaite, en la cual el caserío de Matapalo presenta un clima semifrío, con presencia de lluvias en el invierno y el otoño se caracteriza por ser seco, posee la humedad relativa categorizada como B (o, i) B3 H3 (SENAMHI, 1988).
 - **Climatología:** Según el mapa ecológico del Perú, el caserío de Matapalo se localiza dentro de la zona de vida bosque pluvial montano bajo tropical (bp-MBT), siendo característica principal de esta zona de vida que presentan valores de una biotemperatura promedio anual desde los 12 °C hasta los 17 °C, con promedio máximo de precipitaciones por año varían entre 4,000 mm y 5,000 mm (SENAMHI, 2014).
 - **Precipitaciones extremas:** La temperatura de la zona de estudio el periodo de lluvia se registra entre los meses de noviembre hasta abril, en dicho periodo indicado, las precipitaciones pluviales se caracterizan por ser frecuente, intensa y torrencial en especial en tiempos en donde el fenómeno de El Niño se encuentra manifiesto. Para el caso de los demás meses comprendida entre mayo hasta setiembre, es considerada como la estación seca o verano por escasa o nula precipitación pluvial (Municipalidad Distrital de Monzón [MDM], 2020).

b) Ubicación en el tiempo

El estudio fue desarrollado en los meses lluviosos, para su recolección de datos como imágenes de ocurrencia, en los meses de febrero, marzo, abril y mayo del año 2024.

- **Identificación del área de influencia:** Comprendió el informe de evaluación de riesgo ante las lluvias intensas de la zona de estudio.
- **Identificación de proyecto:** Se considero la información que se generó al recopilar las informaciones en el gabinete previamente a la visita en campo. En el caso del trabajo a realizar en el campo se contrastó dicha información y se validó la información recopilada. En ese sentido, en base al registro histórico de emergencias registradas en el periodo 2018 – 2022 del Centro Nacional de Operaciones de Emergencia del INDECI pudo señalar que el distrito de Monzón ha sido víctima de precipitaciones pluviales a causa de las intensas lluvias a las que ha sido sometido durante los últimos años.
- **Parámetro de evaluación:** Para obtener los pesos ponderados en los parámetros a evaluar se utilizó la metodología el análisis jerárquico, es decir, de acuerdo con lo establecido en la identificación de los riesgos.
- **Susceptibilidad del terreno:** La metodología empleada para evaluar el peligro, como el análisis de la vulnerabilidad, que es el proceso del análisis jerárquico que se menciona en la versión del Manual para la Evaluación de Riesgo Originales por Fenómenos Naturales (CENEPRED, 2014).

3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

METODOLOGÍA PARA DETERMINAR EL PELIGRO

Para identificar el peligro se consideraron los vectores:

- a) **Factor condicionante:** Se desarrolló un análisis basado en la jerarquización de:
 - **Cubertura:** Para identificar la vegetación se utilizó la herramienta de imágenes satelitales de libre acceso, clasificando en áreas con y sin cobertura.

- **Fisiografía:** Se empleó un mapa geomorfológico que ayudó a confirmar formas superficiales en el área, según datos del INGEMENT.
 - **Geología:** Identificar la geología característica del área fue gracias a datos del INGEMENT y levantamientos geológicos de Huánuco.
 - **Pendiente:** Se empleo un estudio basado en la CUMS determinado en el manual operativo del INGEMENT.
- b) Factor desencadenante:** El análisis jerárquico ayudó a encontrar la:
- **Precipitación:** Donde fue considerado el umbral de precipitación previamente registrado para determinar qué tan influyente es en la ocurrencia de deslizamientos.

METODOLOGÍA PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD

El análisis de vulnerabilidad se evaluó mediante:

- a) La exposición:** Se tomaron en cuenta factores sociales, ambientales y económicos.
- b) La fragilidad:** Se detallaron las características sociales según las zonas de peligro.
- c) La resiliencia:** Se determinó la capacidad regenerativa ante los riesgos mediante antecedentes trágicos. Estos atributos se desarrollaron mediante las encuestas a la población de estudio, sin embargo, se complementó con información de imágenes satelitales y datos históricos.

METODOLOGÍA PARA ESTIMAR EL RIESGO

Para estimar el riesgo de deslizamientos de tierras en el caserío Matapalo, se incorporaron los resultados de peligro y vulnerabilidad.

La combinación de datos en los análisis de peligro y vulnerabilidad permitió formar una matriz de riesgo. La combinación desarrolló cuantificar el nivel de estimación de riesgo condiciones de probabilidad e impacto.

RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

- a) **Revisión de datos.** Los datos obtenidos de diferentes alcances (encuestas, imágenes satelitales, mapas geológicos, registros meteorológicos e información histórica) fueron revisados y tabulados para el desarrollo del estudio.
- b) **Selección de datos.** Primero se realizó un filtro mesuradamente estricto, en algunos casos eliminando datos inconsistentes para el desarrollo del estudio.
- c) **Tabulación de los datos.** Los datos pasaron a ser realizados en un proceso de tabulación. Para el análisis respectivo y la obtención de resultados según los objetivos planteados en tablas y figuras.

GEORREFERENCIACIÓN

- a) **Integración en SIG:** Fue una herramienta que permitió facilitar la visualización del área en general del estudio, con la finalidad de ser aporte para los resultados.
- b) **Mapeo de factores:** Fue representar toda la información seleccionada (relevante) mediante el formato de imágenes (mapas) para su mayor comprensión al lector.

MODELADO DE DATOS

Modelos predictivos: permitió desarrollar y predecir con condiciones de probabilidad los factores desencadenantes y condicionantes.

ANÁLISIS DEL PELIGRO

- a) **Evaluación de factores condicionantes:** Mediante la consideración de características geológicas, pendiente, cobertura y fisiografía del terreno.
- b) **Evaluación de factores desencadenantes:** La influencia de deslizamientos fue evaluada por datos previos para caracterizar la potencia y la frecuencia.

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

- a) **Exposición:** Mediante la verificación del tipo de terreno y el uso dado se determinaron zonas expuestas.
- b) **Fragilidad:** Mediante las condiciones sociales, estructurales y económicas se determinó la capacidad de afrontamiento.

- c) **Resiliencia:** Por medio de las consideraciones previas y los antecedentes de recuperación se encontró el grado de resiliencia de la población estudiada.

ASOCIACIÓN Y CÁLCULO DEL RIESGO

- a) **Matriz de riesgo:** Se combinaron los datos de matriz de peligro y vulnerabilidad. Finalmente calculando el nivel de riesgo del área de estudio.
- b) **Mapas de riesgo:** Mediante la demarcación visual de áreas en riesgo fue fácil identificar espacios prioritarios cuando ocurren eventos atmosféricos para evitar incidentes por deslizamientos.

3.5 TECNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se utilizó los instrumentos documentales y mecánicos, en los documentales tuvimos el cuestionario y en los mecánicos tuvimos los equipos de uso físicos.

- Planos catastrales, mapas topográficos del caserío de Matapalo proporcionado por la municipalidad distrital, INGEMMET y otras instituciones.
- Datos Meteorológicos, registros del umbral de precipitación de la zona de estudio – Monzón.
- Instrumentos para utilizar la herramienta de sistema de información geográfica (SIG), se utilizó el software de ArcGIS.
- Materiales e instrumentos para recolección de datos del campo. sistema de posicionamiento global (GPS), cámaras fotográficas y otros.
- Instrumentos de recolección de datos. Cuestionarios estructurados específicamente para el estudio del caserío Matapalo.

3.4. TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

Para la tabulación de datos se utilizó el MS-Excel versión 2016, para la estadística descriptiva se utilizó el programa estadístico SPSS versión 27.

Para el procesamiento de imágenes se utilizó el programa HSoft, luego para su representación de resultados se desarrolló con programa AutoCAD 2015, finalmente para las presentaciones de mapas se utilizó el programa ArcMap 10.3.1.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

El presente ítem se manifiesta en base a los objetivos del estudio que son los siguientes:

4.1. RESULTADOS DESCRIPTIVOS

4.1.1 IDENTIFICAR Y VERIFICAR COMO INFLUYEN EN EL PELIGRO DE DESLIZAMIENTO DE TIERRAS, LOS PARÁMETROS DE GEOLOGÍA, PENDIENTE, COBERTURA, FISIOGRAFÍA Y PRECIPITACIÓN

Tabla 5

Vector de priorización según factores condicionantes

Factores condicionantes	Vector de priorización %
Geología	59.20
Pendiente	26.20
Cobertura	10.07
Fisiografía	4.53

Nota. La Tabla muestra reporte recopilado de los antecedentes y consolidado con la información actual.

INTERPRETACIÓN.

En la Tabla 5 los factores condicionantes en el caserío Matapalo reflejan que la geología (59.20%) es el factor condicionante significativo, destacando la influencia de las propiedades litológicas, el fracturamiento y la meteorización en la estabilidad del suelo. La pendiente (26.20%) segundo factor influyente, que la inclinación favorece la inestabilidad. La cobertura (10.07%) rol moderador, protegiendo al terreno de la erosión. Finalmente, la fisiografía (4.53%) con menor impacto.

Tabla 6

Vector de priorización según factores desencadenantes (lluvias)

Factor desencadenante	Vector de priorización %
60-80% superior a su normal climático (S60)	47.56
40-60% superior a su normal climático (S40)	26.02
30-40% superior a su normal climático (S30)	14.37
25-30% superior a su normal climático (S25)	7.84
20-25% superior a su normal climático (S20)	4.21

INTERPRETACIÓN.

En la Tabla 6 los factores desencadenantes indican que los niveles de precipitación superiores al 60-80% de su normal climático (S60, 47.56%) son el principal desencadenante de deslizamientos, reflejando que el exceso de humedad en el terreno aumenta considerablemente la inestabilidad. El rango de 40-60% (S40, 26.02%) también tiene un impacto significativo, aunque menor, al intensificar procesos de infiltración y saturación. En tanto, valores de precipitación entre 30-40% (S30, 14.37%), 25-30% (S25, 7.84%) y 20-25% (S20, 4.21%) tienen una influencia decreciente, siendo menos críticos en términos de riesgo.

Tabla 7

Vector de priorización del parámetro de evaluación (periodo de retorno de lluvias)

Parámetro de evaluación	Vector de priorización %
5 años	50.28
10 años	26.02
25 años	13.44
50 años	6.78
100 años	3.48

INTERPRETACIÓN.

En la Tabla 7, se muestra el vector de priorización de los eventos (lluvia) en periodo de tiempo (años), encontrando que el mayor vector de priorización se visualiza el tiempo de 5 años, habiendo una reducción aproximadamente a la mitad a los 10 años con un vector de 26%, conllevando a verificar que de manera preponderante se visualiza una reducción de la mitad según aumenta los años que va bajo esto orden 25 años > 50 años > 100 años.

Tabla 8

Comprobación de relación de consistencia (RC) e índice aleatoriedad (IA) según el número de niveles empleados por parámetros

Parámetro de evaluación	Índice aleatorio IA	Índice de consistencia IC %	Relación de consistencia RC %	RC<10%
Factores condicionantes	0.882	3.30	3.80	Si
Factores desencadenantes	1.115	6.60	5.90	Si
Tiempo de retorno (años)	1.115	6.10	5.40	Si

INTERPRETACIÓN.

En la Tabla 8 el análisis de la RC demuestra los valores calculados para los factores condicionantes, los factores desencadenantes y el tiempo de retorno se encuentran dentro del rango aceptable (<10%). Descriptivamente, esto permite desarrollar cada criterio con coherentes y confiabilidad. También permite desarrollar la validez del modelo de priorización, ya que refleja una adecuada correlación entre los factores analizados, garantizando que las decisiones basadas en ellos son metodológicamente sólidas.

➤ FACTORES CONDICIONANTES

Tabla 9

Vector de priorización por niveles de descriptores de los factores condicionantes

Factores condicionantes	Descriptores	Símbolo	Vector de priorización %
Geología	Plutón Cachicoto	C-ca	53.90
	Depósito aluvial	Qh-al	29.73
	Acumulaciones de gravas, arenas, limos y arcillas	Q-fl	16.38
Pendiente	Moderadamente inclinado	15-30%	50.28
	Fuertemente inclinado	10-15%	26.02
	Inclinado	5-10%	13.44
	Ligeramente inclinado	2-5%	6.78
	Plano	0-0.2%	3.48
Cobertura	Suelo desnudo	Ds	47.43
	Pastizal	Pz	27.14
	Cultivos	Cu	14.20
	Urbano	Ub	7.06
	Purma	Pu	4.18
Fisiografía	Colina baja moderadamente disectada	Cbmd	50.28
	Colina baja ligeramente disectada	Cbld	26.02
	Lomadas	Lo	13.44
	Terraza baja no inundable	Tbnind	6.78
	Terraza baja inundable	Tbind	3.48

INTERPRETACIÓN

La Tabla 9, presenta la descripción de los factores condicionantes según los vectores de priorización por niveles de descriptores de los factores condicionantes en base a los parámetros de geología, pendiente, cobertura, y fisiografía encontrando una diversidad de descriptores.

➤ VALOR DEL FACTOR CONDICIONANTE Y DESENCADENANTE DEL DESLIZAMIENTO

Tabla 10

Valor de factor condicionante, desencadenante y susceptibilidad del deslizamiento

Valor			
Nivel	Factores condicionantes	Factor desencadenante	Susceptibilidad
Primer	36.49	14.27	50.76
Segundo	19.83	14.27	34.1
Tercero	20.74	14.27	35
Cuarto	1.96	14.27	16.22
Quinto	1.04	14.27	15.31

INTERPRETACIÓN

Se demuestra presencia de eventos de los factores y la susceptibilidad de ocurrencia de los eventos. En el primer evento el factor condicionante presenta con 36.49% de ocurrencia de deslizamiento de tierras y el factor desencadenante es homogéneo (presencia de lluvias) y la susceptibilidad del primer evento con 50.76% de deslizamiento de tierras.

➤ NIVELES DE PELIGRO

Tabla 11

Nivel de la peligrosidad por deslizamiento

Nivel de peligro	Rango		
Peligro muy alto	0.357	$\leq P \leq$	0.507
Peligro alto	0.365	$\leq P <$	0.357
Peligro medio	0.196	$\leq P <$	0.365
Peligro bajo	0.188	$\leq P <$	0.196

INTERPRETACIÓN

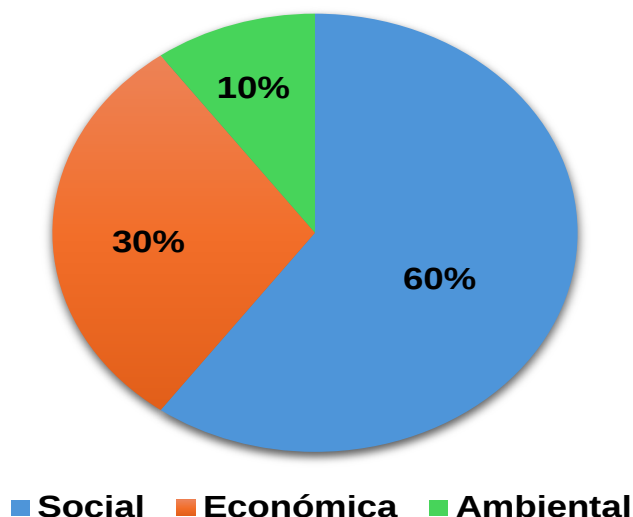
Se demuestra la cuenca Matapalo, sin embargo, el área urbana se encuentra en los niveles peligro medio entre los rangos ($0.196 \leq P < 0.365$) y peligro muy alto entre los rangos ($0.357 \leq P \leq 0.507$), mejor detalle se observa en los anexos (MAPA DE PELIGRO SUSCEPTIBILIDAD DE DESLIZAMIENTO DE TIERRAS).

4.1.2 EVALUAR LAS CONDICIONES DE VULNERABILIDAD DEL CASERÍO MATAPALO

Considerando la factorización ambiental, social y económica se verificó la vulnerabilidad.

Figura 3

Ponderación de las dimensiones de condición vulnerable del caserío Matapalo



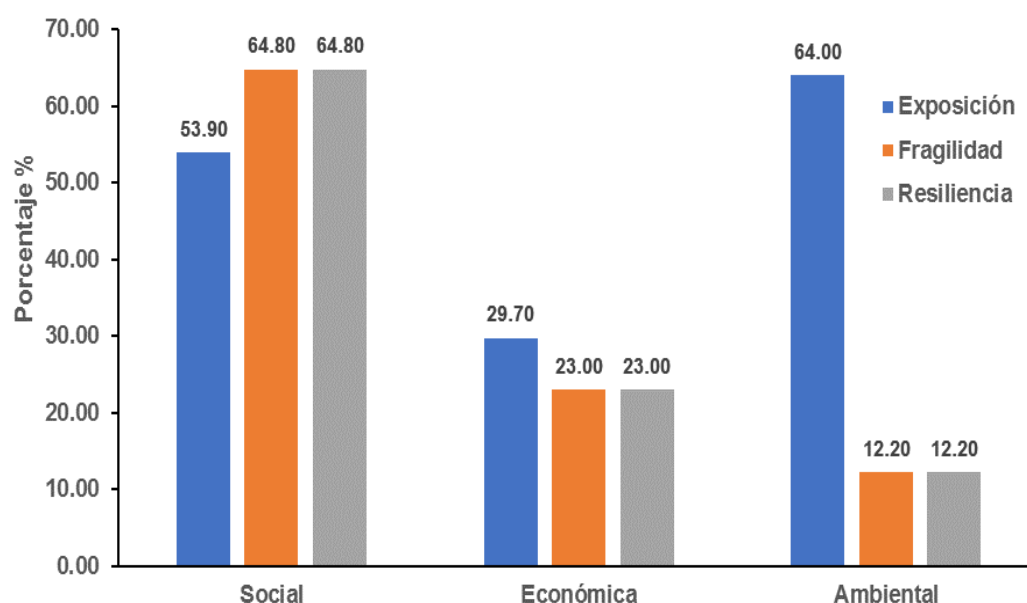
INTERPRETACIÓN

En la Figura 3, se detalla las tres dimensiones de mayor amplitud del estudio en relevancia sobre la vulnerabilidad; se observa que, la dimensión social (60%) es el componente más relevante en las condiciones de vulnerabilidad frente a deslizamientos de tierras, indicando que factores como densidad poblacional, acceso a recursos y capacidad de respuesta comunitaria son críticos alcanzando un porcentaje mayor al 50% de la población de dicho caserío. La dimensión económica (30%) también es significativa, reflejando la influencia de la infraestructura (viviendas con materiales de la zona) y los medios de vida en la exposición al riesgo (no muestran defensa en deslizamiento de tierras). La dimensión ambiental (10%) tiene menor peso, sugiriendo un enfoque más complementario.

➤ FACTORES Y PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD HUMANA

Figura 4

Vector de priorización de los factores exposición, fragilidad y resiliencia por nivel de dimensiones del caserío



INTERPRETACIÓN

Según la Figura 4, la dimensión social con tres factores de exposición (53.90%), fragilidad (64.80) y exposición (64.80) es el componente más relevante en las condiciones de vulnerabilidad frente a deslizamientos de tierras, pero la mayor predominancia se encuentra en los vectores de fragilidad con 64.8% (respuesta al estado fisiológico del hombre) considerando el grupo etéreo; dentro de ello, el nivel de priorización a la fragilidad es de 0 a 5 años y mayor a 65 años en condiciones de eventos de deslizamiento de tierras; sin embargo la otra condición es tipo de discapacidad, en ello predomina la discapacidad mental o intelectual en condiciones de eventos de deslizamiento de tierras. Resiliencia (capacidad de afrontar un evento adverso) con 64.8%.

La dimensión económica también es significativa, reflejando la influencia de la infraestructura y los medios de vida en la exposición al riesgo, de los tres vectores de priorización la exposición (29.70%) es más crítico (Cercanía de la vivienda a la zona de peligro). La dimensión ambiental el vector con mayor priorización es la exposición con 64%.

Tabla 12

Vector de priorización de los parámetros de evaluación de estudio según factor en la dimensión del territorio

Factores	Parámetros	Vector de priorización %
Exposición social	Número de personas a nivel de lote	100.00
Fragilidad social	Grupo étnico	72.00
	Tipo de discapacidad	28.00
Resiliencia social	Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad	53.90
	Capacitación en temas de Gestión de Riesgos por parte de sus autoridades	29.70
	Interés de participar en campañas de prevención del riesgo	16.40
Exposición económica	Cercanía de la vivienda a la zona de peligro	100
Fragilidad económica	Material predominante - pared	53.90
	Material predominante - techo	29.70
	Estado de conservación de la vivienda	16.40
Resiliencia económica	Ocupación principal (jefe de hogar)	53.90
	Ingreso familiar promedio mensual	29.70
	Organización comunitaria	16.40
Exposición ambiental	Ubicación de botadero de basura	100.00
Fragilidad ambiental	Manejo y disposición de residuos sólidos	100.00
Resiliencia ambiental	Conocimiento de reciclaje	100.00

INTERPRETACIÓN.

La Tabla 12, muestra la descripción de las dimensiones social, económico, ambiental y factores exposición, fragilidad y resiliencia con parámetros de cada uno, finalmente el resultado de vector de priorización.

➤ **ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN, FRAGILIDAD Y RESILIENCIA**

En la siguiente página se verifica a detalle mediante figuras los resultados de la encuesta realizada del análisis de descriptores (Figura 5, 6 y 7).

Figura 5

Análisis de los descriptores evaluados según los factores de exposición, fragilidad y resiliencia (social) del territorio

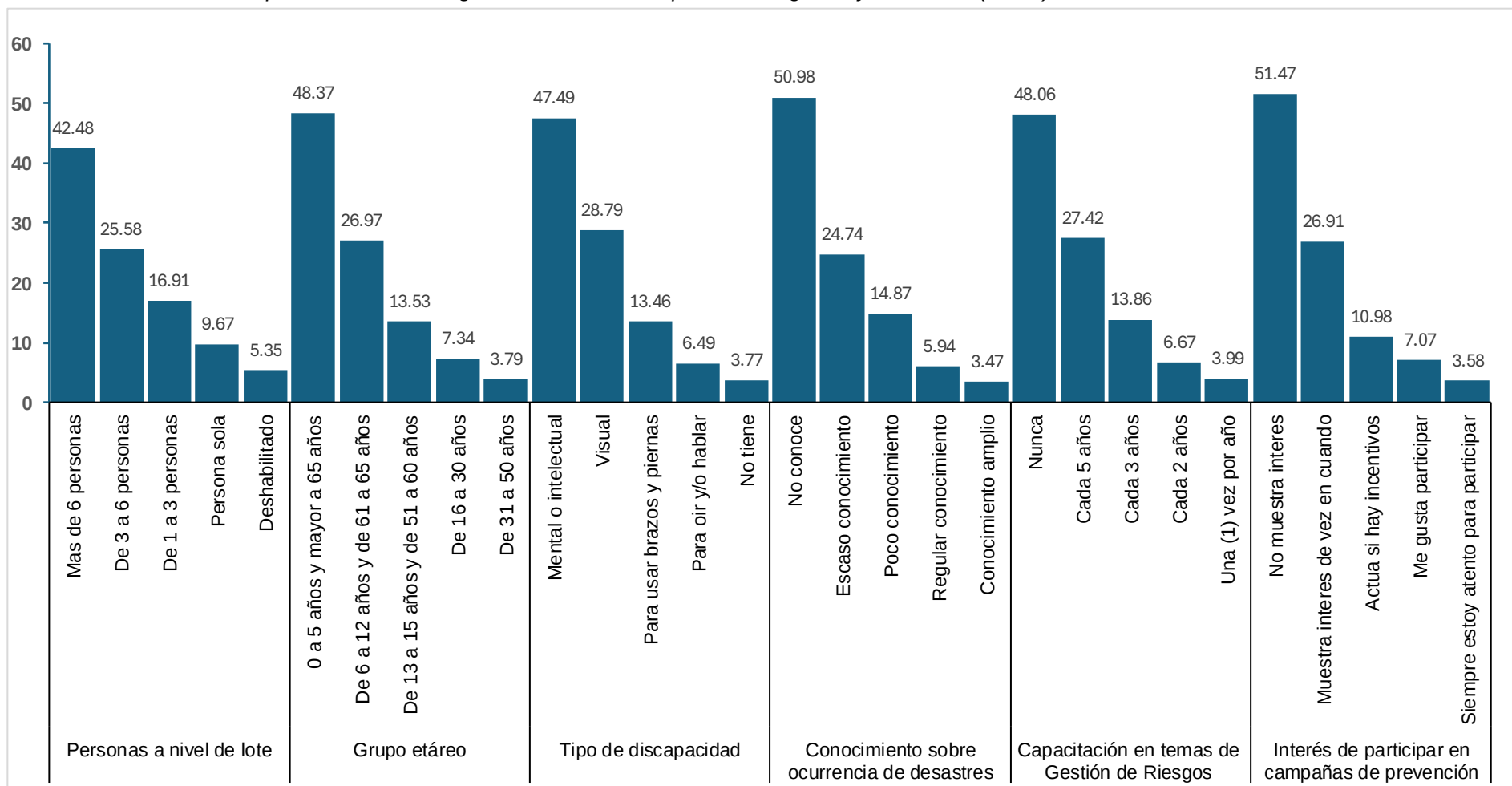


Figura 6

Análisis de los descriptores evaluados según los factores de exposición, fragilidad y resiliencia (económico) del territorio

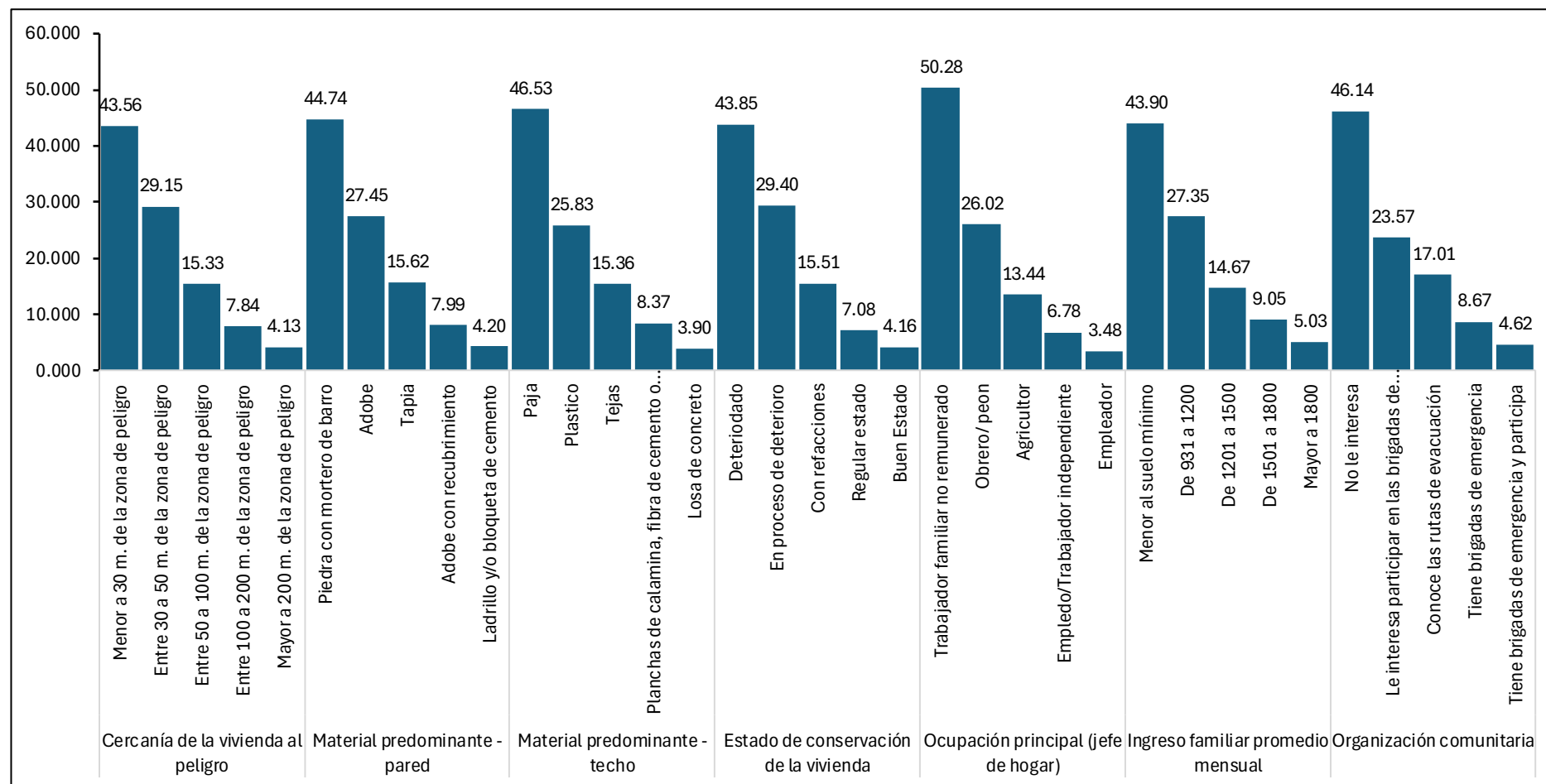
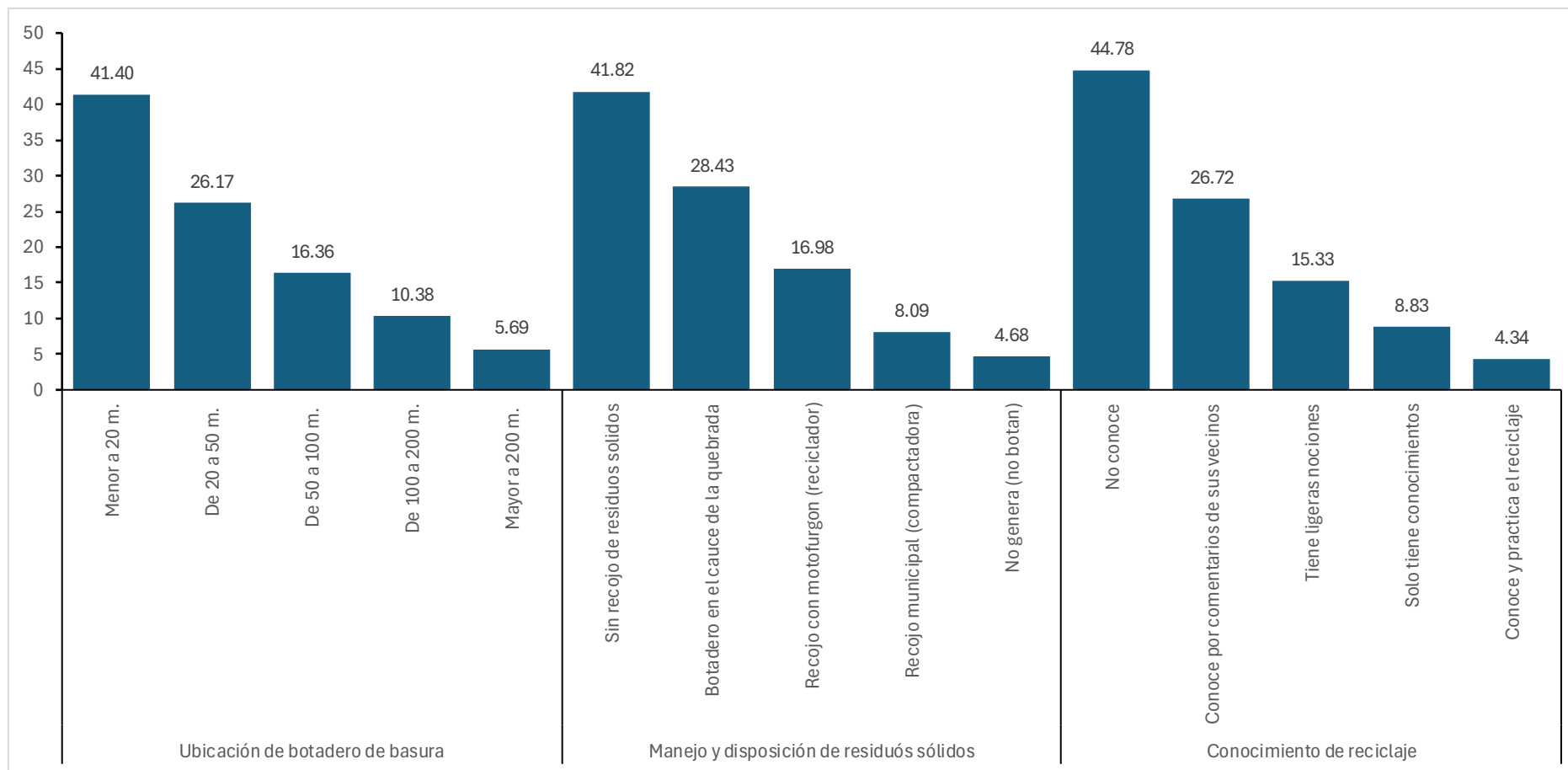


Figura 7

Análisis de los descriptores evaluados según los factores de exposición, fragilidad y resiliencia (ambiental) del territorio



INTERPRETACIÓN

En la Figura 5, 6 y 7, se encuentra un análisis descriptivo de los elementos evaluados, considerando: datos de las encuestas a detalle, considerando exposición, fragilidad y resiliencia dentro de los factores sociales, económicos y ambientales del caserío Matapalo.

Tabla 13

Comprobación de relación de consistencia (RC) e índice aleatoriedad (IA) según el número de niveles empleados por factores

Factores	Índice aleatorio (IA)	Índice de consistencia (IC)	Relación de consistencia (RC %)	RC<10%
Social	0.525	0.005	0.9	Si
Económico	0.525	0.002	0.4	Si
Ambiental	0.525	0.002	0.4	Si

INTERPRETACIÓN

La RC demuestra los valores calculados para las dimensiones se encuentran dentro del rango aceptable (<10%). Descriptivamente, esto permite desarrollar cada criterio con coherentes y confiabilidad. También permite desarrollar la validez del modelo de priorización, ya que refleja una adecuada correlación entre las dimensiones analizadas, garantizando que las decisiones basadas en ellos son metodológicamente sólidas.

Tabla 14

Comprobación de la relación de consistencia RC e índice aleatoriedad IA según el número de niveles empleados por descriptores

Descriptores	Índice aleatorio (IA)	Índice de consistencia (IC)	Relación de consistencia (RC)	RC<10%
Número de personas	1.115	0.074	0.066	Si
Grupo étnico	1.115	0.049	0.044	Si
Tipo de discapacidad	1.115	0.045	0.029	Si
Conocimiento de desastres	1.115	0.038	0.034	Si
Capacitación en Gestión de Riesgos	1.115	0.027	0.024	Si
Interés en campañas de prevención	1.115	0.007	0.004	Si
Cercanía de la vivienda al peligro	1.115	0.105	0.094	Si

Material predominante – pared	1.115	0.102	0.092	Si
Material predominante – techo	1.115	0.103	0.066	Si
Estado de conservación de la vivienda	1.115	0.1	0.089	Si
Ocupación principal (jefe de hogar)	1.115	0.061	0.054	Si
Ingreso familiar promedio mensual	1.115	0.063	0.04	Si
Organización comunitaria	1.115	0.059	0.053	Si
Ubicación de botadero de basura	1.115	0.07	0.063	Si
Manejo y disposición de residuos sólidos	1.115	0.11	0.098	Si
Conocimiento de reciclaje	1.115	0.029	0.026	Si

INTERPRETACIÓN.

En la Tabla 14 el análisis de la (RC) muestra que los valores calculados para los factores considerados en las tres dimensiones se encuentran dentro del rango aceptable (<10%). Descriptivamente, esto permite desarrollar cada criterio con coherentes y confiabilidad. También permite desarrollar la validez del modelo de priorización, ya que refleja una adecuada correlación entre los factores analizados, garantizando que las decisiones basadas en ellos son metodológicamente sólidas.

➤ VALOR DE LOS FACTORES EN LAS DIMENSIONES SOCIAL, ECONÓMICA Y AMBIENTAL

Tabla 15

Valor de las dimensiones según los niveles de evaluación

Nivel	Valores de las dimensiones		
	Dimensión Social	Dimensión Económica	Dimensión Ambiental
Primer	0.536	0.444	0.419
Segundo	0.302	0.283	0.268
Tercero	0.178	0.153	0.164
Cuarto	0.093	0.079	0.097
Quinto	0.052	0.041	0.053

INTERPRETACIÓN

Tabla 15 muestra la presencia de eventos de las dimensiones en la ocurrencia de los eventos. En el primer evento de las tres dimensiones son relevantes social (0.536%), económico (0.444%) y ambiental (0.419%). De los tres la mayor presencia muestra la dimensión social.

➤ NIVELES DE VULNERABILIDAD

Tabla 16

Nivel de las condiciones de vulnerabilidad

Nivel de vulnerabilidad	Rangos			
Vulnerabilidad Muy Alta	0.293	$\leq v$	$<$	0.497
Vulnerabilidad Alta	0.169	$\leq v$	$<$	0.293
Vulnerabilidad Media	0.089	$\leq v$	$<$	0.169
Vulnerabilidad Baja	0.049	$\leq v$	$<$	0.089

INTERPRETACIÓN.

En la Tabla 16, se observa que en el área urbana se encuentra en los niveles de vulnerabilidad media entre los rangos ($0.089 \leq V < 0.169$), vulnerabilidad alta entre los rangos ($0.169 \leq V < 0.293$) y vulnerabilidad muy alto entre los rangos ($0.293 \leq V < 0.497$), mejor detalle se observa en los anexos (Mapa de vulnerabilidad deslizamiento de tierras).

➤ EVALUACIÓN DEL RIESGO

Tabla 17

Nivel de riesgo de deslizamiento

Nivel del Riesgo	Rango		
Riesgo Muy alto	0.105	$\leq R <$	0.252
Riesgo Alto	0.062	$\leq R <$	0.105
Riesgo Medio	0.017	$\leq R <$	0.062
Riesgo Bajo	0.001	$\leq R <$	0.017

INTERPRETACIÓN

En la Tabla 17, se observa los resultados de la cuenca Matapalo, sin embargo, el área urbana se encuentra en los niveles de riesgo medio entre los rangos ($0.017 \leq R < 0.062$), riesgo alto entre los rangos ($0.062 \leq R < 0.105$) y riesgo muy alto entre los rangos ($0.105 \leq R < 0.252$), mejor detalle se observa en los anexos (mapa de riesgo deslizamiento de tierras).

4.1.3 PROPONER MEDIDAS ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES, PARA MITIGAR EL RIESGO DE DESLIZAMIENTO EN EL CASERÍO MATAPALO

➤ MEDIDAS ESTRUCTURALES

Las medidas preventivas del caserío Matapalo se dividen en uso público y privado:

- **Bienes de uso publico**

- **Centro educativo:** Muro de contención.
- **Carreteras:** Taludes con refuerzo de muro en la base.

- **Bienes de uso privado**

- **Viviendas**

Muro de contención en la parte baja de la zona urbana.

Muro de protección en la parte alta de la zona urbana.

- **Caminos:** Taludes con refuerzo de muro en la base.

➤ MEDIDAS NO ESTRUCTURALES

Tabla 18

Medidas de mitigación

Medidas pasivas de mitigación	Medidas activas de mitigación
Las autoridades previenen acciones indeseables mediante controles.	Las autoridades promueven acciones deseables mediante incentivos.
• Requisitos que se amolden a los códigos de diseño.	• Planificación del control de distribución.
• Verificación del cumplimiento de los controles en el lugar mismo.	• Capacitación y educación.
• Imposición de procesos, multas, petición de término para los ofensores.	• Ayuda económica (subvenciones y préstamo preferencial).
• Control del uso de la tierra	• Disseminación de información al público y fomentar la toma de conciencia.
• Negación de servicios e infraestructura en las áreas donde el desarrollo es indeseable.	• Creación de organizaciones comunitarias.
• Seguro obligatorio.	• Promoción de seguro voluntario.

INTERPRETACIÓN

En la Tabla 18, se describen las acciones o medidas de prevención o mitigación, a través de la organización ya conformada por las autoridades del caserío, tomando con diferentes medios de metodología.

4.2 RESULTADOS INFERENCIALES

➤ CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

• HIPÓTESIS GENERAL

H_g : La estimación del nivel de riesgo de susceptibilidad de deslizamiento de tierras en el caserío Matapalo-Distrito de Monzón, es alta.

H_0 : La estimación del nivel de riesgo de susceptibilidad de deslizamiento de tierras en el caserío Matapalo-Distrito de Monzón, no es alta.

Tabla 19

Contrastación de los niveles de riesgo en el caserío Matapalo-Distrito de Monzón.

Niveles		Resultados		
Peligrosidad por deslizamiento	Peligro muy alto	0.357	$\leq P \leq$	0.507
	Peligro alto	0.365	$\leq P <$	0.357
	Peligro medio	0.196	$\leq P <$	0.365
	Peligro bajo	0.188	$\leq P <$	0.196
Vulnerabilidad	Vulnerabilidad Muy Alta	0.293	$\leq V <$	0.497
	Vulnerabilidad Alta	0.169	$\leq V <$	0.293
	Vulnerabilidad Media	0.089	$\leq V <$	0.169
	Vulnerabilidad Baja	0.049	$\leq V <$	0.089
Riesgo de deslizamiento	Riesgo Muy alto	0.105	$\leq R <$	0.252
	Riesgo Alto	0.062	$\leq R <$	0.105
	Riesgo Medio	0.017	$\leq R <$	0.062
	Riesgo Bajo	0.001	$\leq R <$	0.017

Interpretación

Según los resultados expresados en la tabla 19, existe un nivel muy alto de peligrosidad de por deslizamiento en los alrededores del caserío de $0.357 \leq P \leq 0.507$ y esto se debe al tipo de terreno que tiene, mientras que el mismo caserío se encuentra en un nivel medio de peligrosidad en un rango de $0.196 \leq P < 0.365$. En cuanto al nivel de vulnerabilidad se estima un nivel medio de $0.089 \leq V < 0.169$ y muy alto de $0.293 \leq V < 0.497$. Finalmente, sobre el nivel de riesgo por deslizamiento se encuentra que el caserío Matapalos esta entre un nivel medio de $0.017 \leq R < 0.062$ y muy alto de $0.105 \leq R < 0.252$, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, de modo que:

La estimación del nivel de riesgo de susceptibilidad de deslizamiento de tierras en el caserío Matapalo-Distrito de Monzón, es alta. Esto puede ser ocasionado por un factor desencadenante de lluvias y anticipado por un factor condicionante que indica el relieve y estructura del terreno.

- **HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

Es necesario recalcar que solamente se realizó la contrastación de la hipótesis específica n° 1 (HE1: Mediante los parámetros de geología, pendiente, cobertura, fisiografía y precipitación se puede identificar el peligro de desplazamiento de tierras ya que estos si influye significativamente en el riesgo de susceptibilidad en el caserío Matapalo – Distrito Monzón), ya que como en este ítem son parámetros que se buscaron verificar si existe influencia con el riesgo de susceptibilidad, puesto que con las otras dos hipótesis eran evaluar indicadores y generar una propuesta de medidas de mitigación, por lo cual a continuación se presentan las contrastaciones a los parámetros:

- **Hipótesis específica 1 vinculante a la geología:**

HE1a:La geología si influye significativamente en el riesgo de susceptibilidad en el caserío Matapalo – Distrito Monzón.

H1a₀:La geología no influye significativamente en el riesgo de susceptibilidad en el caserío Matapalo – Distrito Monzón.

Tabla 20

<i>Correlación de la hipótesis específica n°1a vinculante a la geología</i>			
Geología		Geología	Riesgo de susceptibilidad
	Correlación de Pearson	1	,734**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	154	154
Riesgo de susceptibilidad	Correlación de Pearson	,734**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	154	154

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Nota: Software estadístico SPSS

Interpretación

Según los resultados obtenidos en la Tabla 20 se demuestra una correlación de Pearson de 0.734 que indica un riesgo de susceptibilidad significativo, por lo que se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula, de manera que La geología si influye significativamente en el riesgo de

susceptibilidad en el caserío Matapalo – Distrito Monzón. Esto se debe al nivel que sostienen el depósito aluvial que presenta el terreno del caserío.

- **Hipótesis específica 1 vinculante a la pendiente:**

HE1b: La pendiente si influye significativamente en el riesgo de susceptibilidad en el caserío Matapalo – Distrito Monzón.

HE2b₀: La pendiente no influye significativamente en el riesgo de susceptibilidad en el caserío Matapalo – Distrito Monzón.

Tabla 21

<i>Correlación de la hipótesis específica n°1b vinculante a la pendiente</i>			
		Pendiente	Riesgo de susceptibilidad
Pendiente	Correlación de Pearson	1	,709**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	154	154
Riesgo de susceptibilidad	Correlación de Pearson	,709**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	154	154

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Nota: Software estadístico SPSS

Interpretación

Según los resultados que muestra la Tabla 21 indican que el riesgo de susceptibilidad debido a la pendiente con una significancia de 0.000 y un valor de 0.709 en la correlación de Pearson, la pendiente se considera en mayor proporción con un nivel considerable en la zona que comprende el caserío, de modo que se le considera en un riesgo de 50.28% en incidentes por precipitación, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, de modo que la pendiente si influye significativamente en el riesgo de susceptibilidad en el caserío Matapalo – Distrito Monzón.

- **Hipótesis específica 1 vinculante a la pendiente**

H1c: La cobertura si influye significativamente en el riesgo de susceptibilidad en el caserío Matapalo – Distrito Monzón.

H1c₀: La cobertura no influye significativamente en el riesgo de susceptibilidad en el caserío Matapalo – Distrito Monzón.

Tabla 22

<i>Correlación de la hipótesis específica n°1c vinculante a la pendiente</i>			
		Pendiente	Riesgo de susceptibilidad
Cobertura	Correlación de Pearson	1	,773**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	154	154
Riesgo de susceptibilidad	Correlación de Pearson	,773**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	154	154

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Nota: Software estadístico SPSS

Interpretación

Según los resultados que indica la Tabla 22 sobre el riesgo de susceptibilidad que existe por la cobertura, indica que la correlación de Pearson es 0.773 bajo una significancia de 0.000 por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna siendo que: la cobertura si influye significativamente en el riesgo de susceptibilidad en el caserío Matapalo – Distrito Monzón, debido que existe una mayor proporción de suelo desnudo el cual no podrá sostener el deslizamiento en ninguno de sus niveles.

- Hipótesis específica 1 vinculante a la fisiografía

H1d: La fisiografía si influye significativamente en el riesgo de susceptibilidad en el caserío Matapalo – Distrito Monzón.

H1do: La fisiografía no influye significativamente en el riesgo de susceptibilidad en el caserío Matapalo – Distrito Monzón

Tabla 23

<i>Correlación de la hipótesis específica n°1d vinculante a la fisiografía</i>			
		Fisiografía	Riesgo de susceptibilidad
Fisiografía	Correlación de Pearson	1	,717**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	154	154
Riesgo de susceptibilidad	Correlación de Pearson	,717**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	154	154

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Nota: Software estadístico SPSS

Interpretación

Según los resultados que indica la Tabla 23 se evidencia como existe una significancia bilateral de 0.000 mientras que la correlación de Pearson es de 0.717, de modo que se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis

nula, afirmando que la fisiografía si influye significativamente en el riesgo de susceptibilidad en el caserío Matapalo – Distrito Monzón, ya que el caserío es rodeado en un 50.28% por colinas bajas disectadas de forma moderada y montañas bajas, lo que indica un peligro por cadena de susceptibilidad en eventualidades que con el cambio climático y los accidentes naturales se va intensificando.

- **Hipótesis específica 1 vinculante a la precipitación**

H1e: La precipitación si influye significativamente en el riesgo de susceptibilidad en el caserío Matapalo – Distrito Monzón.

H1e_o: La precipitación no influye significativamente en el riesgo de susceptibilidad en el caserío Matapalo – Distrito Monzón.

Tabla 24

<i>Correlación de la hipótesis específica n°1e vinculante a la precipitación</i>			
		Precipitación	Riesgo de susceptibilidad
Precipitación	Correlación de Pearson	1	,751**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	154	154
Riesgo de susceptibilidad	Correlación de Pearson	,751**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	154	154

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Nota: Software estadístico SPSS

Interpretación

Según los resultados que se indican en la tabla 24 se demuestra que el riesgo de susceptibilidad por precipitación es alto, sostenido una significancia de 0.000 y una correlación de Pearson de 0.751, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, este nivel de peligrosidad se observa debido a que los factores desencadenantes demuestran un grado de S60, 47.56% por lo que se considera el principal desencadenante de deslizamientos en la zona.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A seguir serán descritas las discusiones en base a los objetivos de manera general para los cuatro objetivos y en el caso de las hipótesis serán específicamente solo para la hipótesis general y la hipótesis específica 1:

5.1 DETERMINAR EL NIVEL DE RIESGO EN LA SUSCEPTIBILIDAD DE DESLIZAMIENTO DE TIERRAS EN EL CASERÍO MATAPALO – DISTRITO MONZÓN

Según la hipótesis la estimación del nivel de riesgo de susceptibilidad de deslizamiento de tierras en el caserío Matapalo-Distrito de Monzón, es alta, se determinó bajo los niveles de peligrosidad por deslizamiento de $0.196 \leq P < 0.365$ a $0.357 \leq P \leq 0.507$, sobre el nivel de vulnerabilidad se obtuvo que el grado es de $0.089 \leq V < 0.169$ a $0.293 \leq V < 0.497$ y para el nivel de riesgo por deslizamiento es de $0.017 \leq R < 0.062$ a $0.105 \leq R < 0.252$ indicando que el nivel de riesgo en el caserío Matapalo está en un rango alto, esto demuestra que el terreno sostiene unas características que lo hacen susceptible a deslizamiento por diferentes factores desencadenantes de incidentes. Según Hamón (2021), la relación directa y positiva entre la vulnerabilidad física con el impacto de deslizamientos de masas, a través de la gradiente modificada, debido a que, al elevarse la gradiente modificada, resulta ser superior la vulnerabilidad (daño que ocasionaría un deslizamiento), con las cantidades elevadas. De este modo ambos estudios demuestran cómo se desencadenan daños por deslizamiento debido a un agravante de los múltiples factores que pueden incidir en un accidente de este tipo, de este modo se urge la necesidad de métodos de contingencia para futuras eventualidades trágicas en el caserío.

5.2. IDENTIFICAR Y VERIFICAR COMO INFLUYEN EN EL PELIGRO DE DESLIZAMIENTO DE TIERRAS, LOS PARÁMETROS DE GEOLOGÍA, PENDIENTE, COBERTURA, FISIOGRAFÍA Y PRECIPITACIÓN

Según los resultados de la hipótesis específica 1a vinculado a la geología: se verificó que la geología si influye significativamente en el riesgo de susceptibilidad en el caserío Matapalo – Distrito Monzón, esto se debe a una significancia de 0.000 y una correlación de Pearson de 0.734, de modo

que la geología en el grado 59.20% es el factor condicionante significativo, destacando la influencia de las propiedades litológicas, el fracturamiento y la meteorización en la estabilidad del suelo. Según el estudio realizado por El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (IGMM) y la DGARG (2021a) los sectores evaluados son considerados de peligro Muy Alto a que ocurran movimientos en masas de tipo derrumbes que serán seguidos por flujos de detritos además de caídas de rocas; estas acciones pudieran ser reactivadas en temporadas lluviosas comprendidas entre los meses de diciembre hasta marzo y cuando hay eventos sísmicos. De esta manera se compara como los constantes eventos naturales pueden desencadenar alteraciones en la geología de los suelos incidiendo en deslizamientos que pueden ser prevenidos mediante una evaluación previa y una creación adecuada de planes de acción contra dichos eventos.

Según los resultados que proporcional la hipótesis 1b vinculado a la pendiente: la pendiente si influye significativamente en el riesgo de susceptibilidad en el caserío Matapalo – Distrito Monzón, se encontró una significancia de 0.000 y una correlación de Pearson de 0.709, de modo que la pendiente manifestando un 26.20% es el segundo factor influyente, que la inclinación favorece la inestabilidad, mostrando de este modo un riesgo potencial de deslizamiento en la zona. Concluyendo que, hay indicios de actividad según registros desde hace 20 años. Según Moragues (2020), los deslizamientos de los valles circundantes a las laderas del canal Upsala tienen mayor grado de sensibilidad asociada a lo peligroso del lugar y caracterizó la potencial vulnerabilidad de la zona incluyendo al deslizamiento. De este modo se enfatiza como las zonas con elevaciones considerables, medias o altas son una representación riesgosa de deslizamientos ocasionadas en su mayoría por agravantes naturales que con el tiempo acumulan factores en conjunto que desencadenan el fenómeno.

Según los resultados que indica la hipótesis 1c vinculante a la cobertura: se verifico que la cobertura si influye significativamente en el riesgo de susceptibilidad en el caserío Matapalo – Distrito Monzón, demostró una significancia de 0.000 y una correlación de Pearson de 0.773, lo que explica como la profundidad y variedad de la vegetación puede representar un factor moldeador del deslizamiento en la zona, en este caso se tiene un 10.07% de

cobertura, de modo que es baja para ser un factor que resista el deslizamiento. Mattos (2023) explica en sus resultados que en el cerro Cruz del Siglo existen laderas inestables, pues en el estudio de la estructura litológica se encontraron suelos volcánico sedimentarios conformados por ceniza volcánica, grava, arena, toba piroclástica y limo aseverando su sensibilidad. De este modo se demuestra como la cobertura de los suelos representa un factor primordial para determinar el nivel de susceptibilidad de deslizamiento que sufre un área ya que a no contar con la cobertura idónea el deslizamiento es inevitable.

Según los resultados de la hipótesis 1d vinculante a la fisiografía: se verifico que la fisiografía si influye significativamente en el riesgo de susceptibilidad en el caserío Matapalo – Distrito Monzón, mediante una significancia de 0.000 y una correlación de Pearson de 0.717, esto se ha determinado de acuerdo a la pronunciación y cobertura que tienen las colinas circundantes al caserío disectadas moderadamente, aunque resulta un factor poco incidente en estas elevaciones se suman factores de cobertura de suelos que inciden en el agravio por deslizamientos el cual corresponde un riesgo alto en la zona de Matapalos. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) y Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR, 2022) concluyó que las unidades geomorfológicas que representan las áreas de estudio son geoformas de carácter tectónico degradacional, como montañas en roca sedimentaria y geoformas de carácter depositacional como vertientes coluviodeluvial, dispuestas sobre pendientes que varían de fuerte (15° - 25°) a muy fuerte (25° a 45°) inclinación y vertientes aluvio-torrencial y planicie inundable sobre una pendiente baja (0° - 5°) a media (5° - 15°). Estas características asociadas a la geología clasifican el área con un grado de susceptibilidad alta, a la ocurrencia de movimientos en masa. De este modo se expone como la suma de factores inciden directamente en los desastres naturales, además ambos estudios demuestran como una profundización de pruebas in-situ y la investigación adecuada del área de estudio puede ayudar a diagnosticar y predecir el nivel de peligrosidad que sufre una zona determinada.

Según los resultados de la hipótesis 1e vinculante a la precipitación: se verifico que la precipitación si influye significativamente en el riesgo de

susceptibilidad en el caserío Matapalo – Distrito Monzón, mediante una significancia de 0.000 y una correlación de Pearson de 0.751, de modo que se demuestra como el grado de precipitación de S60, 47.56% es el principal desencadenante de deslizamientos en la zona, de manera que se convierte en una gran necesidad el asesoramiento de un ente que dirija a los habitantes a encontrar una zona baja de riesgo para edificar sus viviendas. Bautista (2022) determinó que la solución más básica se encuentra en un catastro urbano el cual permite determinar que predio puede ser habitable o no, y son en los catastros donde se ubican con mayor exactitud las zonas vulnerables por deslizamientos.

5.3. EVALUAR LAS CONDICIONES DE VULNERABILIDAD EN EL CASERÍO MATAPALO – DISTRITO MONZÓN

Las condiciones de vulnerabilidad presentan preponderancia de la dimensión social (60%) destacándose la necesidad de fortalecer la resiliencia comunitaria a través de programas de educación, participación ciudadana y mejora de sistemas de alerta temprana. Sin embargo, la dimensión económica (30%) enfatiza la importancia de proteger infraestructuras críticas y diversificar actividades económicas para reducir impactos. Aunque con menor peso, la dimensión ambiental (10%) debe considerarse clave en estrategias sostenibles, ya que la gestión ambiental puede complementar la reducción de riesgos y mitigar deslizamientos a largo plazo. Resultados semejantes fue observado también por Suloaga (2023) al verificar que con mayor preponderancia en vulnerabilidad existe un efecto en la dimensión social.

Al evaluar las condiciones de vulnerabilidad en el caserío Matapalo, se observó niveles alto y medio, en relación de consistencia como Hipótesis $RC < 10\%$ aceptable en las tres dimensiones (social, económico y ambiental) y así también por el número de niveles empleados por descriptores. En la tesis realizado por Mariño y Gómez (2023), también encontraron una relación de consistencia aceptable $RC < 10\%$ y una vulnerabilidad de nivel alto y medio.

Finalmente, respecto a la estimación de riesgo de susceptibilidad en el caserío Matapalo con presencia de nivel de riesgo alto y medio. Otros estudios desarrollados por Mariño y Gómez (2023) y Suloaga (2023) mostraron riesgos

similares, como contribución general, el estudio desarrollado ha contribuido calcular los riesgos del caserío Matapalo (zona urbana).

5.4. PROPONER LAS MEDIDAS ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES PARA MITIGAR EL RIESGO POR DESLIZAMIENTO EN EL CASERÍO MATAPALO – DISTRITO MONZÓN.

Respecto a las propuestas de mitigación sobre deslizamiento de tierras en caserío Matapalo, se consideró los siguientes criterios:

Medidas estructurales: permitirá mitigar mediante infraestructura civil. Que en ella se dividen por dos bienes de uso, entre ellos tenemos, uso público (donde el estado puede intervenir) uso privado (áreas privadas donde la intervención es del interesado).

Medidas no estructurales: en base a medidas de mitigación con educación, organizando a la población con criterios sofisticados (Coburn et al., 1991).

CONCLUSIONES

- El caserío Matapalo presenta un riesgo de susceptibilidad elevado a deslizamientos de tierra, producto de la interacción directa entre los factores naturales y las condiciones humanas. Por tanto, la hipótesis general queda validada, estableciéndose que los factores físicos y socioeconómicos influyen de manera conjunta y positiva en el nivel de riesgo del área de estudio.
- Se pudo identificar los niveles de peligro y su influencia en el deslizamiento de tierras para todos los parámetros de estudio, para geología (nivel muy alto y medio), pendiente (muy alto, alto y medio), cobertura y fisiografía (nivel bajo), solo la precipitación presenta un nivel alto; los parámetros con niveles muy alto y alto son el reflejo de viviendas donde no existe una planificación adecuada de asentamiento estructural o de medidas adecuadas de construcción, conllevando riesgo para la estabilidad de los suelos.
- Las condiciones de vulnerabilidad que presenta el caserío de Matapalo son a nivel de muy alto, alto y medio, con mayor relevancia en la dimensión social, prosiguiendo con la dimensión económica y finalmente la dimensión ambiental.
- Las alternativas de mitigación planteadas integrarían medidas estructurales, como la construcción de muros de contención y refuerzo de taludes, junto con medidas no estructurales basadas en educación, normativas y participación comunitaria. La combinación de ambas permitirá reducir significativamente el riesgo de deslizamientos en el caserío Matapalo, fortaleciendo la resiliencia social y garantizando un desarrollo territorial más seguro y sostenible.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a las autoridades locales la implementación de talleres prácticos que no solo informen, sino que simulen situaciones reales de crisis, permitiendo a la población internalizar comportamientos adecuados. Además, es esencial integrar enfoques participativos que promuevan la responsabilidad, fortaleciendo la cohesión social y construyendo un sistema comunitario de alerta temprana.
- Se recomienda a las autoridades locales trabajar en un enfoque integral que contemple no solo las soluciones técnicas, como muros de contención, sino también acciones sociales. Estas podrían incluir la reubicación planificada de familias de zonas críticas y la creación de un plan de evacuación que sea accesible y comprensible para toda la comunidad. Solo a través de este equilibrio se logrará una gestión efectiva del riesgo.
- Se recomienda a los pobladores del caserío Matapalo planificar adecuadamente y distribuir sus viviendas a una zona más segura, de manera que no se vean afectadas por relieves de gran magnitud como en la actualidad, dicha planificación les permitirá dar uso a sus terrenos actuales como espacio para sembradíos, evitando la afección de su situación económica.
- Se recomienda a los pobladores del caserío Matapalo y a las autoridades competentes diseñar un proyecto de reforestación mediante especies pertenecientes a la zona con un esquema de raíces profundas para evitar el daño por cobertura y con ello bajar el nivel de tala en la zona.
- Se recomienda a los representantes locales dirigir un proyecto de catastro dedicado a la delimitación de zonas que representen un riesgo medio o alto para la implementación de métodos que ayuden a redireccionar las corrientes de agua a zonas seguras y de bajo impacto geológico.
- Se recomienda a las autoridades locales la apertura de un departamento encargado de los cambios atmosféricos para alertar la llegada de altas precipitaciones en la zona, de este modo se habilita un sistema de contingencia sobre riesgos naturales en el distrito, incentivando a las autoridades nacionales a la expansión de dicho programa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcántara, G. H. (2011). *Pendiente de los suelos del departamento de Cajamarca*. Informe técnico. <https://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/pendiente>
- Backoulou, G. F., Elliott, N. C., Giles, K. L. y Mirik, M. (2015). Processed multispectral imagery differentiates wheat crop stress caused by greenbug from other causes. *Computers and Electronics in Agriculture*, 115(1), 34 - 39. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.05.008>
- Bastidas, J. O. (2009). *Enriquecimiento de una purma baja con plantaciones de Rhodostemonodaphne kunthiana (Nees) Rohwer utilizando cuatro modalidades de tratamientos de plántulas en la zona de Satipo*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Digital de la UNCP. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/5270>
- Bautista, A. (2022). *El catastro urbano y su influencia en la vulnerabilidad por deslizamiento en las viviendas de Churubamba – Huánuco – 2021*. [Tesis de Pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio UDH. <https://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/123456789/3379/Bautista%20Faustino%2c%20Alfredo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bokusheva, R., Kogan, F., Vitkovskaya, I., Conradt, S. & Batyrbayeva, M. (2016). Satellite-based vegetation health indices as criteria for insuring against drought-related yield losses. *Agricultural and Forest Meteorology*. (1)220, 200-206. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2015.12.066>
- Burchardt, S. (2009). *Mechanisms of magma emplacement in the upper crust*. [Tesis Doctoral, Georg-August-Universität zu Göttingen]. Repositorio Digital de la GÖTTINGEN. <https://ediss.uni-goettingen.de/handle/11858/00-1735-0000-0006-B282-1>
- Carrasco, S. (2019). *Metodología de la investigación científica*. San Marcos. https://www.sancristoballibros.com/libro/metodologia-de-la-investigacion-cientifica_45761
- Castaño, S. (1987). Concepto y desarrollo histórico de la geología: La geología. su carácter científico. *Revista de la Facultad de Educación de*

- Albacete, 1(1), 197-208.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2282467>
- Castillo, P., Vergara, L., Chalas, J. y Vicioso, F. (2020). Revisión histórica de los deslizamientos de terreno superficiales causados por lluvias, casos: México y República Dominicana. *Aqua-LAC*, 12(1), 109-117.
<https://doi.org/10.29104/phi-aqualac/2020-v12-1-09>
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. (2014). *Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales*. CENEPRED.
<https://www.gob.pe/institucion/cenepred/informes-publicaciones/1867442-manual-para-la-evaluacion-de-riesgos-por-fenomenos-naturales-v-2>
- Coburn, A. W., Spence, R. J. S. y Pomonis, A. (1991). *Mitigación de desastres*. Intertect Training Services.
<https://es.slideshare.net/slideshow/mitigacion-de-desastres/2203455>
- Corominas, J. (2014). Recommendations for the Quantitative Analysis of Landslide Risk. *Bulletin of engineering geology and the environment* 73(2), 209–63. 10.1007/s10064-013-0538-8
- Dai, F. C., Lee, C. F., & Ngai, Y. Y. (2002). Landslide risk assessment and management: An qverview. *Engineering geology*, 64(1), 65–87.
[https://doi.org/10.1016/S0013-7952\(01\)00093-X](https://doi.org/10.1016/S0013-7952(01)00093-X)
- Eisavi, V., Homayouni, S., Yazdi, A. M. & Alimohammadi, A. (2015). Land cover mapping based on random forest classification of multitemporal spectral and thermal images. *Environmental Monitoring and Assessment*, 187(5), 1 - 14. <https://doi.org/10.1007/s10661-015-4489-3>
- Espindola, J. A., Guerra, J. G., De-Polli, H., De Almeida, D. L. y Abboud, A. C. (2005). *Adubação verde com leguminosas*. Editorial Embrapa Informação Tecnológica. www.bibliotecaagptea.org.br/ADUBAÇÃOVERDECOMLEGUMINOSAS
- Finlay, P J. (1996). *The risk assessment of slopes*. UNSW.
https://books.google.com.pe/books/about/The_Risk_Assessment_of_Slopes.html?id=fpqvtwAACAAJ&redir_esc=y

- Gasoducto sur peruano. (2013). *Geomorfología y riesgo físico*. Modificación del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Mejoras a la Seguridad Energética del País y Desarrollo del Gasoducto Sur Peruano - Componentes Auxiliares. 4981565-5-1-1-4-geomorfologia
- González, F., Olguín, J., Guevara, R., García, C., Ramírez, J. y Villalvazo, V. (2023). Identificación espacial del riesgo por deslizamiento de tierra en el municipio de Autlán de Navarro, Jalisco, México. *Revista Geográfica de América Central*, 13(70), 349-376. <https://dx.doi.org/10.15359/rgac.70-1.13>
- Guimaraes-Silva, M. T. M. (2015). *Avaliação quantitativa da vulnerabilidade de edificações associada a processos de deslizamentos de encostas*. [Tesis de Pregrado, Universidad de Brasilia]. Repositorio Digital de UnB https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=3653976
- Hamón, G. H. (2021). *Evaluación de la vulnerabilidad física de estructuras impactadas por deslizamientos de ladera* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Digital UNAC. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/80800>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. P. (2014). *Metodología de la investigación*. (6.^a ed.). Editorial McGraw-Hill/InterAmerican. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Herrera, R. (2022). *La informalidad en la construcción de viviendas de tapial y la vulnerabilidad por deslizamientos en el C.P Acobamba – Distrito de Huariaca – Pasco – 2021*. [Tesis de Pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio UDH. <https://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/123456789/3609/Herrera%20Lopez%2c%20Ronald%20Aldo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico y Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico. (2022). *Evaluación de peligros geológicos por*

movimientos en masa en la quebrada Rambuchayoc, sector de Kepashiato. Distrito Kumpirushiato, provincia La Convención, departamento Cusco. Informe técnico A7274.
<https://hdl.handle.net/20.500.12544/3958>

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico y Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico. (2021a). *Evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en los sectores Huancaluque, Llamani y cerro Ccatasuyo. Distrito de Sandia, Provincia Sandia, Región Puno.* Informe Técnico A7148. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/3124>

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico y Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico. (2021b). *Evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en el sector Quillalla, Distrito de Uñón, Provincia de Castilla, Región Arequipa* (A7147). <https://hdl.handle.net/20.500.12544/3123>

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2024). *Evaluación del Peligro Geológico por Deslizamiento en los sectores de San Luis Alto y Los Libertadores, distrito Bagua Grande, provincia Utcubamba, departamento Amazonas.* Lima: Ingemmet, Informe Técnico N°A7473, 41p. https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//17384_informe-tecnico-n0-a7473-evaluacion-del-peligro-geologico-por-deslizamiento-en-los-sectores-de-san-luis-alto-y-los-libertadores-del-distrito-de-bagua-.pdf

Li, Z., Nadim, F., Huang, H., Uzielli, M. & Lacasse, S. (2010). Quantitative vulnerability estimation for scenario-based Landslide Hazards. *Landslides*, 7(2), 125–34. 10.1007/s10346-009-0190-3

Marín, R., Marín-Londoño, J. y Mattos, A. (2020). Análisis y evaluación del riesgo de deslizamientos superficiales en un terreno montañoso tropical: implementación de modelos físicos simples. *Scientia et Technica* Año XXV, 25(1), pp 164-171. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7368099.pdf>

Marinho, G. J., Ndiae, A., Linhares, R. y Azevedo, J. A. (2007). Cultivos de cobertura como indicadores de procesos ecológicos. *LEISA*, 22(4), 20-

22. <https://leisa-al.org/web/revista/volumen-22-numero-04/cultivos-de-cobertura-como-indicadores-de-procesos-ecologicos/>
- Mariño, J. A., Gómez, J. A. (2023). *Evaluación del riesgo por peligro de deslizamiento, en la asociación La Florida, año 2023* [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Tacna]. Repositorio Digital UPT. <http://hdl.handle.net/20.500.12969/3533>
- Martínez, I. (2023). *El catastro urbano y su incidencia en la vulnerabilidad por deslizamiento en las viviendas de dos centros poblados del distrito de Amarilis, Huánuco- 2023*. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio UDH. <https://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14257/4833/Mart%C3%adnez%20Gonz%C3%a1lez%2c%20Ivanna%20Arantxa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mattos, M. (2023). *Evaluación de zonas susceptibles a deslizamientos en suelos volcanoclásticos en el sector de “Cerro Cruz del Siglo” en la localidad de Torata – Moquegua*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. Repositorio UNSAAC. <https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/TE0394.pdf>
- Moragues, S. N. (2020). *Estimación y evaluación de los procesos de inestabilidad de laderas mediante el uso de técnicas en sensoramiento remoto en el Brazo Norte del lago Argentino (Patagonia Austral, Argentina)* [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Rio Negro]. Repositorio Digital UNRN. <https://rid.unrn.edu.ar/jspui/handle/20.500.12049/4478>
- Municipalidad Distrital de Monzón. (2020). *Evaluación de riesgos por inundación en el centro poblado de Cuyaco, distrito de Monzón, provincia de Huamálies, departamento de Huánuco*. Informe de evaluación de riesgo. https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//9385_evaluacion-de-riesgo-por-inundacion-en-el-centro-poblado-de-cuyaco-distrito-de-monzon-provincia-de-huamalies-departamento-de-huanuco.pdf

- Padilla, C., Crespo, G. y Sardiñas, Y. (2009). Degradación y recuperación de pastizales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 43(4), 351 – 354. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193014888004>
- Petford, N., Cruden, A. R., McCaffrey, K. J. & Vigneresse, J. L. (2000). Granite magma formation, transport and emplacement in the Earth's crust. *Nature*, 408(6813), 669-673. doi:10.1038/35047000
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. (2007). *Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas*. Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2830>
- Ramzan, M., Cui, P., Ualiyeva, D., Mukhtar, H., Ahmed, N. y Aslam, M. (2025). El impacto del cambio climático en los deslizamientos de tierra a lo largo de la carretera N-15, en el norte de Pakistán. *Avances en la investigación del cambio climático* 16 (2), pp 397-408, ISSN 1674-9278. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1674927825000395>
- Rodríguez, V. F., Ghimire, B., Rogan, J., Chica, M. & Rigol, J. P. (2012). An assessment of the effectiveness of a random forest classifier for land-cover classification. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. 1(67), 93 - 104. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2011.11.002>
- Schmincke, H. U. (2004). *Volcanic hazards, volcanic catastrophes, and disaster mitigation*. In *Volcanism*. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Sequeira-Arguedas, J. (2020). Geología, geomorfología y ocurrencia de deslizamientos en la cuenca alta del Río Virilla, Costa Rica. *Revista Geográfica de América Central*, 1(66), pp. 313-339. <https://www.redalyc.org/journal/4517/451766199012/html/>
- Serrato, P. K. (2009). Clasificación fisiográfica del terreno a partir de la inclusión de nuevos elementos conceptuales. *Revista Dialnet*, 14(1), 181 - 218. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3644849>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (1988). *Mapa de clasificación climática del Perú*. Método de Thornthwaite. McGraw-Hill/Interamericana. SENAMHI. <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01404SENA-4.pdf>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2014). *Estimación de umbrales de precipitaciones extremas para la estimación de avisos*

meteorológicos.

SENAMHI.

<https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01402SENA-6.pdf>

Sigurdsson, H., Houghton, B., McNutt, S., Rymer, H. & Stix, J. (2000). *The encyclopedia of volcanoes*, Academic Press.

Suloaga, E. E. (2023). *Evaluación de riesgo por deslizamiento mediante el análisis de peligrosidad y vulnerabilidad del Centro Poblado de Mallas, Huari – 2022* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio Digital UNJFSC. <http://hdl.handle.net/20.500.14067/7864>

Zuquette, V. (1993). *Importância do mapeamento geotécnico No uso e ocupação do meio físico: Fundamentos e guia para elaboração* [Tesis de maestría, Universidad de São Paulo]. Repositorio Digital USP. <https://doi.org/10.11606/T.18.2019.tde-27092019-143236>

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Velásquez Rengifo S. T. (2026). *Estimación del riesgo de susceptibilidad de deslizamiento de tierras en el Caserío Matapalo – Distrito Monzón* [tesis de pregrado Universidad de Huánuco]. Repositorio institucional UDH. url: <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: Estimación de riesgo de susceptibilidad de deslizamiento de tierras en el Caserío Matapalo – Distrito Monzón

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Metodología
Problema general ¿Cuál es la estimación del nivel de riesgo en la susceptibilidad de deslizamiento de tierras en el caserío Matapalo – Distrito Monzón? Problemas específicos ¿Cómo identificar si existe peligro de desplazamiento de tierras y su influencia en el caserío Matapalo – Distrito Monzón? ¿Cómo determinar el nivel de riesgo de vulnerabilidad en el caserío Matapalo – Distrito Monzón? ¿Qué medidas se podrán proponer para mitigar el riesgo por deslizamiento en el caserío Matapalo – Distrito Monzón?	Objetivo general Determinar el nivel de riesgo en la susceptibilidad de deslizamiento de tierras en el caserío Matapalo – Distrito Monzón. Objetivos específicos • Identificar y verificar como influyen en el peligro de deslizamiento de tierras, los parámetros de geología, pendiente, cobertura, fisiografía y precipitación • Evaluar las condiciones de vulnerabilidad en el caserío Matapalo – Distrito Monzón. • Proponer las medidas estructurales y no estructurales para mitigar el riesgo por deslizamiento en el caserío Matapalo – Distrito Monzón.	Hipótesis general H_a: La estimación del nivel de riesgo de susceptibilidad de deslizamiento de tierras en el caserío Matapalo-Distrito de Monzón, es alta. H₀: La estimación del nivel de riesgo de susceptibilidad de deslizamiento de tierras en el caserío Matapalo-Distrito de Monzón, no es alta. Hipótesis específicas • Mediante los parámetros de geología, pendiente, cobertura, fisiografía y precipitación se puede identificar el peligro de desplazamiento de tierras ya que estos si influye significativamente en el riesgo de susceptibilidad en el caserío Matapalo – Distrito Monzón. • Mediante los indicadores sociales, económicos y ambientales se puede verificar los riesgos de vulnerabilidad en el caserío Matapalo – Distrito Monzón. • Se podrán proponer medidas estructurales y no estructurales para mitigar el riesgo por deslizamiento en el caserío Matapalo – Distrito Monzón.	Variable I Deslizamiento de tierras. Dimensiones - Geología - Pendiente - Cobertura - Fisiografía - Precipitación Variable II Riesgo de susceptibilidad Dimensión - Vulnerabilidad	• Tipo: Básica • Enfoque: Mixto • Alcance: Descriptiva • Diseño: No experimental • Población: constituida por la cuenca Matapalo (quebrada Matapalo), perteneciente al caserío Matapalo, Centro Poblado Cachicoto. • Muestra: constituida por las áreas de influencia como deslizamiento de tierras, viviendas afectadas, vías y estructuras afectadas (carreteras y puentes), de dicha cuenca. • Técnica: Encuesta y la guía de observación. • Instrumento: Cuestionario y el fichaje.

ANEXO 2.

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

CUESTIONARIO

Nombres y Apellidos:

Fecha :

Lugar y tiempo :

Ubicación/Nº Lote :

Persona entrevistada: Padre () Madre () otro _____

Departamento: _____ Provincia: _____ Distrito: _____

A. Dimensión social

1. Uso de la vivienda.

Sólo vivienda () Vivienda y otra actividad productiva asociada ()

2. Tiempo que viven en la vivienda.

..... año(s) Meses.

3. ¿Cuántas personas habitan en la vivienda? _____

4. ¿Cuántas familias viven en la vivienda? _____

5. ¿Cuántos miembros tiene su familia? _____

B. Dimensión económica

6. Tenencia de la vivienda

Propia () ¿Cuánto vale su Vivienda?.....

Alquilada () ¿Cuánto paga al mes? Si/

Alquiler para venta (tienda) () ¿Cuánto paga al mes? Si/

7. Material predominante de la vivienda.

Adobe () Madera () Material noble () Quincha ()

Estera () Otro

8. Posee energía eléctrica.

SI () NO () ¿Cuánto paga al mes? Si/

9. Red de agua.

SI () NO () ¿Cuánto paga al mes? Si/

10. Red de desagüe.

SI () NO () ¿Cuánto paga al mes? Si/

11. Pozo séptico/Letrina/Otro SI () NO ()

12. Teléfono SI () NO () ¿Cuánto paga al mes? Si/

13. Apreciaciones del entrevistador

a) La vivienda pertenece al nivel económico:

Alto ()

Medio ()

Bajo ()

b) La zona en que está ubicada la vivienda pertenece al nivel económico:

Alto ()

Medio ()

Bajo ()

14. ¿Cuál es la distribución del gasto de la familia? Total, anual/familiar

Gasto	Mes (S/)
a. Energía eléctrica	
b. Agua y desagüe	
d. Teléfono	
c. Alimentos	
d. Transportes	
e. Salud	
f. Educación	
g. Combustible	
h. Vestimenta	
i. Vivienda (alquiler)	
j. Otros	
Total	

15. ¿Cuál es la principal amenaza natural con la que trabaja su organización? En caso de que trabajen con más de una de ellas, por favor clasifíquelas, donde 1 signifique el riesgo más importante que tratan en su organización.

Tipo de peligro natural			
Inundaciones		Erupciones volcánicas	
Sequía		Olas de calor	
Incendios		Mareas	
Derrumbes/desprendimientos		Seísmos	
Vendavales/Huracanes		Avalanchas	
Otro:			

16. ¿Podría por favor indicar los últimos eventos relevantes que han tenido lugar en su región? Especifique las fechas aproximadamente

Evento	Fechas	Intensidad				
		Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
		1	2	3	4	5

17. Pensando en el último desastre relevante, ¿Cuáles fueron los impactos socioeconómicos?

	SI	Ningún impacto	Impacto muy bajo	Impacto bajo	Impacto medio	Impacto alto	Impacto muy alto
			1	2	3		4
Pérdida de vidas							
Pérdida de producción							
Daños en viviendas							
Pérdida de empleo							
Migración definitiva							
Migración por trabajo							
Condiciones de salud							
Eficacia de la energía							
Otro:							
Otro:							

C. Dimensión ambiental

18. ¿Qué enfermedades afectan con mayor frecuencia a los niños y adultos de su familia y cómo se tratan?

Enfermedad	Niños	Adultos	Tratamiento	
			casero	Posta médica, hosp. o médico particular
Ninguna				
Diarreas				
Infecciones				
Tuberculosis				
Parasitosis				
A la piel				
A los ojos				
Otros				

19. ¿Cómo se elimina la basura en su vivienda?

Por recolector municipal () Enterrado () En botadero ().
 Quemado () Otro (especifique)_____

20. ¿Con qué frecuencia elimina la basura de su vivienda?

Diaria () 2 veces a la semana () Cada 2 días ().
 1 vez a la semana ()

21. ¿Cuánto paga al mes por el servicio de recolección de basura? _____

22. ¿Qué organizaciones de los vecinos (comunidad) existen en el caserío? Nombre de las más importantes en su consideración:

Organizaciones	Actividades que realizan	Lideres

23. ¿Qué organizaciones del caserío; realizan actividades de educación sobre higiene, salud o educación ambiental?

Organizaciones	Actividades que realizan en educación sobre higiene, salud, educación ambiental

24. ¿Por qué cree que no existen organizaciones vecinales en su Barrio?

25. Pensando en el último desastre relevante, ¿Cuáles fueron los impactos medioambientales?

	SI	Ningún impacto	Impacto muy bajo 1	Impacto bajo 2	Impacto medio 3	Impacto alto	Impacto muy alto 4
Servicios de los ecosistemas							
Polución en el agua							
Escasez de agua							
Degradación de la tierra							
Deforestación							
Agricultura sostenible							
Otro:							
Otro:							

ANEXO 3.

CONSTANCIAS DE VALIDACIÓN

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Yo,

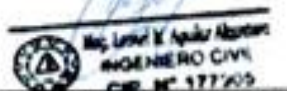
Aguilar Alcántara Leonel Marlo, ejerciendo la actividad de docente de la Universidad de Huánuco (UDH), adscrito a la facultad de Ingeniería civil en HUANUCO. Por medio de la constancia hago referencia que he revisado y validado el instrumento de recolección de datos para la tesis **"Estimación del riesgo de susceptibilidad de deslizamiento de tierras en el caserío Matapalo – Distrito Monzón"**, presentado por la Bachiller Velásquez Rengifo, Sheyla Tatiana con DNI 70260211. Dicho instrumento fue realizado para recabar información necesaria de la tesis mencionada que conlleven a la finalidad de obtener el título profesional de Ingeniera Civil de la UDH.

Opinión de aplicabilidad como guía de entrevista para estimar el riesgo de susceptibilidad de deslizamiento de tierras:

() Aplicable después de corregir (X) Aplicable () No aplicable

Ante lo manifestado y dando conformidad con la validación del instrumento correspondiente a 25 preguntas de manera general en base a la dimensión social, económica y ambiental. Siendo 03 de agosto del 2023, paso a otorgar mi firma.

Atentamente.



Leonel Mario Aguilar Alcántara
DNI: 43415813
N° Reg. CIP- 177905

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Yo,

Martin Cesar Valdivieso Echevarría, ejerciendo la actividad de docente de la Universidad de Huánuco (UDH), adscrito a la facultad de Ingeniería civil en Huánuco. Por medio de la constancia hago referencia que he revisado y validado el instrumento de recolección de datos para la tesis **"Estimación del riesgo de susceptibilidad de deslizamiento de tierras en el caserío Matapalo – Distrito Monzón"**, presentado por la Bachiller Velásquez Rengifo, Sheyla Tatiana con DNI 70260211. Dicho instrumento fue realizado para recabar información necesaria de la tesis mencionada que conllevan a la finalidad de obtener el título profesional de Ingeniera Civil de la UDH.

Opinión de aplicabilidad como guía de entrevista para estimar el riesgo de susceptibilidad de deslizamiento de tierras:

() Aplicable después de corregir (X) Aplicable () No aplicable

Ante lo manifestado y dando conformidad con la validación del instrumento correspondiente a 25 preguntas de manera general en base a la dimensión social, económica y ambiental. Siendo 03 de agosto del 2023, paso a otorgar mi firma.

Atentamente.



Ing. Martin C. Valdivieso Echevarria
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 40444
Martin Cesar Valdivieso Echevarria
DNI: 22416570
N° Reg. CIP- 40444

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Yo,

JOSE ANTONIO CARDENAS VEGA, ejerciendo la actividad de docente de la Universidad de Huánuco (UDH), adscrito a la facultad de Ingeniería civil en la Filial de Tingo María. Por medio de la constancia hago referencia que he revisado y validado el instrumento de recolección de datos para la tesis **"Estimación del riesgo de susceptibilidad de deslizamiento de tierras en el caserio Matapalo – Distrito Monzón"**, presentado por la Bachiller Velásquez Rengifo, Sheyla Tatiana con DNI 70260211. Dicho instrumento fue realizado para recabar información necesaria de la tesis mencionada que conlleven a la finalidad de obtener el título profesional de Ingeniera Civil de la UDH.

Opinión de aplicabilidad como guía de entrevista para estimar el riesgo de susceptibilidad de deslizamiento de tierras:

() Aplicable después de corregir (X) Aplicable () No aplicable

Ante lo manifestado y dando conformidad con la validación del instrumento correspondiente a 25 preguntas de manera general en base a la dimensión social, económica y ambiental. Siendo 08 de agosto del 2023, paso a otorgar mi firma.

Atentamente.


UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Filial Leoncio Prado
Ing. José Antonio Cárdenas Vega
DNI: 42878755
N° Reg. CIP- 150459

ANEXO 4

PANEL FOTOGRÁFICO

Figura 8
Encuesta en caserío Matapalo



Figura 9
Obteniendo información de la zona de estudio



Figura 10
Encuesta de la zona de estudio



Figura 11
Zonas de deslizamiento de tierras



Figura 12
Zonas de deslizamiento en la parte alta del caserío

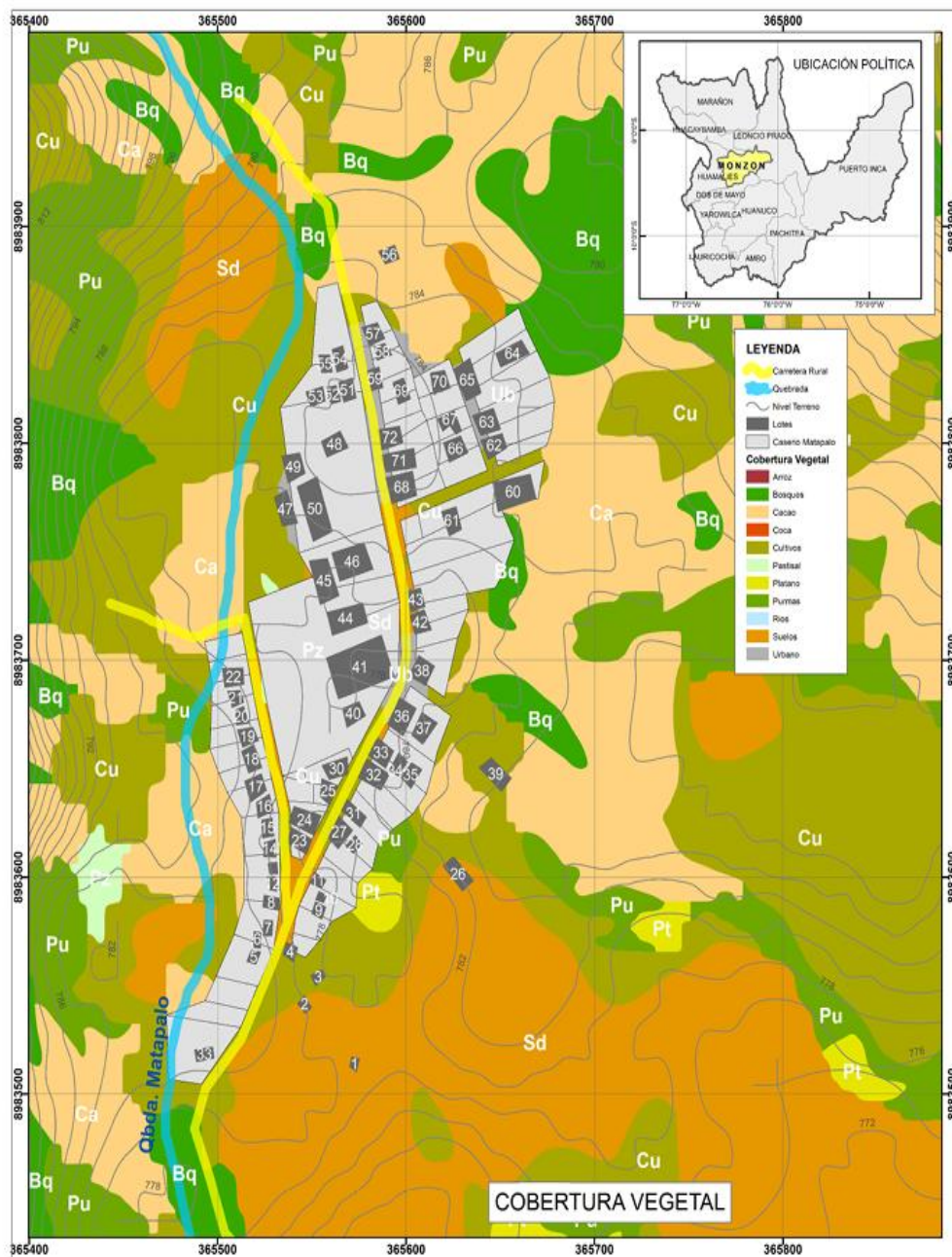


Figura 13
Población del caserío acompañando a las zonas de deslizamiento de tierras



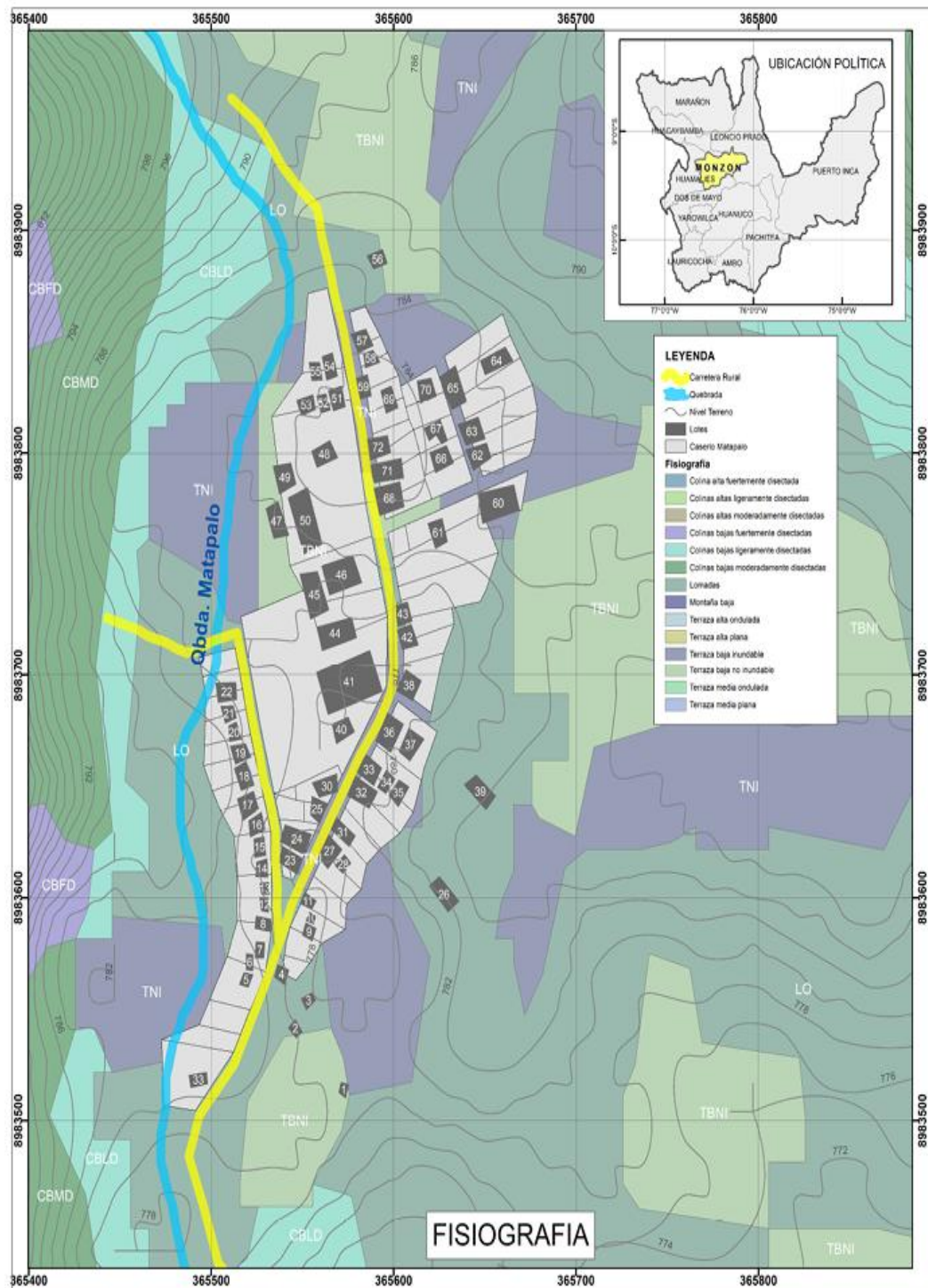
ANEXO 7

PLANOS DE LA CUENCA DE MATAPALO

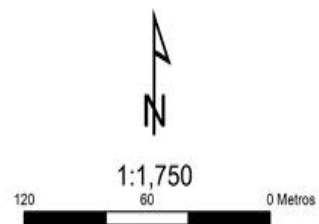


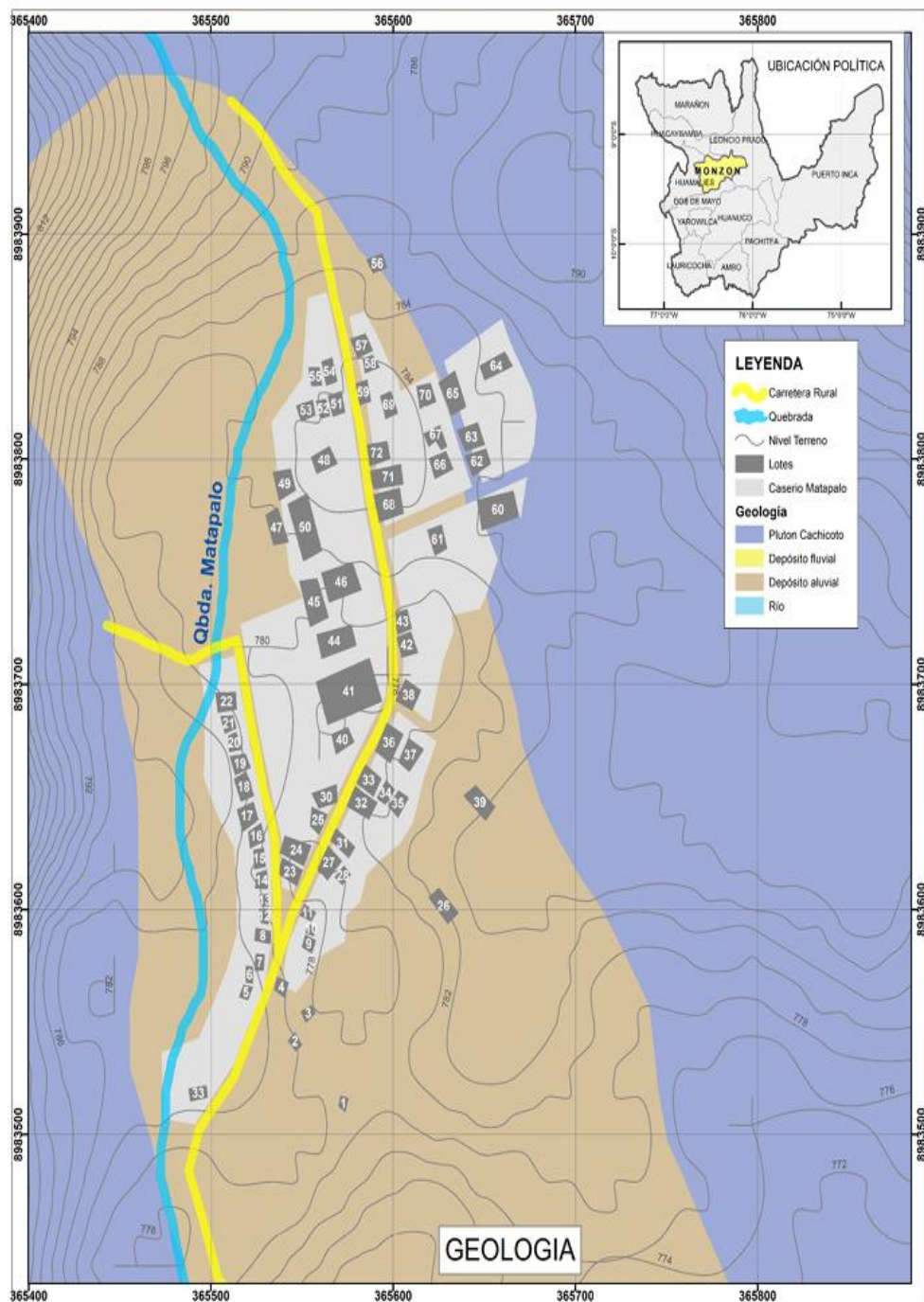
 UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO		
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL		
TEMA: ESTIMACIÓN DE RIESGO DE SUSCEPTIBILIDAD DE DESLIZAMIENTO DE TIERRAS EN EL CASERIO DE MATAPALO, DISTRITO MONZÓN		
MAPA: COBERTURA VEGETAL		
UBICACIÓN POLÍTICA: DISTRITO: MONZÓN PROVINCIA: HUÁNUCO REGIÓN: HUÁNUCO	UBICACIÓN GEOGRÁFICA: DATUM: WGS 84 PROYECCIÓN: UTM ZONA: 18 Sur	ELABORADO POR: INCH VELAQUEZ PENSOP IREYLA TATIANA REVISADO POR: MSc. MAURICIO VÁSQUEZ LLEMANE



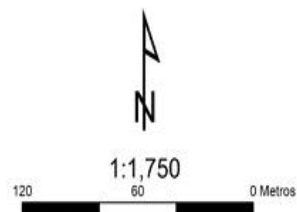


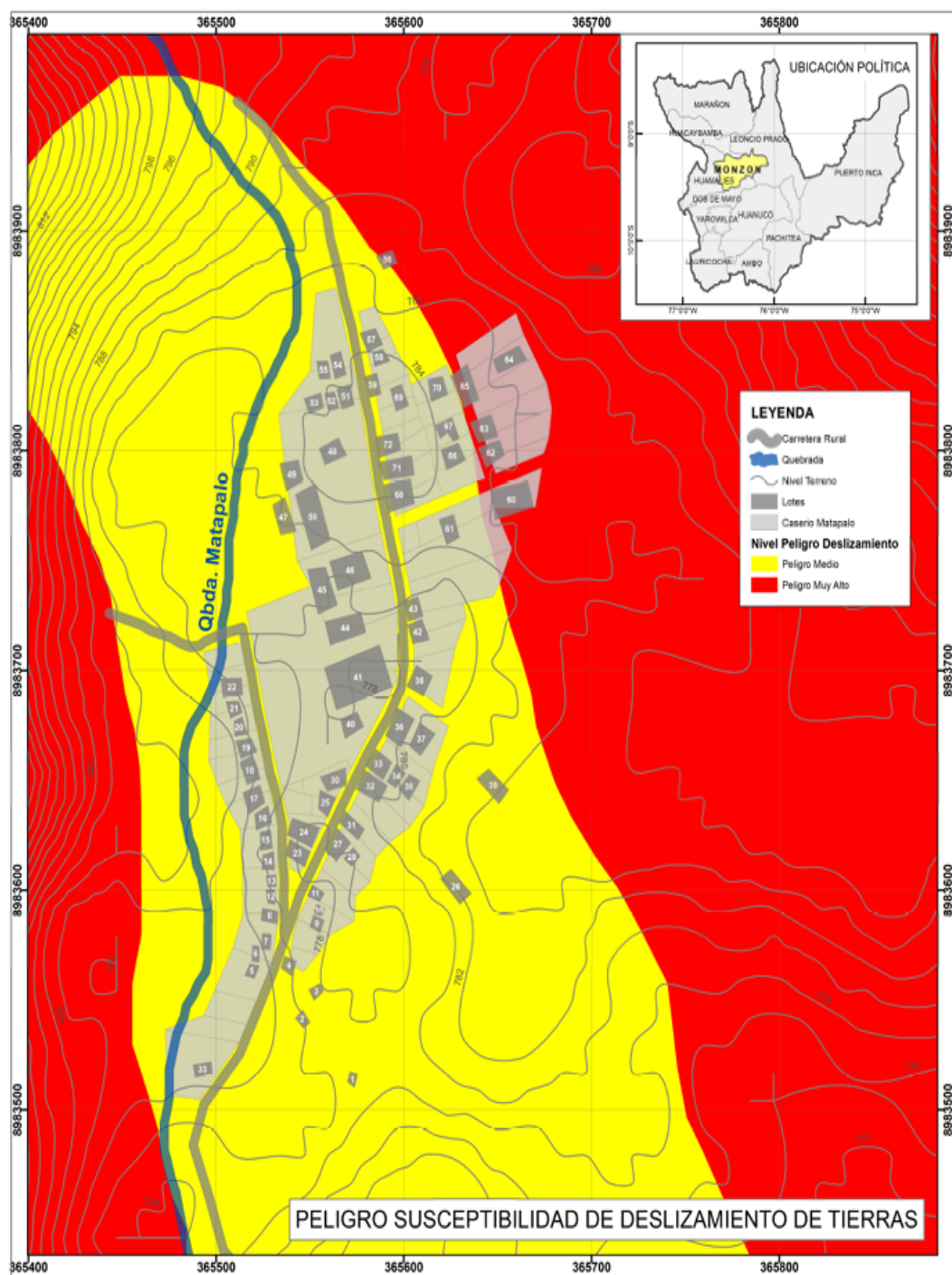
 UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO		
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL		
TEMA: ESTIMACIÓN DE RIESGO DE SUSCEPTIBILIDAD DE DESLIZAMIENTO DE TIERRAS EN EL CASERIO DE MATAPALO, DISTRITO MONZÓN		
MAPA: FISIOGRAFIA		
UBICACIÓN POLÍTICA: DISTRITO: MONZÓN PROVINCIA: HUÁNUCO REGION: HUÁNUCO	UBICACIÓN GEOGRÁFICA: DATUM: WGS 84 PROYECCIÓN: UTM ZONA: 18 Sur	ELABORADO POR: NACH VELÁSQUEZ RENDERO DHEILA TATIANA REVISADO POR: DRA. MARIBEL VÁSQUEZ L. (R008)



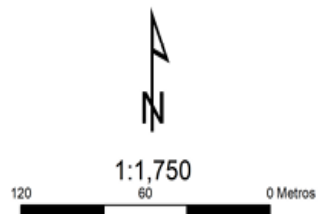


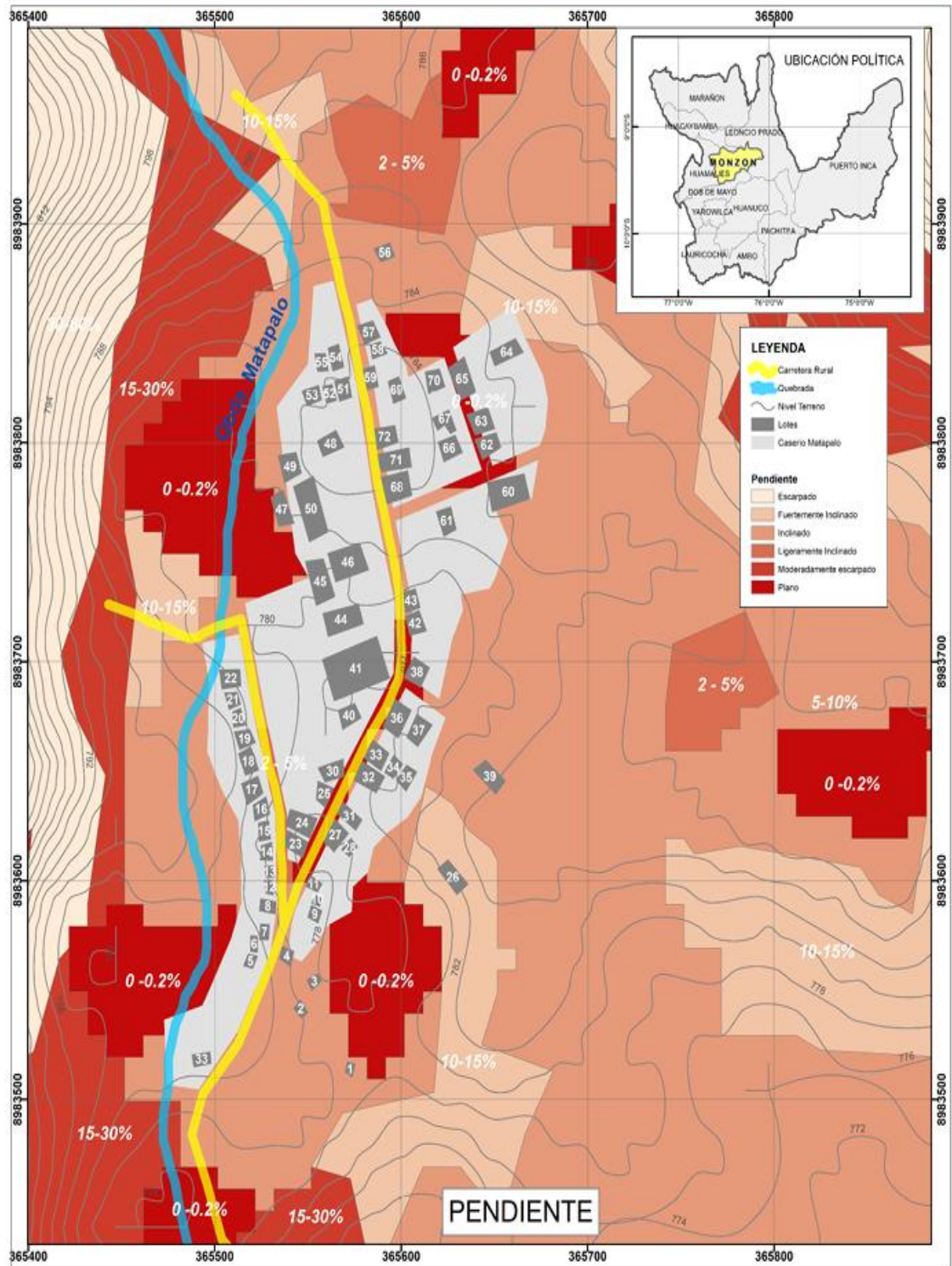
 UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO		
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL		
TEMA: ESTIMACIÓN DE RIESGO DE SUSCEPTIBILIDAD DE DESLIZAMIENTO DE TIERRAS EN EL CASERIO DE MATAPALO, DISTRITO MONZÓN		
MAPA: GEOLOGIA		
UBICACIÓN POLÍTICA: DISTRITO: MONZÓN PROVINCIA: HUÁNUCO REGIÓN: HUÁNUCO	UBICACIÓN GEOGRÁFICA: DATUM: WGS 84 PROYECCIÓN: UTM ZONA: 18 Sur	ELABORADO POR: RASHI YOLANQUEZ RENGIFO SHELILA TATIANA REVISADO POR: MRS. NAUWIRDO VASQUEZ LITIMPE



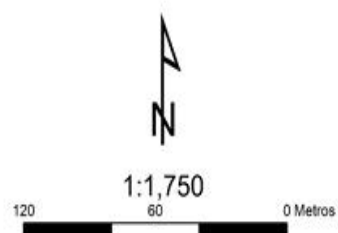


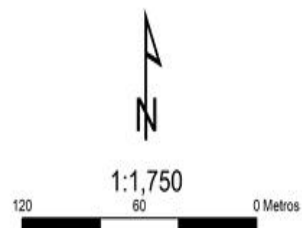
 UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO		
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL		
TESIS: ESTIMACIÓN DE RIESGO DE SUSCEPTIBILIDAD DE DESLIZAMIENTO DE TIERRAS EN EL CASERIO DE MATAPALO, DISTRITO MONZÓN		
MAPA: PELIGRO SUSCEPTIBILIDAD DE DESLIZAMIENTO DE TIERRAS		
UBICACIÓN POLÍTICA: DISTRITO: MONZÓN PROVINCIA: HUÁNUCO REGIÓN: HUÁNUCO	UBICACIÓN GEOGRÁFICA: DATUM: WGS 84 PROYECCIÓN: UTM ZONA: 18 Sur	ELABORADO POR: BACH. VELÁSQUEZ RENGIFO SHEYLA TATIANA REVISADO POR: MSc. NÚÑEZ VÁSQUEZ LILIANE

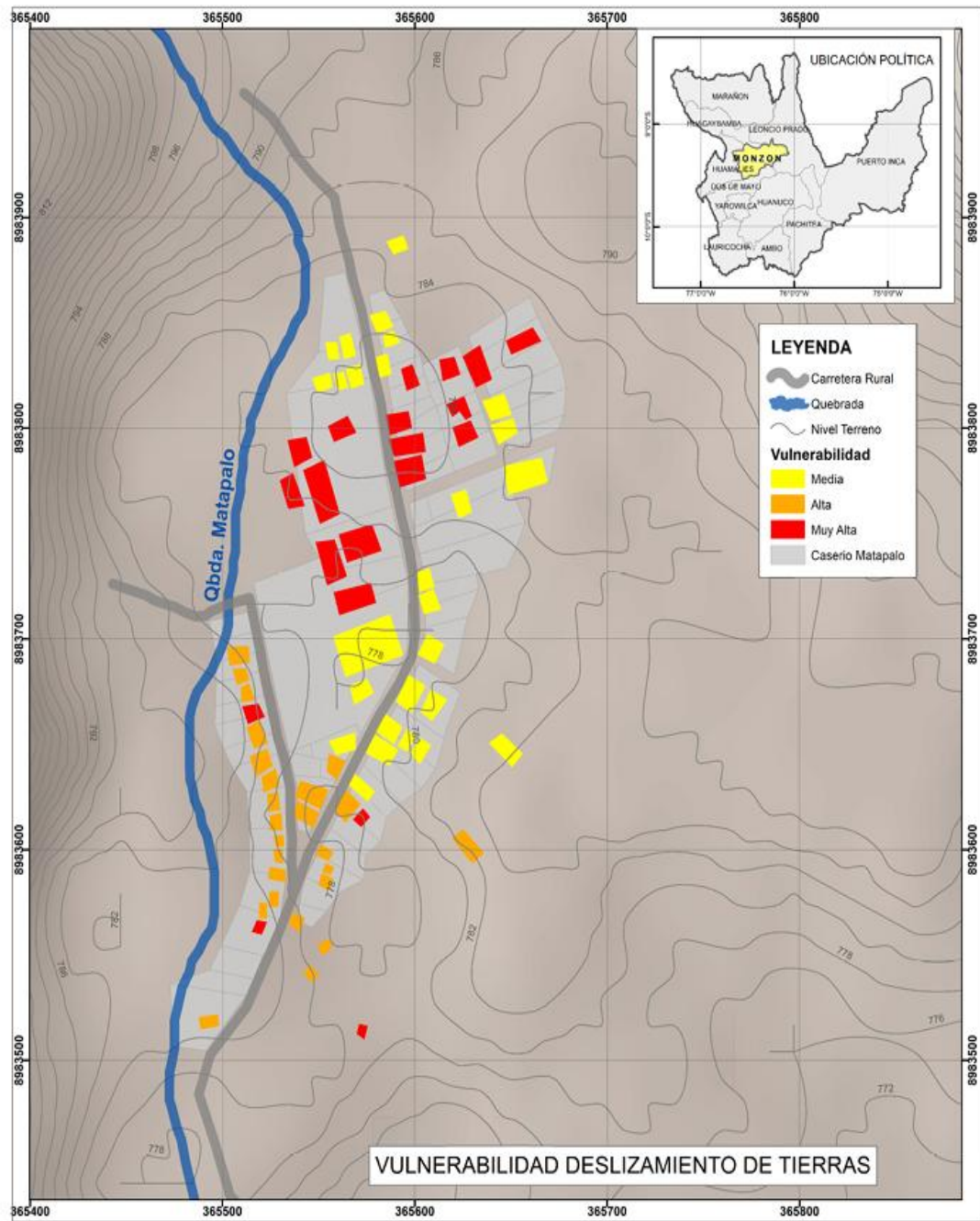




 UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO		
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL		
TEMA: ESTIMACIÓN DE RIESGO DE SUSCEPTIBILIDAD DE DESLIZAMIENTO DE TIERRAS EN EL CASERIO DE MATAPALO, DISTRITO MONZON		
MAPA: PENDIENTE		
UBICACIÓN POLITICA: DISTRITO: MONZON INGENIERIA: AGUA REGION: HUÁNUCO	UBICACIÓN GEOGRAFICA: DATUM: WGS 84 PROYECCION: UTM ZONA: 18 Sur	ELABORADO POR: RASHI VELAZQUEZ RENDERO SHEYLA TATIANA REVISADO POR: DR. RAFAEL VASQUEZ UTRUI

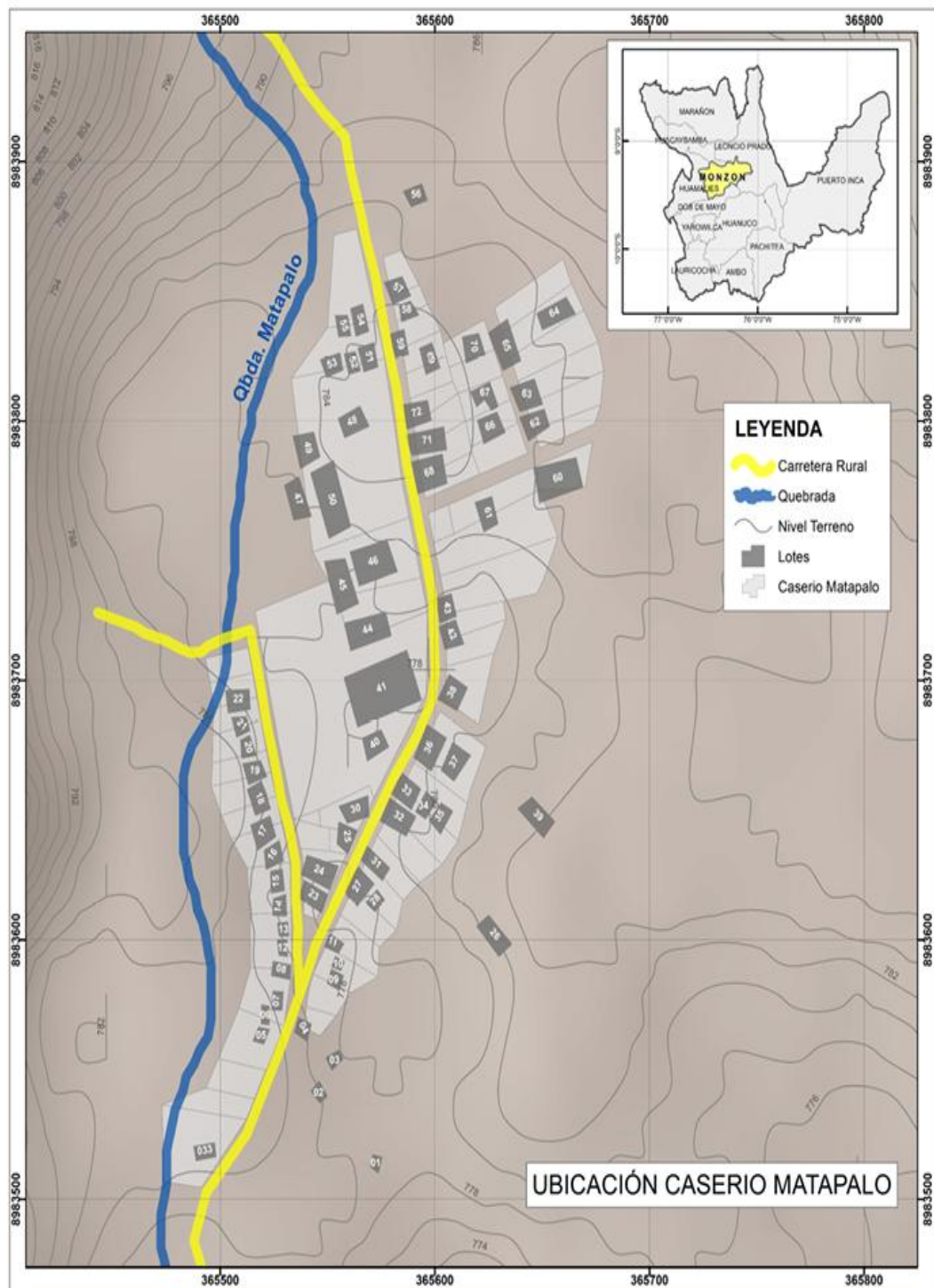






UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO		
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL		
TEMA:		
ESTIMACIÓN DE RIESGO DE SUSCEPTIBILIDAD DE DESLIZAMIENTO DE TIERRAS EN EL CASERIO DE MATAPALO, DISTRITO MONZÓN		
MAPA:		
VULNERABILIDAD DESLIZAMIENTO DE TIERRAS		
UBICACIÓN POLÍTICA:	UBICACIÓN GEOGRÁFICA:	ELABORADO POR:
DISTRITO: MONZÓN	DATUM: 1955 M	DAÑO VELASQUEZ RENGIFO SHEYLA TATIANA
PROVINCIA: HUÁNUCO	PROYECCIÓN: UTM	REVISADO POR:
REGION: HUÁNUCO	ZONA: 18 Sur	MSc. INVARRO VÁSQUEZ LLERME





UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO		
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL		
ESTIMACIÓN DE RIESGO DE SUSCEPTIBILIDAD DE DESLIZAMIENTO DE TIERRAS EN EL CASERIO DE MATAPALO, DISTRITO MONZÓN		
UBICACIÓN CASERIO MATAPALO		
UBICACIÓN POLÍTICA:	UBICACIÓN GEOGRÁFICA:	ELABORADO POR:
DISTRITO: MONZÓN	DATUM: WGS 84	BAOÍ VELÁSQUEZ RENGIFO SHEILA TATIANA
PROVINCIA: HUÁNUCO	PROYECCIÓN: UTM	REVISADO POR:
MEDIO: HUÁNUCO	ZONA: 18 Sur	MSc. NOLANNO VÁSQUEZ LLERME

