

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



T E S I S

**Evaluación de riesgo geológico por remociones en masa del sector barro
blanco, Chontabamba – Oxapampa – Pasco - 2024**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Geólogo

Autores:

Bach. Patrick Johan LOPE CARHUAMACA

Bach. Cliff O'Smar GARCIA TORRES

Asesor:

Dr. Favio Máximo MENA OSORIO

Cerro de Pasco – Perú – 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



T E S I S

**Evaluación de riesgo geológico por remociones en masa del sector barro
blanco, Chontabamba – Oxapampa – Pasco - 2024**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. José Fermín HINOJOSA DE LA SOTA
PRESIDENTE

Mg. Vidal Víctor CALSINA COLQUI
MIEMBRO

Mg. Eder Guido ROBLES MORALES
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ingeniería

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 323-2025-UNDAC/UIFI

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

**Evaluación de riesgo geológico por remociones en masa del sector barro blanco,
Chontabamba – Oxapampa – Pasco - 2024**

Apellidos y nombres de los tesisas

Bach. Patrick Johan, LOPE CARHUAMACA.

. Bach. Cliff O'Smar, GARCIA TORRES

Apellidos y nombres del Asesor:

Dr. Favio Máximo, MENA OSORIO

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería Geológica

Índice de Similitud

17 %

APROBADO

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes.

Cerro de Pasco, 2 de octubre del 2025



Firmado digitalmente por PALOMINO
ISIDRO Rubén Edgar FAU
20154605046 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 02/10/2025 17:51:26 -05:00

DEDICATORIA

A mis padres, Roberto Lope Bernuy, por su apoyo incondicional y a Eduvina Irma Carhuamaca Pichuiza, por ser el soporte emocional, ya que gracias a ellos soy quien soy ahora.

A mi hermano, Stiven Lope Carhuamaca, por ser el hermano incisivo, molesto y alegre que me inspira a seguir adelante con determinación.

Patrick Johan Lope Carhuamaca

En principio dar gracias a Dios por la vida que nos brinda, seguidamente dedico a mi madre Dina Torres por su apoyo incommensurable en este camino profesional, es la fuente de mi motor y motivo para seguir de pie día a día.

También a mis hermanos Fiorella, Arnold y Anderson que son mi soporte para no rendirme, y que debo seguir luchando hasta alcanzar la cima.

Cliff O'Smar Garcia Torres

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradecer a Dios por darnos la confianza y fuerza para poder culminar este trabajo.

Seguidamente agradecer a nuestros padres por su apoyo motivacional para seguir avanzando este objetivo.

Al Coordinador de Enlace Regional de Pasco Ing. Meril Albert Cajaleon Ambrosio, del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), por su capacitación con respecto a la Evaluación de Riesgos (EVAR).

Al Ing. Marco Sifuentes, especialista técnico en Gestión de Riesgos de Desastres, por darnos la orientación y guía en el proceso de este trabajo arduo de este estudio.

RESUMEN

De acuerdo a esta investigación de Evaluación de riesgo geológico por remociones en masa del sector Barro Blanco, Distrito de Chontabamba, Provincia Oxapampa, Región Pasco, tiene como objetivo general determinar y evaluar los riesgos geológicos por remociones en masa del sector Barro Blanco. Como también los objetivos específicos, identificar los eventos de remociones en masa que existe en el sector Barro Blanco. Determinar los niveles de peligrosidad, vulnerabilidad y riesgo en el sector Barro Blanco. Plantear medidas de prevención y reducción de riesgo geológico por remociones en masa en el sector Barro Blanco. El tipo de investigación utilizado fue el mixto (cuantitativo y cualitativo). El nivel de investigación empleado fue el descriptivo - explicativo, proporcionando un análisis profundo de la situación de riesgos geológicos en la zona. La metodología aplicada en la presente investigación se desarrolló, teniendo en cuenta el tipo de investigación mencionado, mediante el proceso de análisis jerárquico de acuerdo a la escala de Saaty, empleando los softwares Excel y ArcGIS. La población de estudio corresponde a la cuenca del río Paucartambo y la muestra al área de influencia de la sub cuenca del río Pusapno del distrito de Chontabamba. Los resultados obtenidos fueron: Nivel de Peligro: Alto y Muy alto. Nivel de vulnerabilidad: Bajo, Medio y Alto. Nivel de Riesgo: Medio y Alto. Posteriormente se tomó medidas de prevención y reducción de riesgos por deslizamientos de acuerdo a estos resultados obtenidos.

Palabras clave: deslizamientos, remociones, peligro, vulnerabilidad, riesgo.

ABSTRACT

According to this research, the assessment of geological risks due to mass removals in the Barro Blanco sector, Chontabamba District, Oxapampa Province, Pasco Region, the general objective is to determine and evaluate the geological risks due to mass removals in the Barro Blanco sector. The specific objectives are also to identify mass removal events in the Barro Blanco sector. To determine the levels of hazard, vulnerability, and risk in the Barro Blanco sector. To propose measures to prevent and reduce geological risk due to mass removals in the Barro Blanco sector. The type of research used was mixed (qualitative and quantitative). The level of research employed was descriptive-explanatory, providing an in-depth analysis of the geological risk situation in the area. The methodology applied in this research was developed, taking into account the aforementioned type of research, through the hierarchical analysis process according to the Saaty scale, using Excel and ArcGIS software. The study population corresponds to the Paucartambo River basin and the sample is from the area of influence of the Pusapno River sub-basin in the Chontabamba district. The results obtained were: Hazard Level: High and Very High. Vulnerability Level: Low, Medium, and High. Risk Level: Medium and High. Measures to prevent and reduce landslide risks were subsequently taken based on these results.

Keywords: landslides, removals, hazard, vulnerability, risk.

INTRODUCCIÓN

Esta investigación da a conocer los diversos fenómenos geológicos que representan una amenaza significativa para la seguridad de las poblaciones y el desarrollo de sus actividades. En particular, las remociones en masa, es decir, relacionados a eventos de deslizamientos de rocas y suelo, ya que son recurrentes en áreas montañosas con condiciones geológicas y meteorológicas adversas como en la zona de estudio actual. Eventos frecuentes que se manifiestan a causa de las lluvias intensas (Precipitaciones), que, en consecuencia, a ello, fue motivo realizar esta investigación conociendo el problema central que es la necesidad de evaluación de riesgo por remociones en masa en el sector Barro Blanco, Distrito de Chontabamba, Provincia Oxapampa y Región Pasco. Este estudio viendo en términos de Gestión de Riesgos de Desastres, destaca el componente Prospectivo que interviene las estrategias de estimación y prevención, y el componente Correctivo que interviene las estrategias de reducción y reconstrucción. Este estudio tiene como objetivo realizar la evaluación de riesgo geológico en el sector Barro Blanco, centrada en las remociones en masa, con la finalidad de proporcionar medidas de planificación preventiva, que reduzcan la probabilidad de ocurrencia y los impactos de los desastres, como también en la implementación de acciones inmediatas y de mediano plazo para mitigar los efectos de las remociones en masa, buscando reducir los daños a las personas y bienes en caso de que estos eventos se materialicen. La metodología que se aplicó a esta evaluación, se desarrolló en base al “Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales” – 02 Versión – CENEPRED, con los criterios técnicos de un profesional evaluador acreditado, con habilidades en el uso de herramientas geoespaciales y cumplir con las normativas del mismo CENEPRED, que comprende con la recopilación de información relevante de la zona de estudio como datos históricos, geográficos y socioeconómicos, posteriormente

se pasa al análisis de la susceptibilidad a través de los factores condicionantes y factores desencadenantes, más el análisis de los parámetros de evaluación y así determinar el nivel de peligrosidad. Seguidamente con el análisis de vulnerabilidad estimando informaciones entorno a la exposición, fragilidad y resiliencia de las dimensiones social, económico y ambiental. Luego al cálculo del nivel de riesgo, también determinar el control de riesgo y para culminar en la formulación de propuestas de carácter estructural y carácter no estructural.

Para un mejor desarrollo la presente investigación se ha estructurado en cuatro capítulos:

En el capítulo I presenta la identificación y determinación del problema para así poder formular el problema general y específicos de acuerdo a la zona de estudio, como también formular el objetivo general y específicos.

En el capítulo II se menciona acerca del marco teórico los antecedentes de estudio, las bases teóricas científicas, las definiciones de términos conceptuales y el enfoque filosófico – epistémico.

Seguidamente en el capítulo III se da a conocer la metodología y técnicas de investigación.

Finalmente, en el capítulo IV se da a conocer la presentación de resultados. Como parte final con las conclusiones y recomendaciones tomando en cuenta las estrategias preventivas y correctivas eficaces para esta evaluación correspondiente.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Delimitación de la investigación.....	2
1.3. Formulación del problema	2
1.3.1. Problema general.....	2
1.3.2. Problema específico	3
1.4. Formulación de objetivos.....	3
1.4.1. Objetivo general	3
1.4.2. Objetivos específicos	3
1.5. Justificación de la investigación	3
1.6. Limitaciones de la investigación.....	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio.....	5
2.1.1. A nivel internacional	5
2.1.2. A nivel nacional	8
2.2. Bases teóricas científicas	11

2.2.1. Remociones en masa	12
2.2.2. Clasificación de remociones en masa	12
2.2.3. Factores condicionantes	16
2.2.4. Factores desencadenantes.....	18
2.3. Definición de términos conceptuales	19
2.4. Enfoque filosófico epistémico	23

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación	27
3.2. Nivel de investigación.....	28
3.3. Características de la investigación	28
3.4. Métodos de investigación.....	28
3.5. Diseño de investigación	29
3.6. Procedimiento de muestreo	29
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	30
3.7.1. Técnicas.....	30
3.7.2. Instrumentos	30
3.7.3. Instrumento de encuesta validada	30
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	32
3.9. Orientación ética	36

CAPITULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación, análisis e interpretación de resultados	37
4.1.1. Aspectos Generales	37
4.1.2. Prueba de hipótesis.....	133

4.2. Discusión de resultados.....134

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación de remociones en masa, en base a los peligros generados por fenómenos de origen natural, elaboración propia basada en Varnes (1978) y el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión (2014)	13
Tabla 2 Factores condicionantes relevantes para cada tipo de remoción de masa	16
Tabla 3 Clasificación de Factores Desencadenantes, elaboración basada en CENEPRED (2014)	19
Tabla 4 Escala de Saaty (PAJ).....	33
Tabla 5 Límites Geopolíticos	37
Tabla 6 Caracterización de umbrales de precipitación.....	55
Tabla 7 Umbrales de precipitación para la estación de Oxapampa.....	56
Tabla 8 Precipitaciones máximas de su serie históricas en la estación de Oxapampa. .	56
Tabla 9 Unidades Geomorfológicas de la zona de estudio.....	57
Tabla 10 Estratificación de Pendientes.....	59
Tabla 11 Factores Condicionantes.....	65
Tabla 12 Ponderación de los factores condicionantes.....	65
Tabla 13 Normalización de los factores condicionantes.	66
Tabla 14 Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) de los factores condicionantes.	66
Tabla 15 Descriptores del factor condicionante "Pendiente"	66
Tabla 16 Ponderación de los descriptores del factor condicionante "Pendiente".....	67
Tabla 17 Normalización de los descriptores del factor condicionante "Pendiente".....	67
Tabla 18 Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del FC "Pendiente".....	67

Tabla 19 Descriptores del factor condicionante "Geomorfología".	68
Tabla 20 Ponderación de los descriptores del factor condicionante "Geomorfología".	68
Tabla 21 Normalización de los descriptores del factor condicionante "Geomorfología".	
.....	69
Tabla 22 Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del FC "Geomorfología"	69
Tabla 23 Descriptores del factor condicionante "Geología".	70
Tabla 24 Ponderación de los descriptores del factor condicionante "Geología".....	70
Tabla 25 Normalización de los descriptores del factor condicionante "Geología".....	71
Tabla 26 Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del FC "Geología".	
.....	71
Tabla 27 Descriptores del factor desencadenante "Precipitación".	72
Tabla 28 Ponderación de los descriptores del factor desencadenante "Precipitación" ..	73
Tabla 29 Normalización de los descriptores del factor desencadenante "Precipitación".	
.....	73
Tabla 30 Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del FD "Precipitación".....	73
Tabla 31 Parámetros de evaluación del deslizamiento.....	75
Tabla 32 Ponderación de los parámetros de evaluación.....	75
Tabla 33 Normalización de los parámetros de evaluación.....	75
Tabla 34 Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) de los Parámetros de Evaluación.	76
Tabla 35 Descriptores del parámetro de evaluación "Erosión".....	76
Tabla 36 Ponderación del parámetro "Erosión".....	77
Tabla 37 Normalización del parámetro "Erosión"	78

Tabla 38 Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del P.E. "Erosión".	78
Tabla 39 Descriptores del parámetro de evaluación "Textura de suelo".....	79
Tabla 40 Ponderación del parámetro "Textura de suelo".	79
Tabla 41 Normalización del parámetro "Textura de suelo".	80
Tabla 42 Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del P.E. "Textura de suelo".	80
Tabla 43 Descriptores del parámetro de evaluación "Velocidad de desplazamiento" ..	80
Tabla 44 Ponderación del parámetro "Velocidad de desplazamiento"	81
Tabla 45 Normalización del parámetro "Velocidad de desplazamiento"	81
Tabla 46 Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del P.E. "Velocidad desplazamiento".	81
Tabla 47 Ponderación de los parámetros de evaluación para la elaboración del mapa de peligros.	82
Tabla 48 Nivel de peligrosidad por deslizamientos.....	82
Tabla 49 Estratificación de nivel de peligrosidad de deslizamiento.	83
Tabla 50 Parámetros de la Evaluación Social, Económica y Ambiental.....	88
Tabla 51 Descriptor del Factor Exposición Social.	88
Tabla 52 Descriptores de “Personas Expuestas”	88
Tabla 53 Ponderación de los Descriptores de “Personas Expuestas”	88
Tabla 54 Normalización de los Descriptores de “Personas Expuestas”	89
Tabla 55 Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) de “Personas Expuestas”	89
Tabla 56 Descriptor del Factor Fragilidad Social.....	89
Tabla 57 Descriptores de “Grupo Etario”.....	90

Tabla 58 Ponderación de Descriptores de “Grupo Etario”.....	90
Tabla 59 Normalización de Descriptores de “Grupo Etario”.....	91
Tabla 60 Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) de “Grupo Etario”.....	91
Tabla 61 Descriptor del Factor Resiliencia Social	91
Tabla 62 Descriptores de “Capacitación en Gestión de Riesgos de Desastres”.....	92
Tabla 63 Ponderación de Descriptores de “Capacitación en Gestión de Riesgos de Desastres”.....	93
Tabla 64 Normalización de Descriptores de “Capacitación en Gestión de Riesgos de Desastres”.....	94
Tabla 65 Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) de “Capacitación en Gestión de Riesgos de Desastres”.....	95
Tabla 66 Descriptor del Factor Exposición Económica.	95
Tabla 67 Descriptores de “Área Agrícola”.....	95
Tabla 68 Ponderación de Descriptores de “Área Agrícola”.....	96
Tabla 69 Normalización de Descriptores de “Área Agrícola”.....	96
Tabla 70 Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) de “Área Agrícola”.....	97
Tabla 71 Descriptores de “Distancia al Cruzar la Vía Expuesta al Peligro”.....	97
Tabla 72 Ponderación de Descriptores de “Distancia de Exposición de la Vía”.....	98
Tabla 73 Normalización de Descriptores de “Distancia al Cruzar la Vía Expuesta al Peligro”.....	98
Tabla 74 Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) de “Distancia al Cruzar la Vía Expuesta al Peligro”.....	99
Tabla 75 Descriptor del Factor Fragilidad Económica.....	99

Tabla 76 Descriptores de “Topografía de Terreno”.....	99
Tabla 77 Ponderación de Descriptores de “Topografía de Terreno”.....	99
Tabla 78 Normalización de Descriptores de “Topografía de Terreno”.....	100
Tabla 79 Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) de “Topografía de Terreno”.....	100
Tabla 80 Descriptor del Factor Resiliencia Económica.	100
Tabla 81 Descriptores de “Se Involucra la Municipalidad”.....	101
Tabla 82 Ponderación de Descriptores de “Se Involucra la Municipalidad”.....	102
Tabla 83 Normalización de Descriptores de “Se Involucra la Municipalidad”.....	103
Tabla 84 Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) de “Se Involucra la Municipalidad”.....	104
Tabla 85 Descriptor del Factor Exposición Ambiental.	104
Tabla 86 Descriptores de “Perdida de Suelo”.....	105
Tabla 87 Ponderación de Descriptores de “Perdida de Suelo”.....	106
Tabla 88 Normalización de Descriptores de “Perdida de Suelo”.....	107
Tabla 89 Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) de “Perdida de Suelo”.....	108
Tabla 90 Descriptor del Factor Fragilidad Ambiental.....	109
Tabla 91 Descriptores de “Características Geológicas del Suelo”.....	109
Tabla 92 Ponderación de Descriptores de “Características Geológicas del Suelo”....	110
Tabla 93 Normalización de Descriptores de “Características Geológicas del Suelo”.	111
Tabla 94 Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) de “Características Geológicas del Suelo”.....	112
Tabla 95 Descriptor del Factor Resiliencia Ambiental.	112
Tabla 96 Descriptores de “Capacitación en temas de conservación ambiental”.....	113

Tabla 97 Ponderación de Descriptores de “Capacitación en temas de conservación ambiental”.....	114
Tabla 98 Normalización de Descriptores de “Capacitación en temas de conservación ambiental”.....	116
Tabla 99 Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) de “Capacitación en temas de conservación ambiental”.....	117
Tabla 100 Nivel de Vulnerabilidad.	118
Tabla 101 Estratificación del Nivel de Vulnerabilidad.	118
Tabla 102 Niveles de Riesgo del Deslizamiento.	123
Tabla 103 Matriz de Peligro Vs Vulnerabilidad de deslizamiento.	123
Tabla 104 Estratificación del Nivel de Riesgo.	124

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Esquema de caídas de rocas	14
Figura 2 Esquema de deslizamiento traslacional y rotacional.	15
Figura 3 Esquema de flujo canalizado y flujo no canalizado.....	15
Figura 4 Esquema de extensiones laterales	16
Figura 5 Flujograma de Evaluación de riesgos.	34
Figura 6 Vista satelital del área de investigación	38
Figura 7 Mapa de Ubicación	39
Figura 8 Vía de acceso a la zona de estudio.....	40
Figura 9 Mapa Hidrológico y localización del área del proyecto	41
Figura 10 Vista de la flora en la zona de estudio.	42
Figura 11 Vista de ave Caracara de vientre blanco en la zona de estudio.	43
Figura 12 Suelos de tipo lítico con texturas arenosas en la zona de estudio.....	45
Figura 13 Meteorización de la unidad San Ramón.	46
Figura 14 Grupo Pucará, tomada hacia el NW de la zona de estudio.	48
Figura 15 Muestra de roca ígnea / monzogranito.....	49
Figura 16 Columna Estratigráfica Regional	50
Figura 17 Mapa Geológico Regional	51
Figura 18 Mapa de la geología local	52
Figura 19 Mapa de la geología estructural.	53
Figura 20 Mapa Geomorfológico	58
Figura 21 Mapa de pendientes de la zona de estudio.	60
Figura 22 Metodología para determinar los niveles de peligro para deslizamiento.....	61
Figura 23 Clasificación de peligros.....	63
Figura 24 Clasificación de peligros generados por fenómenos de origen natural.....	63

Figura 25 Factores condicionantes para peligro por deslizamiento.	65
Figura 26 Factores desencadenantes.	72
Figura 27 Parámetros de evaluación del deslizamiento.	74
Figura 28 Mapa de peligro de deslizamiento en la zona de estudio.	85
Figura 29 Factores de la Vulnerabilidad.	85
Figura 30 Distribución de la Población en términos de la Vulnerabilidad.	86
Figura 31 Metodología para determinar los niveles de Vulnerabilidad.	87
Figura 32 Parámetros para el análisis de vulnerabilidad.	87
Figura 33 Mapa de Vulnerabilidad.	120
Figura 34 Metodología para el cálculo de riesgo.	122
Figura 35 Mapa de Riesgo.	127
Figura 36 Niveles de Consecuencias por Deslizamiento.	128
Figura 37 Niveles de Frecuencia de ocurrencia por Deslizamiento.	129
Figura 38 Matriz de Consecuencia vs Frecuencia para determinar los Daños.	129
Figura 39 Matriz de Aceptabilidad y Tolerancia.	130
Figura 40 Nivel de Priorización.	131
Figura 41 Construcción de gaviones en los pies de las laderas.	131
Figura 42 Implementación de geomallas y anclajes.	132

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Los riesgos geológicos representan escenarios potenciales de daños que podrían surgir como resultado de fenómenos naturales (SGM, 2017). Hay diversos procesos geológicos que pueden desencadenar estos escenarios. Estas remociones en masa, que incluyen deslizamientos de tierra, desprendimientos de rocas, y otros eventos similares, son un riesgo natural inherente a la geografía y a la topografía de la región, pero pueden ser exacerbados por factores como la actividad humana, cambios climáticos, entre otros.

El sector Barro Blanco, ubicado en el Distrito Chontabamba de la Provincia Oxapampa, en el departamento de Pasco, enfrenta desafíos significativos en términos de riesgo geológico. Estos desafíos pueden tener un impacto negativo directo en la seguridad de la población local, la infraestructura existente y las actividades económicas de la región. Por lo tanto, es fundamental realizar una evaluación exhaustiva de estos riesgos para comprender mejor su naturaleza y tomar medidas preventivas y correctivas adecuadas.

La falta de una evaluación sistemática y detallada de estos riesgos en el sector Barro Blanco impide una comprensión completa de los peligros a los que está expuesta la población y la infraestructura local. Además, la ausencia de medidas preventivas y de mitigación adecuadas aumenta la vulnerabilidad de la comunidad y sus activos ante eventos adversos.

Por lo tanto, el problema central que motiva esta investigación es la necesidad de realizar una “evaluación integral del riesgo de remociones en masa en el sector Barro Blanco”. Esta evaluación no solo identificará los peligros existentes, sino que también nos permitan comprender mejor los factores que contribuyen a estas remociones en masa, evaluar su probabilidad y magnitud, y desarrollar estrategias efectivas de gestión de riesgos.

1.2. Delimitación de la investigación

La Delimitación espacial de la investigación comprende el área del proyecto en el sector Barro Blanco, a veintisiete (27) kilómetros del Distrito de Chontabamba, Provincia Oxapampa, Departamento Pasco. La Delimitación temporal de la investigación considerara la información y los datos comprendidos entre octubre del 2023 hasta julio del 2024 y los límites teóricos del análisis del problema de investigación considera la teoría de la evaluación de riesgos de remociones en masa.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cómo se determinará y evaluará el riesgo geológico por remociones en masa del sector Barro Blanco, Distrito Chontabamba, Provincia Oxapampa, Departamento Pasco?

1.3.2. Problema específico

- a. ¿Cómo identificar los eventos por remociones en masa en el sector Barro Blanco, Chontabamba – Oxapampa – Pasco?
- b. ¿Cuáles son los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo del sector Barro Blanco, Chontabamba – Oxapampa – Pasco?
- c. ¿Qué medidas de prevención y reducción de riesgo geológico por remociones en masa plantear en el sector Barro Blanco, Chontabamba – Oxapampa – Pasco?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar y evaluar el riesgo geológico por remociones en masa del sector Barro Blanco, Distrito Chontabamba, Provincia Oxapampa, departamento Pasco.

1.4.2. Objetivos específicos

- a. Identificar los eventos de remociones en masa en el sector Barro Blanco, Chontabamba – Oxapampa – Pasco.
- b. Determinar los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo del sector Barro Blanco, Chontabamba – Oxapampa – Pasco.
- c. Plantear medidas de prevención y reducción de riesgo geológico por remociones en masa en el sector Barro Blanco, Chontabamba – Oxapampa – Pasco.

1.5. Justificación de la investigación

El presente estudio se realiza con la finalidad de determinar y evaluar el riesgo geológico de remociones en masa del sector Barro Blanco, ya que es importante y urgente evaluar los riesgos de desastres naturales de esta zona por

motivos de que este sector Barro Blanco presenta reportes de emergencia por parte de los pobladores.

Este estudio se trata de realizar medidas de prevención y mitigación, con mapas de peligros y vulnerabilidad que servirán como metodología para próximas evaluaciones de riesgos.

1.6. Limitaciones de la investigación

El estudio se limita geográficamente al sector de Barro Blanco, dado que nuestro alcance se centra en analizar específicamente esta zona. Debido a variaciones climáticas y posibles condiciones particulares de otros sectores del distrito de Chontabamba, no podemos extrapolar nuestros resultados a áreas fuera de Barro Blanco.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. A nivel internacional

De acuerdo con Báez (2020) en su tesis titulada “Evaluación y zonificación del peligro de remociones en masa en Ruta G-25 Camino al Volcán, San José de Maipo, Región Metropolitana” tiene como objetivo evaluar y zonificar el peligro de remociones en masa, específicamente, deslizamientos de suelo, caídas de rocas y flujos aluviales en la ruta G-25, aplicando una metodología a escala local (1:10000) basado en aproximaciones heurísticas para luego se generen los mapas de peligro respectivo para cada remoción de masa. La muestra son los taludes que requieren una mitigación de riesgo para los peatones y los automóviles. Entre sus resultados se obtiene que la Ruta G-25 está expuesta principalmente a ser afectada por las caídas de rocas y flujos aluviales pero el fenómeno preponderante es el de la caída de rocas, la cual representa un peligro inminente para la vía en cambio los flujos son menos recurrentes, pero tienen un poder destructivo sobre el camino. Llegando a la conclusión de que la

Ruta G-25 se encuentra expuesta a la caída de rocas como un peligro Alto a Muy Alto mientras que hay tramos cuentan con una menor magnitud de peligro.

Según Schmidt, D. I., Winocur, D. A., Pitte, P. M., & Amigo, J. D. (2023)

En su artículo titulado “Condicionantes geológicos en la ocurrencia y evolución de los procesos de remoción en masa en la cuenca del río Fitz Roy, provincia de Santa Cruz” publicada en la revista de la Asociación Geológica Argentina, verifican la ocurrencia de procesos de remoción en masa esto por la pérdida de englazamiento, este estudio fue realizado a partir de un análisis geomorfológico donde se identificaron los procesos de remoción en masa activos e inactivos, se interpretó su génesis y estimó su edad en relación al retroceso del glaciar para, finalmente, proponer los factores condicionantes y detonantes asociados a estos movimientos. Teniendo como resultado que los movimientos identificados son el mega desplazamiento de aproximadamente uno 115 millones de m^3 esto dándose sobre la ladera sur del valle, el factor condicionante principal es litológico-estructural mientras que el detonante es un probable evento sísmico formando parte de eventos de remociones en masa inactivos, ahora del estudio de procesos de remociones en masa activos, se evidencia la relación entre el retiro glacial y su adelgazamiento con la actividad de los procesos gravitacionales consecuencia de la relajación de las laderas de esta manera se tiene como factor desencadenante al control climático y geomorfológico. Concluyendo que, de acuerdo a la comprensión de la evolución geomorfológica de este sector, reviste gran importancia para la futura evaluación de los riesgos geológicos existentes.

Según Ewerton, Carvalho de Matos, Modeiros de Miranda & Montoya (2024) en su artículo científico titulado “Susceptibility to Mass Movements in the Metropolitan Region of Natal, Rio Grande Do Norte, Brazil” tienen como

objetivo de estudio el de evaluar la posibilidad de deslizamientos de tierra en la región Metropolitana de Natal, Rio Grande, Brasil, mediante el cálculo de del factor de seguridad utilizando el software QGis para así poder analizar la susceptibilidad, de acuerdo con la NBR (Norma Brasileña) considera que un FS inferior a 1.5 puede ser considerado riesgosas, es por esto que se realizó la evaluación de fuerzas actuantes y resistentes, teniendo como resultados que la región de estudio tiene pocos puntos de preocupación. Llegando a concluir que se debe al tipo de suelo preponderante en la zona los pocos puntos de preocupación además de que la mayoría de las regiones con un FS muy bajo se encuentran catalogadas como protección ambiental, lugares donde no se permiten la construcción.

De acuerdo a Rozas Ruiz (2024) en su tesis para optar al título de Geólogo titulado “Análisis de susceptibilidad de procesos de remoción en masa en la cuenca de Nonguén, Concepción, Región del Biobío, Chile” tiene como objetivo realizar un análisis de susceptibilidad frente a procesos de remoción en masa para la cuenca de Nonguén que se encuentra ubicada en la región Biobío, Provincia de Concepción. Para poder realizar dicho análisis consideran los siguientes factores condicionantes: Pendiente, Elevación, Forma de ladera, Uso de suelo y Cercanía a red de drenajes, como factores desencadenantes son los siguientes: precipitaciones y la intervención humana, estos factores fueron ponderados por el análisis jerárquico de Saaty, para que posteriormente con el programa QGis generar archivos rasters para luego poder generar el mapa de susceptibilidad. Obteniendo resultados que hay una buena correlación entre los eventos y las zonas de susceptibilidad teniendo un 60% como zonas de alta susceptibilidad.

Estas se encuentran plasmadas en el mapa de susceptibilidad donde se interpretan las zonas de baja, moderada y alta susceptibilidad.

2.1.2. A nivel nacional

Según Guisado & Huaman (2023) en su tesis titulado “Evaluación de riesgos geológicos por movimientos en masa en la comunidad Pataccolca, del distrito de Cusipata, provincia de Quispicanchis del departamento de Cusco” tuvo como objetivo la identificación de niveles de riesgo que hay en la comunidad campesina Pataccolpa, siguieron la metodología que establece el CENEPRED y esta consistía en la identificación de amenazas naturales dando como resultados la presencia de deslizamientos rotacionales y reptación de suelos en diferentes sectores de la comunidad, por esto se realizaron análisis de registros históricos de desastres, el estudio características geológicas, geomorfológicas, hidrogeológicas y la consulta respectiva de bibliografía. Finalmente se evaluó la vulnerabilidad analizando factores como la calidad de viviendas, la infraestructura y los servicios básicos, llegando a la conclusión que la comunidad tiene una vulnerabilidad muy alto y alto.

De acuerdo con el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2021) en su informe técnico N° A7174 “Evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en el sector Tejahuasi. Distrito de Yanacancha, provincia y departamento de Pasco” tiene como objetivo evaluar los peligros geológicos por movimientos en masa en el sector de Tejua que pertenece al distrito de Yanacancha, provincia y departamento Pasco. Menciona que las unidades litoestratigráficas que afloran en la zona de estudio son la Formación Jumasha y Miembro Cacuán de la Formación Pocobamba mientras que las geoformas que se encuentran en la zona de estudio

son de origen tectónico-degradacional, teniendo como resultados que los eventos en el sector Tejuasi corresponden a peligros de remociones en masa como deslizamientos, derrumbe, caída de rocas y reptación teniendo a los factores desencadenantes a las lluvias intensas y sismos. Llegando a concluir que el sector de Tejahuasi, se encuentra en peligro muy alto a la ocurrencia de deslizamientos, derrumbes, caída de rocas y reptación, considerando que éste último podría provocar una futura reactivación del deslizamiento rotacional antiguo.

De acuerdo a Ramirez (2019) en su tesis titulado “Evaluación de riesgos geológicos en Villa la Paz, Distrito de Sullana – Región Piura, año 2019” tiene como objetivo el realizar una estudio de evaluación de riesgo geológico en los tres sectores de Villa la Paz, su estudio consta de dos métodos la primera fase es de campo donde se hizo el reconocimiento respectivo de la zona, se realizaron encuestas, para determinar el tipo de vivienda que posiblemente se encuentre vulnerable a la ocurrencia de un peligro por tanto se hizo calicatas que permiten el estudio del suelo y así identificar los peligros, vulnerabilidades y riesgos geológicos, en la segunda fase se hizo un estudio geotécnico de mecánica de suelos donde se analizan las muestras para conocer el tipo de suelo ante los factores desencadenantes como lo son las lluvias y los sismos, en conclusión se determinó que la zona de estudio tiene un peligro medio ante la lluvia intensa.

Según Apaza & Olivera (2021) en su tesis titulado “Evaluación del riesgo geológico ante movimientos en masa en la quebrada Sicre, distrito de Huayopata, provincia de La Convención, departamento del Cusco” tienen como objetivo determinar el nivel de riesgo ante movimientos en masa en la Quebrada de Sicre, distrito de Huayopata. Se utilizó la metodología donde el material de investigación son artículos y estudios especializados por instituciones como el

INGEMMET, SIGRID e información de estudios provenientes del COER – CUSCO del Gobierno Regional del Cusco, como resultado se tiene que la peligrosidad se comprenderá como un origen natural pudiendo causar daños tanto a las personas como a sus bienes mientras que la vulnerabilidad es la capacidad de respuesta de las construcciones humanas frente a los peligros, para así generar una información geo científica que contribuya a la gestión del riesgo. Ya como conclusión la Zona de estudio se encuentra en un riesgo Muy Alto por movimientos en masa específicamente por flujo de detritos.

Según Callirgos (2020) en su tesis titulado “Evaluación de riesgos por deslizamiento rotacional de tierra mediante el análisis de peligrosidad y vulnerabilidad en el centro poblado de Cuenca - Huancavelica” tiene como objetivo principal el de evaluar los riesgos por deslizamientos para así poder contribuir en el desarrollo sostenible del centro poblado Cuenca, con un método que se encuentra conformada por tres fases, dando como resultados que en la primera fase que es la fase preliminar, se identificó el área de influencia del peligro, definir los parámetros y los descriptores que permitieron caracterizar, ponderar y evaluar el peligro, riesgo y vulnerabilidad, en la fase dos se recopiló datos de campo mediante una ficha catastral y ya por ultimo en la fase tres es en donde se evaluó el peligro , el riesgo y la vulnerabilidad así como también la estimación de perdidas ante la probable ocurrencia de un desastre por deslizamiento rotacional. Llegando a la conclusión que el centro poblado de Cuenca presenta sectores a nivel de riesgo alto y muy alto esto por la ocurrencia de deslizamientos de tipo rotacional.

De acuerdo al Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2024) en su informe técnico N°A7484

titulado “Evaluación de movimientos en masa en el sector Pumahuasi, distrito y provincia de Picota, departamento San Martín” tiene como objetivo evaluar los peligros geológicos por movimientos en masa de tipo de derrumbes de roca, es decir que el evento evaluado es dicho derrumbe que ha sido provocado por la acción antrópica, esto por la excavaciones de la base ladera, teniendo como resultado al derrumbe donde se observa bloques de arenisca entremezclado con suelos arcillosos. Llegando a la conclusión de la presencia de los afloramientos rocosos de arenisca impide que el derrumbe se amplie por tanto al sector se le considera como un Peligro Medio.

2.2. Bases teóricas científicas

La variedad de amenazas y riesgos que surgen en nuestro país, junto con la complejidad inherente de la naturaleza, requieren que se integren consideraciones de prevención y mitigación de riesgos en los procesos de planificación, ordenamiento territorial y gestión ambiental en los niveles nacionales, regionales y locales, así como en horizontes temporales (corto, mediano y largo plazo), por esto el CENEPRED (2014) en su 2da versión nos dice que la ejecución de la evaluación de riesgos tiene una gran importancia como lo son:

- La identificación de actividades y acciones que nos sirven para la prevención de riesgos o la reducción de estos.
- La incorporación de la Gestión del Riesgo de Desastres en el sector público, como en el caso del Gobierno Regional.
- La toma de decisiones de las autoridades competentes para así permitir racionalizar la ayuda en la prevención y reducción del riesgo de desastres.

Según el Servicio Nacional de Geología y Minería SERNAGEOMIN (2020) nos dice que un peligro Geológico es “un evento o proceso natural (erupciones volcánicas, remociones en masa, inundaciones, terremotos, tsunamis), generado por la dinámica interna o superficial del planeta, que pueden ocasionar daño a la sociedad o al ambiente”. Este análisis considera tanto la probabilidad de ocurrencia de tales eventos como sus posibles consecuencias.

El estudio de la historia geomorfológica de una región y el análisis de eventos pasados de remociones en masa proporcionan información invaluable sobre los patrones de ocurrencia, las causas subyacentes y las áreas de mayor riesgo. Esto ayuda a identificar áreas vulnerables y orientar la planificación territorial y la gestión de riesgos.

2.2.1. Remociones en masa

Las remociones en masa son agentes geomorfológicos comunes en la región Andina, las cuales pueden producir desastres, cuya ocurrencia y propiedades son determinadas por la interacción de varios factores geológicos, topográficos, climáticos y las actividades antropogénicas. (Mergili, Marchant Santiago, & Moreiras, 2015)

Por esto decimos que estos mecanismos representan una serie de peligros tanto a nivel geológico como en proyectos de ingeniería, siendo comunes en la naturaleza y en ocasiones causando graves daños a la población.

2.2.2. Clasificación de remociones en masa

En la literatura existen muchas clasificaciones de remociones en masa, fundadas en el tipo de material, los mecanismos de movimiento, el nivel de deformación y su grado de saturación, estas dependen de cada autor. Según

Varnes (1978), los principales tipos de deslizamientos incluyen caídas de roca, deslizamientos, flujos, toppling y desplazamientos laterales (ver tabla 1).

Tabla 1 *Clasificación de remociones en masa, en base a los peligros generados por fenómenos de origen natural, elaboración propia basada en Varnes (1978) y el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión (2014)*

TIPO DE REMOCIÓN EN MASA	SUB TIPO DE REMOCIÓN EN MASA
Caída	Caída de rocas Caída de detritos
Deslizamiento de suelo o roca	Deslizamiento rotacional Deslizamiento translacional
Flujos	Flujo de lodo Flujo de detritos Flujo de tierra
Volcamiento	Volcamiento (Toppling)
Desplazamientos laterales	Desplazamientos laterales de rocas Desplazamientos laterales de suelos

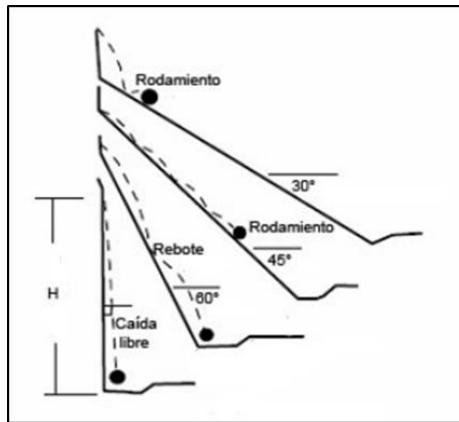
Nota. La tabla muestra los subtipos de las diferentes remociones en masa.

Caídas de roca

Tipo de caída producido cuando se separa una masa o fragmento de roca y el desplazamiento es a través del aire o caída libre, a saltos o rodando. (León Ordáz & Zavaleta Paredes, 2022)

El material desprendido podrá alcanzar el pie del talud mediante caída libre, rodando y rebotando, lo que dependerá principalmente de la forma del bloque y del ángulo de pendiente del talud. (Varnes, 1978)

Figura 1 Esquema de caídas de rocas



Nota. La figura muestra los diferentes ángulos que toman al momento de caer. Tomado de

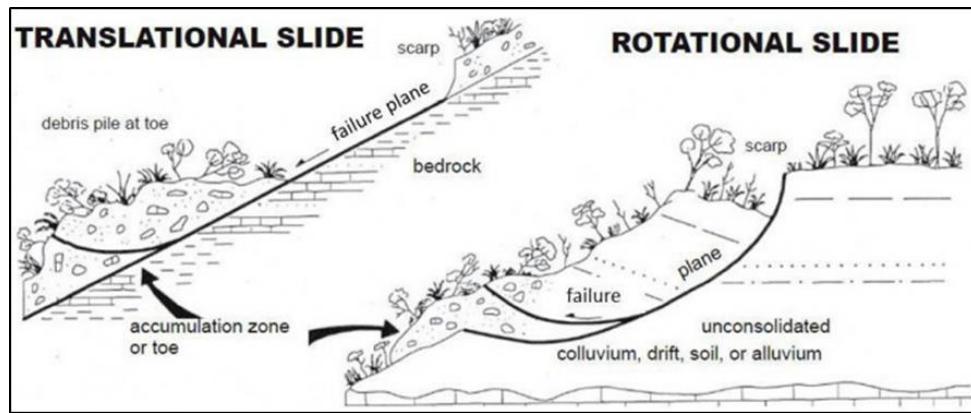
https://www.ucursos.cl/ingenieria/2008/1/GL62C/1/material_docente/bajar?id=159913

Deslizamientos

Un deslizamiento es un movimiento ladero abajo de masas de suelo o roca a través de superficies definidas. Según Varnes (1978) los movimientos más comunes que presentan los deslizamientos son los: traslacionales y rotacionales.

- **Deslizamientos translacionales:** Se genera en una superficie de ruptura plana u ondulada, la masa de roca o suelo se desplaza en dirección horizontal a lo largo de dicha superficie
- **Deslizamientos rotacionales:** Los deslizamientos rotacionales ocurren en superficies curvas o cóncavas. La generación de este tipo de remoción está asociada a pendientes que varían entre 20° y 40°. (Soeters & Van Westen, 1996)

Figura 2 Esquema de deslizamiento translacional y rotacional.

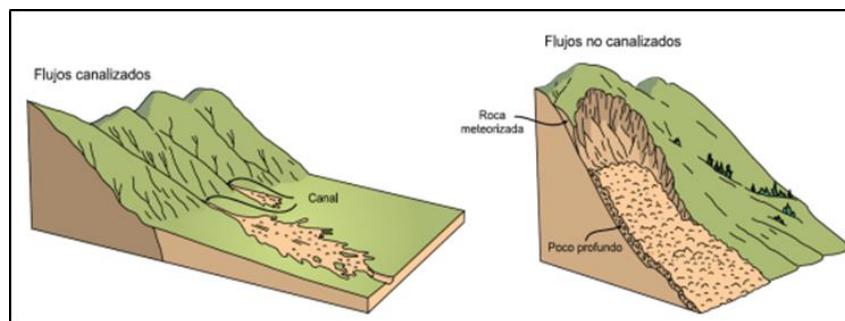


Nota. La figura muestra cómo actúan las masas en los dos tipos de deslizamiento. Tomado de Exploring the geology of the Cincinnati/northem Kentucky region (p.128), por P.E. Potter, (1996), Kentucky geological survey.

Flujo

Son movimientos continuos en el espacio, donde las superficies de ruptura no son preservadas, y las masas desplazadas son fuertemente deformadas internamente, comportándose de manera similar a un líquido viscoso. (Varnes, 1978)

Figura 3 Esquema de flujo canalizado y flujo no canalizado.



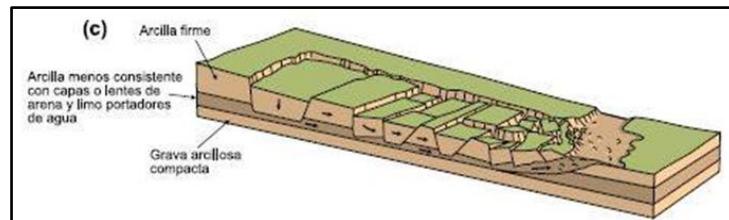
Nota. La figura muestra los dos tipos de flujos. Tomado de https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/1404/1/A6674-Inspeccion_tecnica_San_Carlos_y_Ramadilla-Lima.pdf

Extensiones laterales

Según Lara C. & Sepúlveda V. (2008) en sus apuntes del curso dicen que este tipo de movimientos se define como extensiones de suelos cohesivos o masas

de rocas combinadas. Donde dichos bloques se desplazan lentamente a favor de pendientes muy bajas.

Figura 4 Esquema de extensiones laterales



Nota. tomado de evaluación de la susceptibilidad de remociones en masa en la quebrada de los chanchos, región Metropolitana, Chile (p.11), por M. Lara Castillo, 2014.

2.2.3. Factores condicionantes

Según Lara C. & Sepúlveda V. (2008) en sus apuntes nos dicen que los factores condicionantes corresponden a aquéllos que generan una situación potencialmente inestable. Estos corresponden principalmente a la geomorfología, geología, geotecnia y vegetación, que actúan controlando la susceptibilidad de una zona a generar fenómenos de remoción en masa. Ver (Tabla 2)

Tabla 2 Factores condicionantes relevantes para cada tipo de remoción de masa

Factores condicionantes	Tipo de remoción en masa		Cáldas	Deslizamientos	Volcamientos	Flujos	Extensiones laterales
	Geología y geotecnia	Geomorfología					
Geología y geotecnia	X	X	X	X	X	X	
Geomorfología	X	X	X	X	X	X	
Hidrología e hidrogeología	X	X	X	X	X	X	
Vegetación y clima			X			X	
Actividad antrópica	X	X	X	X	X	X	

Nota. tomado de los apuntes de remociones en masa (p.8), por M. Lara & S. Sepúlveda, 2014.

Geomorfología

Los principales rasgos geomorfológicos condicionantes de remociones en masa son la topografía, la altura de las laderas, su extensión y pendiente, incluyendo cambios fuertes en ella. (Campos Maza, 2014)

Por esto decimos que de acuerdo con una topografía escarpada y pendientes altas influyen en la generación de flujos, deslizamientos y derrumbes.

Geología y geotecnia

De acuerdo con Lara C. & Sepúlveda V. (2008) nos dice que La geología y la geotecnia influyen en mayor o menor grado en la generación de diversos eventos de remoción en masa. Entre los factores de esta categoría se cuentan el tipo de depósito y el material que lo compone, su densidad, plasticidad, humedad, permeabilidad; la litología de las rocas, su estructura, alteración y meteorización.

Intervención antrópica

Según Campos (2014) menciona que la intervención del hombre genera modificaciones en el medio que muchas veces toman un papel fundamental en el desarrollo de un proceso de remociones en masa.

Ya que dentro de los factores condicionantes tenemos obras de construcción, cortes, terraplenes. Plataformas. Obras mineras, excavaciones, rellenos, entre otras actividades que generan una disminución artificial gradual de la resistencia de los depósitos o macizos rocosos.

Clima y vegetación

Las condiciones climáticas del área a evaluar están directamente relacionadas con la meteorización y erosión de esta. Dentro de los factores

climáticos considerados están las precipitaciones, viento, cambio de temperatura y radiación solar. (Campos Maza, 2014)

Según Selby (1993) nos dice que la vegetación contribuye con la estabilización de laderas ya que la existencia de árboles en laderas permitiría la absorción de agua por partes de estos disminuyendo el grado de saturación del suelo, así como también sus raíces actuarían como anclajes de reforzamiento.

Hidrología e hidrogeología

El agua desempeña un papel fundamental en el desencadenamiento de remociones en masa, ya sea de manera directa o indirecta. Factores como el flujo de agua, la escorrentía, la infiltración, el nivel freático y las propiedades de permeabilidad y porosidad son determinantes en la interacción del agua con el suelo y las formaciones rocosas.

Identificar zonas húmedas o saturadas es muy importante para identificar áreas críticas para su generación. La posición del nivel freático y sus variaciones en este ámbito es importante, ya que, al encontrarse a poca profundidad, mediante la incorporación de agua ya sea por lluvias o fusión de nieve, éste puede ascender rápidamente llegando a generar la saturación del material superficial. (Lara C. & Sepúlveda V., 2008)

2.2.4. Factores desencadenantes

Son parámetros que desencadenan eventos y/o sucesos asociados que pueden generar peligros en un ámbito geográfico específico. (CENEPRED, Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión., 2014)

Estos factores desencadenantes de acuerdo al (CENEPRED, Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión., 2014) en su segunda versión se dividen en: (ver tabla 3)

Tabla 3 Clasificación de Factores Desencadenantes, elaboración basada en CENEPRED (2014)

FACTOR DESENCADENANTE	
HIDROMETEOREOLÓGICOS	Lluvias, temperatura, viento, humedad del aire, brillo solar, etc.
GEOLÓGICOS	Colisión de placas tectónicas, zonas de actividad volcánica, fallas geológicas, movimientos en masas, desprendimientos de grandes bloques, etc.
INDUCIDAS POR EL SER HUMANO	Actividades económicas, sobre explotación de recursos naturales, infraestructura, asentamientos humanos, crecimiento demográfico, etc.

Nota. Tomado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por fenómenos naturales, versión 2, (p.107) por CENEPRED, 2014.

2.3. Definición de términos conceptuales

Estudio geológico

Según Hollamn (2024) un estudio geológico estudia las características geológicas del suelo en un lugar abarcando la investigación de la estratigrafía, geomorfología, hidrología y geología estructural en relación con los fenómenos dinámicos de la Tierra, como los deslizamientos de tierra o roca.

Peligro geológico

La peligrosidad, se entiende como la posibilidad de que ocurra un evento de cierta intensidad o gravedad en un área particular durante un período definido.

Según el CENEPRED en el manual de Evaluación de riesgos Vol. 2 (2014) para poder evaluar al peligro geológico debemos de saber:

- Dónde y cuándo ocurrieron los procesos en el pasado.
- La intensidad y magnitud que tuvieron.
- Las zonas en que pueden ocurrir procesos futuros.
- La frecuencia de ocurrencia.

Riesgo geológico

Es una medida de la probabilidad y severidad de un efecto adverso a la vida, la salud, la propiedad o el ambiente. Se mide en vidas humanas y propiedades en riesgo. El riesgo generalmente se le estima como el producto de probabilidad X consecuencias. (IUGS, 1997)

Susceptibilidad

La susceptibilidad generalmente, expresa la facilidad con que un fenómeno puede ocurrir sobre la base de las condiciones locales del terreno. La probabilidad de ocurrencia de un factor detonante como una lluvia o un sismo no se considera en un análisis de susceptibilidad. (Díaz, 1998)

Vulnerabilidad

La vulnerabilidad es el grado de pérdida de un determinado elemento o grupo de elementos en riesgo, como resultado de la ocurrencia de un fenómeno natural de una magnitud determinada. (INDECI)

Geodinámica

La rama de la ciencia que estudia las fuerzas y los procesos activos en el interior de la tierra y sus efectos en las características de la corteza terrestre. (Branch, 1984)

- **Geodinámica Interna:**

Comprende todos aquellos fenómenos dinámicos cuyo origen está en el interior de la corteza terrestre. Estos fenómenos dinámicos son los responsables de la formación del relieve, su acción es constructiva. Se agrupan en fenómenos tectónicos, sísmicos y volcánicos. (Font-Altaba & San Miguel, 1997)

- **Geodinámica Externa**

Estudia las causas y efectos que modelan la superficie terrestre erosionando el relieve que las fuerzas internas han creado se denominan geodinámica externa pertenecen a ella los fenómenos que integran el ciclo erosivo terrestre la erosión litoral y sedimentación marina y hasta cierto punto los fenómenos meteorológicos y oceánicos. (Font-Altaba & San Miguel, 1997).

Cárcavas

Según Mattos Ojeda (2019) nos dice que las cárcavas son los socavones producidos en rocas y suelos de lugares con pendiente a causa de las avenidas de agua de lluvia. Estas producen la llamada erosión remontante. Se producen tan sólo en el sustrato de tipo arcilloso, si hay dos o más cárcavas que avanzan paralelas en línea recta se llama rills.

Factor condicionante

Son parámetros propios del ámbito geográfico de estudio, el cual contribuye de manera favorable o no al desarrollo del fenómeno de origen natural (magnitud e intensidad), así como su distribución espacial (GRD, 2017).

Factor desencadenante

Son parámetros que desencadenan eventos asociados que pueden generar peligros en un ámbito geográfico específico (GRD, 2017).

Peligro

Probabilidad de que un fenómeno físico, potencialmente dañino, de origen natural o inducido por la acción humana, se presente en un lugar específico con una cierta intensidad y en un periodo de tiempo y frecuencia definidos. (INDECI)

Pendiente

Inclinación o gradiente de altura del terreno (ladera), generalmente se expresa en porcentaje. CENEPRED (2014)

Evaluación de riesgos

Metodología utilizada para determinar la naturaleza y el grado de riesgo a través del análisis de peligros (amenazas) potenciales y evaluación de condiciones existentes de vulnerabilidad que pudieran representar una amenaza potencial o daño a la población, propiedades, medios de subsistencia y al ambiente del cual dependen. (Mattos Ojeda, 2019)

Sistemas de información geográfica (SIG)

Los sistemas de información geográfica son un sistema muy útil para resolver los modelos que permiten zonificar las amenazas, debido a que permite el almacenamiento y manipulación de la información referente a los diferentes factores de terreno como capas de datos. (Díaz, 1998)

La recolección de los datos y su estructuración representa entre el 70 y el 80% del costo de un mapa de riesgos. (Leroi, 1996)

Riesgo de desastre

Es la probabilidad de que la población y sus medios de vida sufran daños y perdidas a consecuencia de su condición de vulnerabilidad y el impacto de un peligro (INDECI)

Formulación de hipótesis

Hipótesis general

Mediante la identificación de las remociones en masa se podrá determinar y evaluar el nivel de riesgo geológico en el sector de Barro Blanco – Chontabamba – Oxapampa – Pasco.

Hipótesis específicas

- a. En el sector Barro Blanco – Chontabamba – Oxapampa – Pasco, se identificaron eventos de deslizamientos y caída de rocas como parte de remociones en masa.
- b. Se determinó que el sector de Barro Blanco se encuentra en un nivel de peligro y riesgo alto, con una vulnerabilidad que afecta tanto a nivel social, ambiental y económico.
- c. Se planteó las medidas de prevención y reducción de riesgo geológico en la ejecución de obras de estabilización de muros de contención contra la caída de roca y suelos del sector Barro Blanco.

Identificación de variables

Variable independiente

- Peligro geológico.
- Vulnerabilidad.

Variable dependiente

Evaluación de riesgo geológico por remociones en masa.

2.4. Enfoque filosófico epistémico

Enfoque filosófico

La investigación se fundamenta en un enfoque filosófico pragmático–interpretativo, coherente con los lineamientos del CENEPRED, el cual concibe

el riesgo geológico como el resultado de la interacción entre los peligros naturales y las condiciones de vulnerabilidad de la zona. Desde esta perspectiva, el análisis de las remociones en masa en el sector Barro Blanco se orienta a comprender el comportamiento del fenómeno y su incidencia en el riesgo, considerando el contexto físico y territorial.

Enfoque epistémico

En el plano epistémico, el estudio adopta una epistemología aplicada y constructiva, donde el conocimiento se construye a partir de la observación directa, la evaluación cualitativa de indicadores de peligro y vulnerabilidad, y la interpretación técnica según las metodologías establecidas por el CENEPRED. El conocimiento generado es contextual y operativo, orientado a apoyar la gestión del riesgo de desastres y la toma de decisiones en el ámbito local.

Definición operacional de variables e indicadores

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Peligro geológico	Un peligro geológico es un evento o proceso natural (erupciones volcánicas, remociones en masa, inundaciones, terremotos, tsunamis), generado por la dinámica interna o superficial del planeta, que pueden ocasionar daño a la sociedad o al ambiente.	Análisis de la susceptibilidad del terreno a través de estudios geológicos y geomorfológicos Evaluación de la actividad sísmica y la tectónica local mediante registros históricos de terremotos y deformaciones del terreno	Geológico Geomorfológico Hidrología Geotecnia	Estratigrafía Litología Pendiente Parámetros morfométricos Precipitación media anual Proceso de cambio Clasificación de suelos Parámetros físico-mecánicos	Brújula GPS Estaciones meteorológicas Imágenes satelitales Software SIG Dips
Vulnerabilidad	La vulnerabilidad es la incapacidad de resistencia cuando se presenta un fenómeno amenazante, o la incapacidad para reponerse después de que ha ocurrido un desastre.	Medida de la presencia y la distribución de elementos expuestos al peligro, como población, infraestructura crítica, recursos naturales, asimismo la distribución de elementos expuestos al peligro, como	Exposición Sensibilidad Resiliencia	Social Económico Ambiental	Entrevistas comunitarias

			población, infraestructura crítica y recursos naturales.			
Variable dependiente	Evaluación de riesgo geológico de remociones en masa	La evaluación de riesgo geológico de remociones en masa se refiere al proceso sistemático de identificación, análisis y evaluación de los peligros relacionados con deslizamientos de tierra, avalanchas, desprendimientos de rocas y otros fenómenos geológicos similares en un área específica. Implica comprender la probabilidad de ocurrencia de estos eventos y el impacto potencial que podrían tener en la vida humana, las propiedades, la infraestructura y el medio ambiente.	Identificar y caracterizar los peligros geológicos presentes en el área de estudio, como deslizamientos de tierra, flujos de lodo, caída de rocas como también evaluar la vulnerabilidad de los elementos expuestos, como la población, las infraestructuras, los recursos naturales y los ecosistemas, ante los peligros geológicos identificados	Remociones en masa	<p>Caída de rocas</p> <p>Deslizamientos</p> <p>Flujos</p> <p>Toppling</p> <p>Extensiones laterales</p>	<p>Entrevistas y encuestas comunitarias</p> <p>Sistemas de Información Geográfica (SIG)</p>

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

Según (Creswell J. W., 2014), la clasificación de los tipos de investigación según el enfoque es Cualitativa, Cuantitativa y mixta, siendo esta última una combinación de los dos anteriores mencionados dando una visión más completa de un fenómeno.

En el contexto de esta investigación, se ha utilizado de tipo mixto (cualitativo y cuantitativo) para evaluar el riesgo geológico por remociones en masa en el sector Barro Blanco, incorporando tanto el análisis numérico de datos de precipitaciones, peligrosidad y vulnerabilidad, cuyos datos se cuantifican y analizan estadísticamente, como también la recolección de información cualitativa a través de observación directa, interpretaciones geológicas y entrevistas en campo de acuerdo al análisis de la percepción comunitaria sobre los riesgos.

3.2. Nivel de investigación

La investigación descriptiva busca caracterizar un fenómeno o situación, mientras que la explicativa trata de comprender y explicar las causas y efectos de los fenómenos estudiados (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014). Esta dualidad en el enfoque se logra mediante la integración de herramientas cuantitativas y cualitativas, proporcionando un análisis profundo de la situación de riesgos geológicos en la zona, por lo tanto, esta investigación tiene un nivel explicativo – descriptivo.

3.3. Características de la investigación

La presente investigación se caracteriza por el desarrollo de un enfoque cualitativo, nivel descriptivo-explicativo, orientada a la evaluación del riesgo geológico por remociones en masa en el sector Barro Blanco. El estudio se sustenta en el método científico, aplicado al análisis e interpretación de las condiciones geológicas, geomorfológicas y de vulnerabilidad del área de estudio.

Asimismo, la investigación es basada en la observación directa de campo, el proceso de análisis jerárquico y la aplicación de criterios técnicos establecidos por el CENEPRED, con la finalidad de generar información técnica que ayude a buscar soluciones efectivas de prevención y mitigación de riesgos existentes en el sector de Barro Blanco.

3.4. Métodos de investigación

Esta investigación corresponde al método científico mixto, la cual te permite integrar de manera efectiva los enfoques cuantitativos (medición y análisis de datos numéricos) con los cualitativos (comprensión del contexto y percepciones sociales), ya que es especialmente útil en el estudio de riesgos geológicos, donde la naturaleza del fenómeno es tanto física como social. En una

investigación de enfoque mixto, el investigador emplea tanto estrategias cuantitativas como cualitativas para abordar una pregunta de investigación desde diferentes perspectivas (Creswell J. W., 2014).

3.5. Diseño de investigación

De acuerdo con (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014), un diseño cuasi-experimental se utiliza cuando se manipulan datos en un contexto natural para estudiar las relaciones causales, sin intervenir directamente en el fenómeno. Esta investigación se aplicará un diseño cuasi-experimental debido a que esta investigación presenta manipulación de datos, se trata de un análisis de datos asignándoles ponderaciones aplicando la jerarquía de Saaty que permite evaluar variables complejas de forma estructurada, cualitativa y cuantitativa, lo que es fundamental para evaluar riesgos geológicos.

3.6. Procedimiento de muestreo

La población va estar dado por el área de investigación de 10.48 Ha del sector Barro Blanco. De acuerdo al análisis de peligro se verá la cantidad total de unidades litológicas de la geología y la geomorfología de esta zona, como también en el análisis de vulnerabilidad el total de personas o viviendas, donde se busca caracterizar toda el área que influye a la zona, entonces, decimos que la muestra se obtendrá, para el análisis de peligro, pequeñas muestras de rocas de diferentes unidades litológicas encontradas como también el grado de inclinación de las pendientes de los taludes, y para el análisis de vulnerabilidad se dará por la cantidad de afectación de vivienda familiar dentro del área que influye al sector Barro Blanco.

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.7.1. Técnicas

La técnica empleada en el presente estudio se basa específicamente en la observación ya que según U San Marcos (2020) nos dice que es un elemento fundamental en que todo investigador se apoya para poder recolectar la mayor cantidad de datos.

La otra técnica que se utilizó fue la de las encuestas las cuales se las hicieron a los pobladores del sector de Barro Blanco con la ficha de levantamiento de datos propuesta en el anexo 3

3.7.2. Instrumentos

Según indica Arias (2006) “los instrumentos de recolección de datos son cualquier recurso, dispositivo o formato (papel o digital) que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información”, en ese sentido los instrumentos utilizados para la recolección de información de la investigación fueron los instrumentos de campo tradicionales geológicos como el receptor GPS, la picota, la brújula, entre otros; el aplicativo Avenza Maps para los mapas georreferenciados, cámara de alta calidad, todo esto manejando los criterios geológicos, programas de Excel y ArcGIS, también el instrumento de un formato de ficha de encuesta para el levantamiento de información para el control estadístico de la vulnerabilidad de la zona de estudio.

3.7.3. Instrumento de encuesta validada

Para el presente estudio se seleccionó el instrumento de encuesta, validado por la Oficina de Gestión de Riesgos de Desastres del Gobierno Regional de Pasco, con la confiabilidad de la parte técnica del área, la encuesta busca recolectar datos de información en las tres dimensiones Social, Económico y

Ambiental a los pobladores del Sector Barro Blanco que colaboraron con el levantamiento de información.

LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

Lote:			Lugar:	RESPONSABLE:	
Nombre y Apellido del jefe de familia:			RESPONSABLE:		
Fecha de encuesta:			RESPONSABLE:		
DIMENSIÓN	FACTOR	PARAMETRO	ENCUESTA		MARCA (X)
			DESCRIPTOR		
SOCIAL	EXPOSICIÓN SOCIAL	¿Cuántas personas viven en esta vivienda?	De 35 a 129 personas		
			De 25 a 34 personas		
			De 15 a 24 personas		
			De 5 a 14 personas		
			De 5 a menos		
	FRAGILIDAD SOCIAL	¿En qué grupo etario se encuentra esta vivienda?	De 0 a 5 años y mayor a 65 años		
			De 5 a 12 años y de 60 a 65 años		
			De 12 a 15 años y de 50 a 60 años		
			De 15 a 30 años		
RESILIENCIA SOCIAL	¿Ha recibido alguna capacitación en Gestión de Riesgos de Desastres?	Población no está capacitada en GRD			
		Población está escasamente capacitada en GRD			
		Población se capacita con regular frecuencia en GRD			
		Población se capacita constantemente en GRD, siendo su difusión y cobertura total			
ECONOMICA	EXPOSICIÓN ECONOMICA	¿Entre que porcentaje se encuentra su terreno expuesto de área agrícola?	> 75% del terreno expuesto		
			50% - 75% del terreno expuesto		
			25% - 50% del terreno expuesto		
			10% - 25% del terreno expuesto		
			< 10% del terreno expuesto		
	FRAGILIDAD ECONOMICA	¿Pasas la vía expuesta del Sector Barro Blanco, Qué distancia tiene al cruzar esta vía?	Muy Largo (Mas de 300 metros)		
			Largo (200 a 300 metros)		
			Medio (100 a 200 metros)		
			Corto (50 a 100 metros)		
			Muy Corto (Menos de 50 metros)		
RESILIENCIA ECONOMICA	¿Se involucra en atender la municipalidad con la población?	Mayor a 50°			
		Entre 35° a 50°			
		Entre 20° a 35°			
		Entre 5° a 20°			
		Menor a 5°			
AMBIENTAL	EXPOSICIÓN AMBIENTAL	¿A que se debe la perdida de suelo de su localidad?	Erosión provocada por las lluvias; pendientes pronunciadas y terrenos montañosos, lluvias estacionales y el fenómeno El Niño		
			Longitud de la pendiente del suelo, relaciona las pérdidas de un campo de cultivo de pendiente y longitud conocida		
			Protección inadecuada en los márgenes de corrientes de agua en ámbitos geográficos extensos		
			Factor cultivo y contenido en sal ocasiona pérdidas por desertificación		
			Deforestación agravada, uso indiscriminado de suelos, expansión urbana, sobrepastoreo		
	FRAGILIDAD AMBIENTAL	¿Qué características geológicas del suelo presenta tu localidad?	Zona muy fracturada, suelos colapsables		
			Zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante		
			Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante		
			Zona ligeramente fracturada, suelos de alta capacidad portante		
			Zona sin fracturas		
RESILIENCIA AMBIENTAL	¿Hay capacitaciones en temas de conservación ambiental en la localidad?	Población no recibe y/o desarrolla capacitaciones en temas de conservación ambiental.			
		La población está escasamente capacitada en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura escasa			
		La población se capacita con regular frecuencia en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura parcial			
		La población se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura mayoritaria.			
		La población se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura total			



GOBIERNO REGIONAL POTOSÍ

 Efraín Escrivano Pachía Riquelme
 JEFE DE LA OFICINA REGIONAL DE GESTIÓN
 DE RIESGOS Y SEGURIDAD CIUDADANA

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Las técnicas de procesamiento de datos de esta investigación se desarrollan mediante el proceso de análisis jerárquico (PAJ), permitiendo dar el grado de importancia relativa de los indicadores en la matriz de comparación de pares de la escala de Saaty. Esta técnica de procesamiento se hará con la finalidad de determinar la estratificación y los rangos de los niveles del peligro, la vulnerabilidad y el riesgo, teniendo como ayuda al software Excel y ArcGIS, para establecer en los mapas, los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo por fenómenos geológicos como de las remociones en masa en el área de estudio del distrito de Chontabamba.

Esta investigación se encuentra orientada para el procesamiento y análisis de datos, en base al Manual para la Evaluación de Riesgos originados por fenómenos Naturales, 2da versión (CENEPRED, 2014), por tanto, a continuación, se muestra la escala de Saaty y el procedimiento que se tomará para la evaluación de riesgos por remociones en masa en el sector Barro Blanco, distrito Chontabamba, provincia Oxapampa, departamento Pasco.

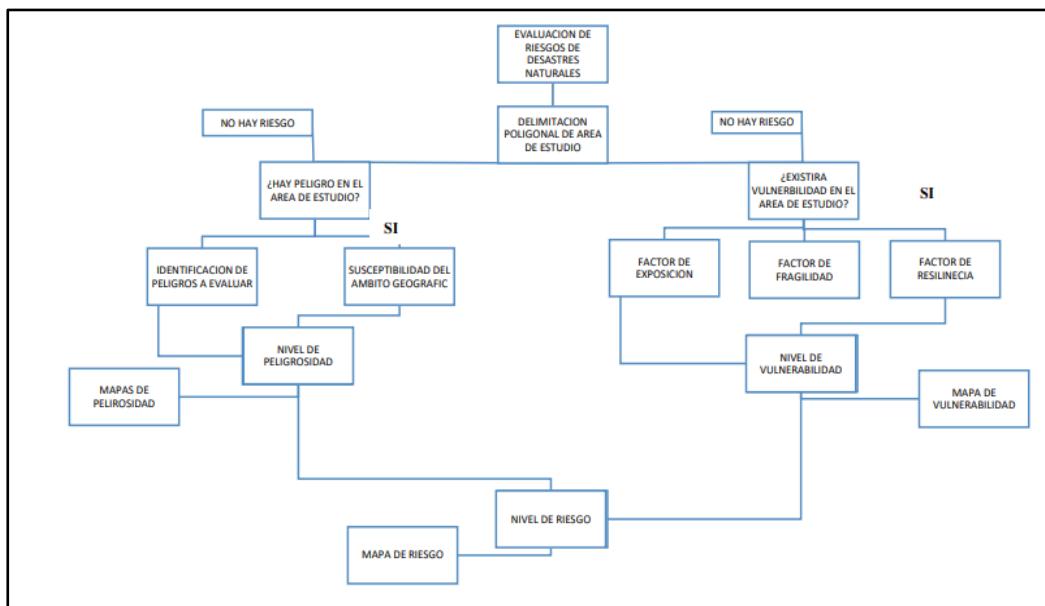
Tabla 4 Escala de Saaty (PAJ)

ESCALA NUMERICA	ESCALA VERBAL	EXPLICACIÓN
9	Absolutamente o muchísimo más importante que...	Al comparar un elemento con otro el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.
7	Mucho más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con otro el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante o preferido que el segundo.
5	Mas importante o preferido que...	Al comparar un elemento con otro el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
3	Ligeramente más importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con otro, el primero es ligeramente más importante o preferido que el segundo.
1	Igual o diferente a ...	Al comparar un elemento con otro, hay indiferencia entre ellos.
1/3	Ligeramente menos importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo.
1/5	Menos importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con otro, el primero se considera menos importante o preferido que el segundo.
1/7	Mucho menos importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.
1/9	Absolutamente o muchísimo	Al comparar un elemento con otro el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores.	

Nota. Tomado de *Manual para la Evaluación de Riesgos originados por fenómenos Naturales 2da versión* (p. 207), por CENEPRED, 2014.

De acuerdo al fluograma siguiente observaremos el proceso que se utiliza en el presente estudio para la obtención del nivel de riesgo.

Figura 5 Flujograma de Evaluación de riesgos.



Nota. Tomado de Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales en el Distrito de Los Olivos utilizando el Método Multicriterio empleado por CENEPRED (p. 7), Hilario, 2020.

Descripción del proceso:

1. Delimitación del área de estudio, lugar o lugares donde ha ocurrido fenómenos naturales con anterioridad.

Análisis de peligrosidad:

1. Como paso siguiente, se realizará el análisis del grado del peligro, identificando los peligros principales por lo que se realizará la evaluación, centrándonos en peligros por deslizamiento.
2. Como tercer paso se definirá los parámetros y el peso ponderado para el peligro de deslizamiento ya mencionado, utilizando el método multicriterio de Saaty, donde se asignará mayor peso (mayor importancia) para los parámetros donde se obtuvo mayor información se hayan validado los datos estadísticos para luego sumar los valores numéricos de cada parámetro, para lo cual el peligro por deslizamiento tendremos los siguientes parámetros: Erosión, Textura de suelo y Velocidad de desplazamiento.

3. Dentro de los parámetros existen los descriptores, estos son descritos por los estudios previos y la información recopilada y la suma de los valores también serán igual a la unidad.

Análisis de susceptibilidad

1. Para el análisis de la susceptibilidad será necesario identificar a los factores condicionantes y desencadenantes de la zona de estudio, de igual manera que en el análisis previo se definirán parámetros para cada factor, también su peso ponderado a continuación se procederá a colocar los descriptores de dichos parámetros. Por tanto, tenemos a factores condicionantes para peligro por deslizamiento tenemos a: Pendiente, Geomorfología y Geología, asimismo para el parámetro de pendiente se tiene los siguientes descriptores: Mayor a 50°, Entre 35° a 50°, Entre 20° a 35°, Entre 5° a 20° y menos de 5°.
2. Posteriormente se determinará un valor único de susceptibilidad asignándole una ponderación a criterio al factor desencadenante y otra ponderación restante al factor condicionante, y luego se sumará el valor final.
3. Finalmente se calculó el nivel de peligrosidad por cada peligro y se elaboró el mapa de nivel de peligrosidad por deslizamiento.

Análisis de Vulnerabilidad

1. Para el análisis de Vulnerabilidad se ejecuta una vez ya obtenido los datos de información, tomando en cuenta la Dimensión Social, Dimensión Económico y Dimensión Ambiental para las encuestas a los pobladores dentro de nuestra área de influencia.
2. Por consiguiente, dentro de cada dimensión mencionado se tiene la Exposición, Fragilidad y Resiliencia. De las cuales dentro de cada una se verán los parámetros y sus respectivos descriptores, trabajando así con el

método multicriterio de Saaty, donde se asignará mayor peso (mayor importancia) a estos descriptores.

3. Posteriormente se determina el vector de priorización de cada descriptor para luego procesarlo en el Software ArcGis estos mismos datos, obteniendo los valores de Vulnerabilidad que se encuentra la zona de estudio.
4. Finalmente, ya se obtiene los niveles de vulnerabilidad y se pasa a elaborar el mapa de Vulnerabilidad correspondiente.

Cálculo de Riesgo

1. En esta parte ya se tiene listo los valores del grado de Peligrosidad y los valores del grado de Vulnerabilidad, en la intersección de estos valores se obtiene los valores del grado de Riesgo.
2. A partir de estos valores de riesgos obtenidos, como también teniendo listo la matriz de Riesgos en el Excel donde muestra los rangos de los niveles de riesgos, se pasa a elaborar el mapa de Riesgo correspondiente de nuestra área de estudio.

3.9. Orientación ética

En el desarrollo de la investigación se practicará el valor de la honestidad, desde la recolección de información, el análisis e interpretación de los resultados, ya que en ningún momento los datos y resultados fueron forzados como también la del respeto, hacia los autores, que utilizamos de forma de guías, por esto se utilizó las citas respectivas. Si se requiere información confidencial estas serán resueltas previo consentimiento.

CAPITULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.1.1. Aspectos Generales

El área de estudio se encuentra en la parte sur del Distrito de Chontabamba, Provincia de Oxapampa, Región de Pasco. Esta área de estudio consta de una extensión territorial de 10.484 Ha, mientras que el área de influencia consta de 996.029 Ha.

- Ubicación**

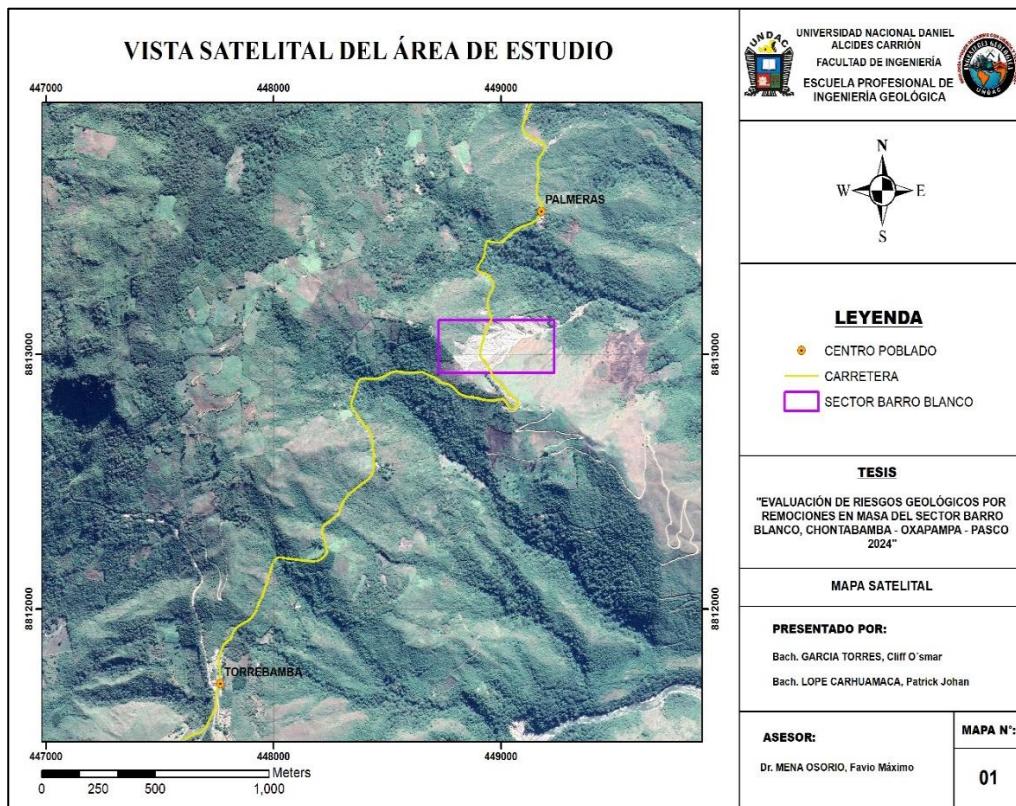
- ✓ Ubicación geopolítica**

Tabla 5 Límites Geopolíticos

Límites	
Por el Norte	Distrito de Chontabamba
Por el Sur	Rio Paucartambo
Por el Este	Rio Pusapno
Por el Oeste	Centro Poblado de Torrebamba

Nota. Elaboración propia.

Figura 6 Vista satelital del área de investigación



✓ **Ubicación geográfica**

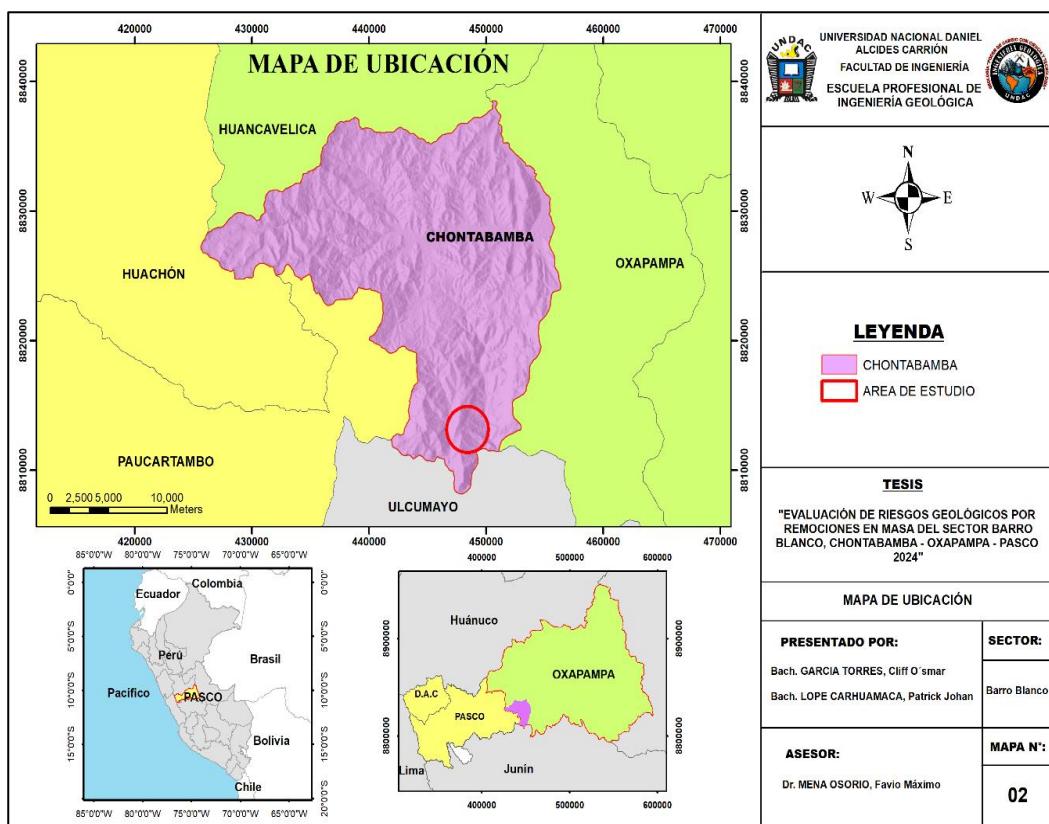
Ubicado en las coordenadas UTM (WGS 84-Zona 18 Sur)

Este: 448911.88 m.

Norte: 8813019.92 m.

Altitud: 1640 msnm.

Figura 7 Mapa de Ubicación



✓ **Vías de acceso**

El acceso de nuestra área de investigación, un recorrido por vía terrestre las cuales presenta la siguiente ruta: Cerro de Pasco – Colquijirca – Ninacaca – Carhuamayo – Paucartambo - Sector Barro Blanco (Chontabamba), por un estimado de tiempo de 4 horas 37 minutos recorriendo 166 kilómetros aproximadamente.

Figura 8 Vía de acceso a la zona de estudio



✓ Características sociales

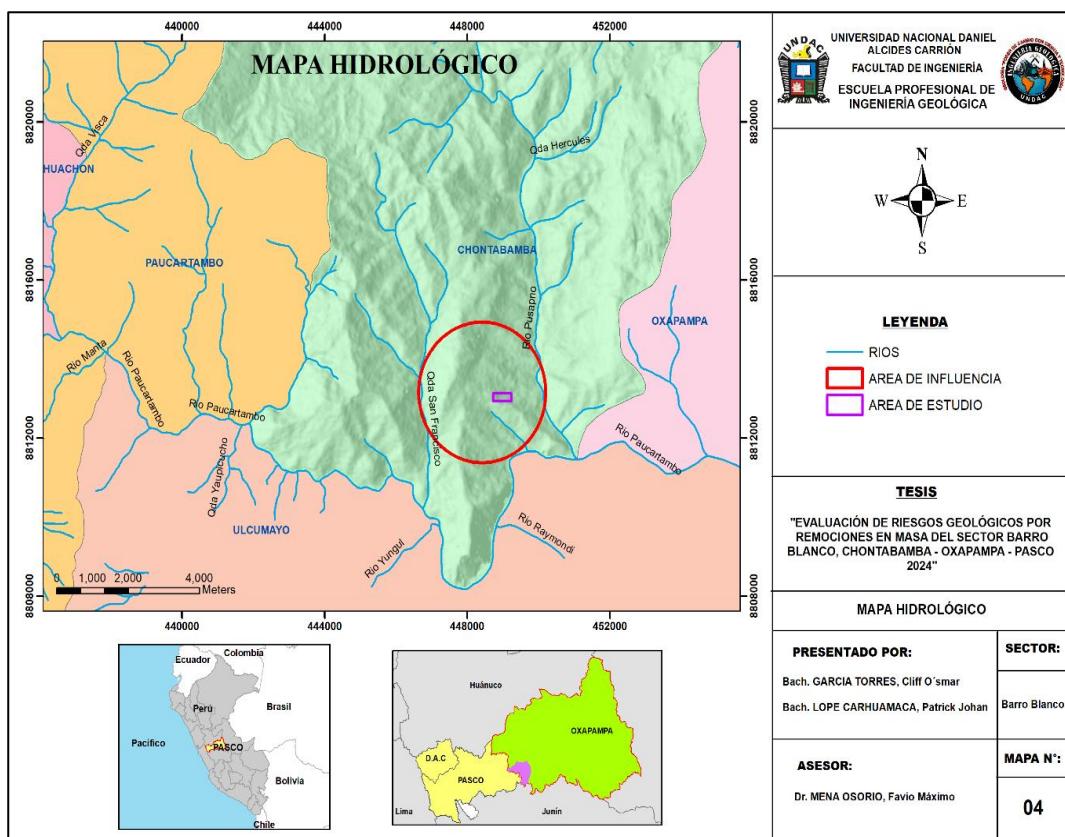
Población: El distrito de Chontabamba cuenta con una población total de 5334 de habitantes, las cuales 2665 son hombre y 2669 son mujeres, fuente según INEI (2018).

✓ Condiciones de la zona

▪ Hidrología

El presente estudio se encuentra en el distrito de Chontabamba en el sector de Barro Blanco específicamente, en el flanco izquierdo de la cuenca del Río Pusapno, donde las aguas de dicho río conectan con el río Paucartambo, a espaldas de la Quebrada San Francisco, en la parte norte de Torrebamba, casi colindando con el distrito de Ulcumayo.

Figura 9 Mapa Hidrológico y localización del área del proyecto



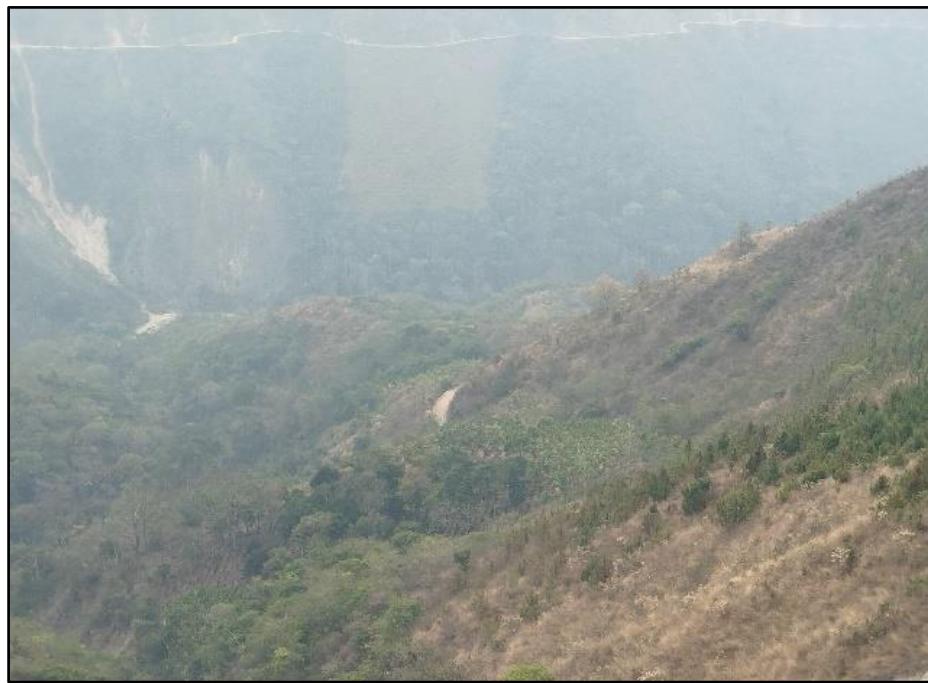
■ Flora

El distrito de Chontabamba presenta una flora diversa ya que se encuentra ubicada en la vertiente oriental de los Andes añadiendo a esto su proximidad a la selva alta, sin embargo, en la zona de estudio el sector Barro Blanco presenta una vegetación de árboles como nogales, hay una variedad de hierbas y arbustos como lianas y musgos. Todos estos juegan un papel muy importante en la regulación del clima, la protección del suelo en contra de la erosión y/o meteorización.

Figura 10 Vista de la flora en la zona de estudio.



Nota: Se observa gran cobertura vegetal en la zona de estudio.



Nota: Se observa plantaciones de plátanos como parte de zonas agrícolas.

▪ **Fauna**

En la zona de estudio de barro blanco se observó diferentes especies de aves como Caracara de Vientre Blanco (*Ibycter americanus*),

también de insectos, estos forman parte de un ecosistema desde la polinización de plantas hasta el control de poblaciones de otras especies.

Figura 11 Vista de ave *Caracara de vientre blanco* en la zona de estudio.



Nota: Se observa aves que sobrevuelan en el Sector Barro Blanco.

▪ **Condiciones climáticas**

En la zona de estudio presenta una altitud de 1689 m.s.n.m. es por esto que las temperaturas anuales oscilan entre 12°C a 23°C

Las temperaturas máximas se registran en los meses de agosto a octubre, donde se registran temperaturas de 23°C a 13°C y las temperaturas mínimas en los meses de diciembre a abril registrando temperaturas de 21°C a 12°C.

Según la página web Weather Spark (s.f.) nos dice que la lluvia como tal tiene presencia durante los meses de octubre a abril esto en un intervalo móvil de 31 días de lluvia de por lo menos 13 mm. El

mes con más lluvia en Chontabamba es febrero, con un promedio de 39 mm de lluvia.

- **Condiciones geotécnicas**

- Suelos:**

La zona de estudio presenta suelos formados por materiales aluviales transportados por el agua, arenas, limos y arcillas esto por la acción de la erosión, la gravedad y agentes coluviales.

Suelos Aluviales: La zona de estudio presenta suelos aluviales estos suelos se ubican cerca del Río Pusapno, en la zona de valles con texturas que varían de arenosa a franco-arenosa.

Suelos Líticos: Principalmente la zona de barro blanco presenta este tipo de suelo ya que el horizonte de suelo es muy delgado y este material se encuentra encima de material rocoso, con texturas arenosas que varían de franco-arenosa a franco-arcillosa. Cabe recalcar que la zona de barro blanco presenta una pendiente pronunciada, y esto lo convierte en un sector muy susceptible a la erosión.

Suelos coluviales: Estos suelos son producto de la gravedad in situ, teniendo una mezcla de materiales de origen diverso como fragmentos de roca, arena, limo y arcillas, llegando a tener texturas que varían de franco-arcillosa a franco-limosa.

Figura 12 Suelos de tipo lítico con texturas arenosas en la zona de estudio.



Rocas:

En la zona de estudio se muestra una diversidad de litologías, pero la que más predomina son las rocas ígneas intrusivas esto porque la unidad San ramón se encuentra en la gran parte del área de estudio seguidas de rocas sedimentarias como las areniscas y por ultimo las rocas metamórficas con esquistos.

Figura 13 Meteorización de la unidad San Ramón.



▪ **Geología Regional**

De acuerdo a la Memoria descriptiva de la Actualización de los cuadrángulos de Oxapampa (22-m) (2003) la geología regional es bastante compleja, porque se caracteriza por la interacción de la Cordillera Oriental de los Andes y la Selva Alta. Exhibiéndonos así un relieve accidentado, con pendientes abruptas, valles profundos y actividad tectónica.

Estratigrafía: Para la clasificación regional se obtuvo como información ya levantada en la Memoria Descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Oxapampa(22-m) De la Cruz Matos & Raymundo Salgado (2003) donde la secuencia geológica abarca desde el Neo-Proterozoico hasta el Cuaternario

Neo proterozoico: Se destaca el Complejo Metamórfico de Yanachaga, que se encuentra compuesto por Gneis, esquistos de cuarzo-mica y filitas micáceas. Siendo esta unidad una de las más antiguas.

Paleozoico: Las rocas del ordovícico se encuentran representadas por la Formación Contaya, que se encuentra constituida por pizarras y filitas, también encontramos a los Grupos Tarma y Copacabana que se encuentran dominados por lutitas, areniscas y calizas masivas. A finales del permiano superior tiene mayor influencia el Grupo Mitú, compuesto por conglomerados polimícticos y areniscas, acompañados de clastos de rocas plutónicas, metamórficas y sedimentarias.

Mesozoico: Se encuentra representada por el Grupo Pucará, que incluye las formaciones Chambará, Aramachay y Condorsinga, estas se caracterizan por la secuencia de calizas y dolomitas, también tenemos presencia del Grupo Oriente y la Formación Chonta. Con predominancia de areniscas y calizas fosilíferas.

Figura 14 Grupo Pucará, tomada hacia el NW de la zona de estudio.



Cenozoico: Representada por el Grupo Huayobamba y la Formación La Merced, estas consisten en conglomerados y areniscas con influencia piedemonte.

Cuaternario: Se encuentra conformada los depósitos lacustres, aluviales y fluviales que principalmente lo encontramos en los valles de los ríos.

Rocas intrusivas: El área alberga cuerpos ígneos como el Batolito de San Ramón que se encuentran compuestos por monzogranito, también se encuentran intrusiones sub-volcánicas asociadas al Grupo Mitú y diques andesíticos que cortan al Grupo Oriente.

Figura 15 Muestra de roca ígnea / monzogranito

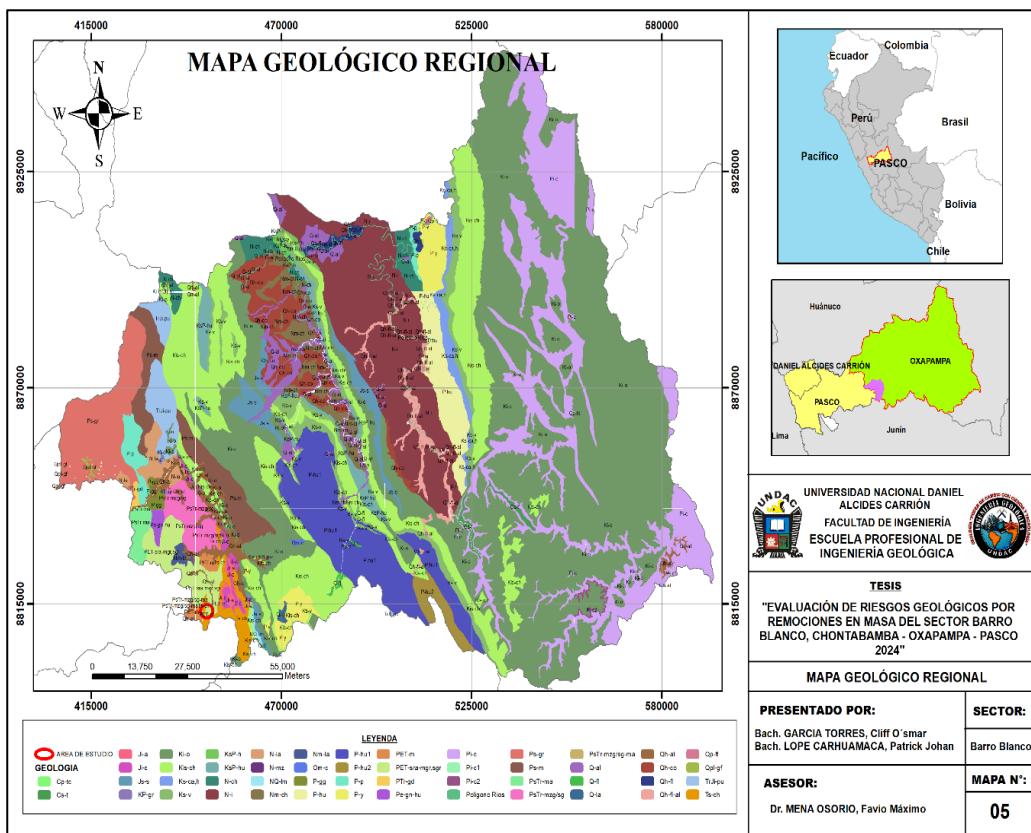


Figura 16 Columna Estratigráfica Regional

Columna Estratigráfica Generalizada del Cuadrángulo de Oxapampa (22-m)					
Unidades Cronoestratigráficas			Unidades Litoestratigráficas		Descripción
Eratema	Sistema	Serie			
CENOZOICA	NEÓ-GENO	CUATERNARIO	Depósito aluvial		Gravas heterogéneas, subredondeadas a redondeadas, con matriz arenosa, se intercalan con arenas de grano fino a grueso y algunos niveles de limoarcillas.
			Dep. lacustrino		Limos y arcillas con abundante contenido de materia orgánica.
		Pleistoceno	Dep. aluvial antiguo		Gravas heterogéneas, subangulosas a angulosas, presentan matriz arenosa a arenoso-limoso, escasamente consolidado.
		Plioceno	Formación La Merced		Secuencia conglomeráticas polimictica y heterométrica, con intercalaciones menores de arenas y lodoarcillas, por zonas presenta cemento calcáreo y en otros cemento arcilloso.
		PALEÓGENO	Oligocena		Lodoarcillas rojizas en estratos medianos intercalados con arenas de tonos rojizos, hacia la parte media arenas con intercalaciones de lodoarcillas, hacia el tope, arenas arcosas, niveles de calizas y lodoarcillas
			Eocena		
			Paleocena		
	MESOZOICA	CRETÁCEO	Superior	Formación Vivian	Arenas microconglomeráticas hacia la base de tonos blanquecinos, arenas cuarzosas de grano fino a medio en estratos medianos.
				Formación Chonta	Intercalaciones de margas y calizas grisacea en estratos medianos a gruesos, fosilíferas
			Inferior	Grupo Oriente	Secuencia gruesa hacia la base de arenas cuarzosas conglomeráticas, hacia el tope arenas blanquecinas cuarzosas con estructuras tipo estratificación sesgadas intercaladas con arenas blanquecinas
			Superior	Formación Sarayaquillo	Hacia la base conglomerados polimicticos y heterométricos, arenas conglomeráticas de grano grueso, lodoarcillas rojizas hacia el tope lodoarcillas rojizas en estratos finos intercalados con arenas rojizas
			Inferior	Formación Condorsinga	Calizas gris claras en estratos medianos a gruesos, con intercalaciones menores de arenas calcáreas, dolomitas y limolitas calcáreas
		JURÁSICO	Superior	Formación Aramachay	Calizas grisácea en estratos delgados tabulares de formas ondulantes, presenta chert, con intercalaciones de pélitas negras
				Formación Chambará	Calizas masivas gris azulina a grisácea en estratos gruesos.
				Formación Mitú	Conglomerados heterométricos y polimicticos de tonos rojizos, con intercalaciones menores de limolitas amarillentas, lutitas y arenas rojizas
			Inferior	Grupo Copacabana	Hacia la base una secuencia masiva de caliza gris azulina, hacia el tope secuencia de lutitas oscuras, lodoarcillas beige y calizas grisácea con intercalaciones de arenas en estratos medianos.
			Superior	Grupo Tarma	Lutitas negras intercaladas con estratos de arenas y calizas, en algunas ocasiones microconglomerados con clastos de cuarcitas y cuarzo.
	PALEOZOICA	CARBONÍFERO	Inferior	Grupo Ambo	Arenas de grano gruesa a media, en estratos medianos, intercalados con limolita oscura con fragmentos de plantas.
			Superior	Formación Contaya	Pizarras gris oscuras con filitas micáceas de tonalidades gris verdoso
NEOPROTEROZOICO			Complejo Metamórfico Yanachaga		Gneis, esquistos, filitas y pizarras.

Nota. Tomado de *Memoria descriptiva de la revisión y actualización de los Cuadrángulos de Oxapampa (22-m)* (p.4) por De la Cruz Matos, O & Raymundo Salgado, T., 2003, INGEMMET.

Figura 17 Mapa Geológico Regional

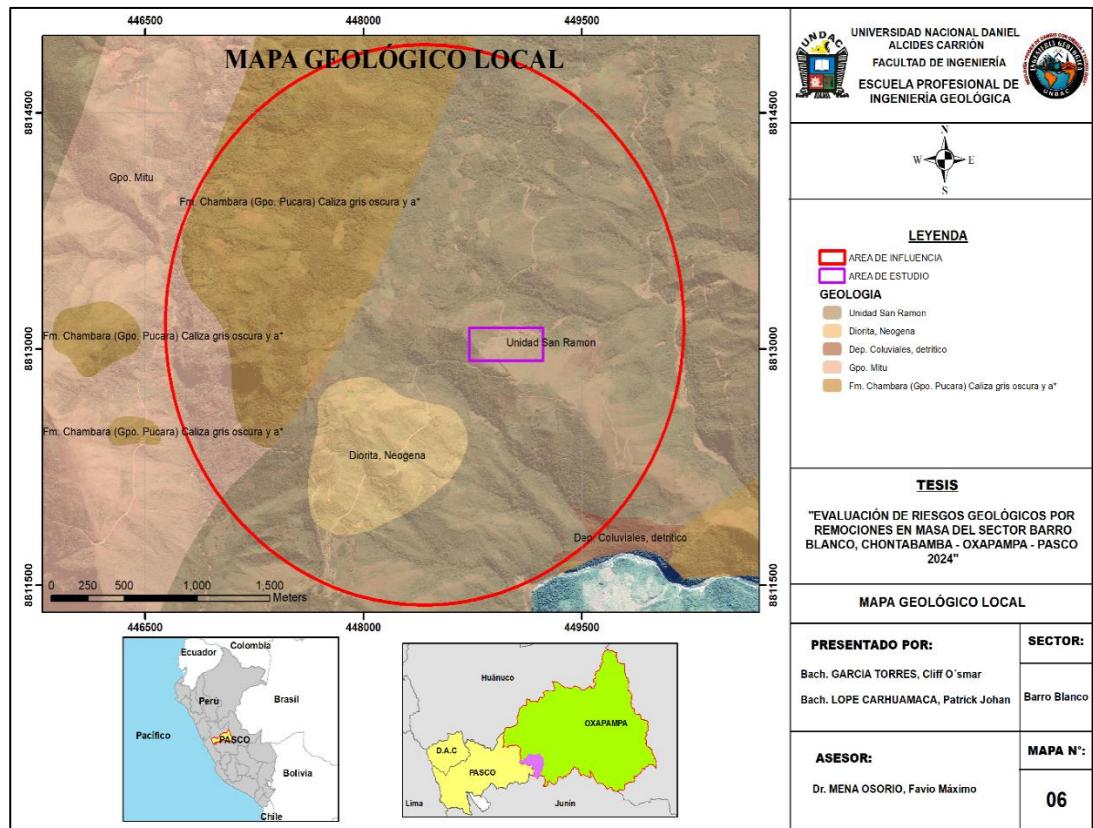


■ Geología Local

La zona de estudio fue caracterizada por las visitas a campo y los aportes de boletines por parte del INGEMMET, para el cual se consideró un área de influencia a partir del proyecto de aproximadamente 996.03 Ha. A partir de esto se visualizó formaciones geológicas correspondientes al Mesozoico conformado por calizas oscuras, pertenecientes a la formación Aramachay del Grupo Pucará, asimismo en la parte oeste del área de influencia tenemos presencia de conglomerados polimíticos de tonos rojizos con intercalaciones de lutitas, limolitas y areniscas estas pertenecen al Grupo Mitú, en la parte SE del área de estudio se encontró depósitos coluviales esto por la interferencia de los ríos Paucartambo y Pusapno ya que son zonas de valles por donde estos

ríos corren sus aguas, específicamente en la zona de estudio se encuentra dominada por el Batolito de San Ramón encontrando Monzogranito como también Dioritas.

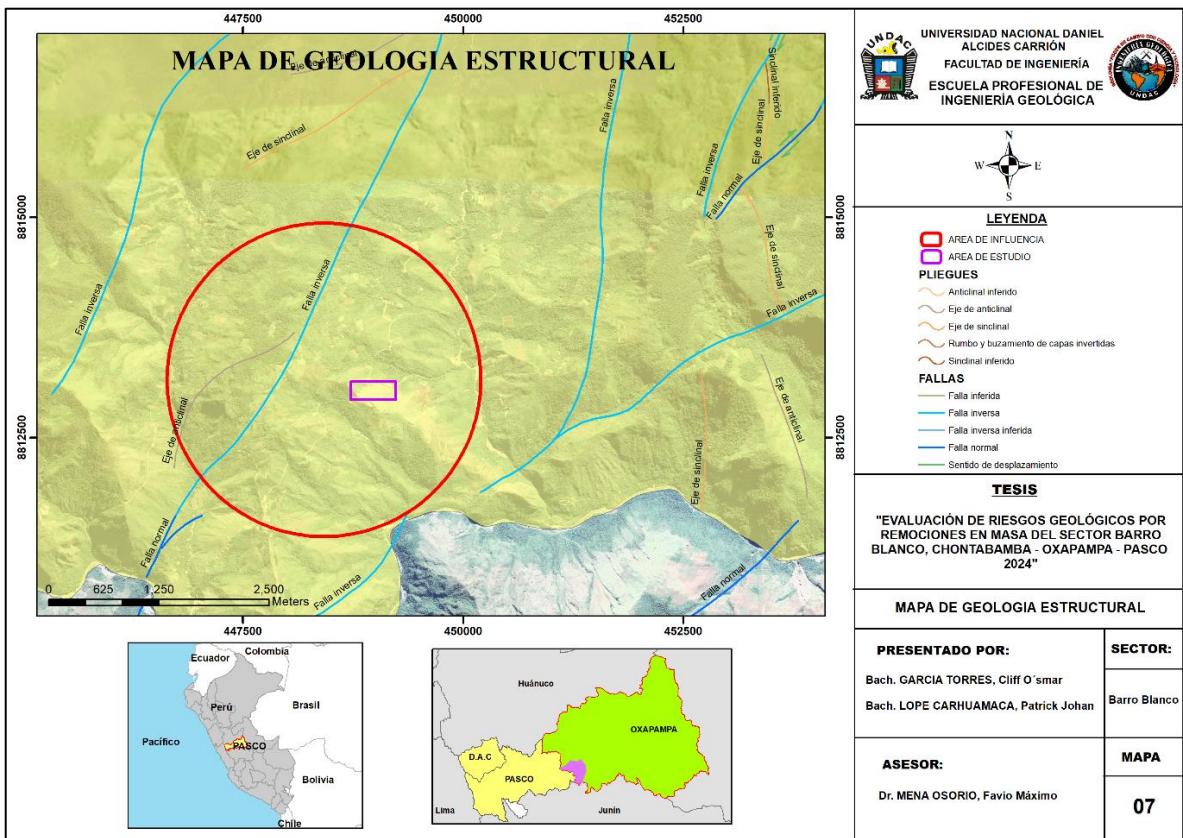
Figura 18 Mapa de la geología local



■ Geología Estructural

Con respecto a la geología estructural en el área de influencia se encuentra expuesta a una falla inversa que afecta tanto a la Formación Chambará como a la Unidad San Ramón como también un anticlinal, mas no en el área de estudio que solo se evidencia el batolito de San Ramón.

Figura 19 Mapa de la geología estructural.



■ Geodinámica Externa

Con respecto con la geodinámica externa, se toca la parte de remociones en masa o como se le conoce como movimientos en masa.

Los peligros geológicos que se reconocen en la zona de estudio son ocasionados por la geodinámica externa por esto lo catalogamos con el termino de movimiento de masa dentro de este se encuentran: caídas, vuelcos, deslizamientos, flujos, propagaciones laterales, reptaciones y estos son generados por la combinación de factores condicionantes y desencadenantes.

Se identificaron los factores condicionantes como la Pendiente, Geomorfología y Geología, este último factor ya se viene

analizando como parte de la caracterización del área de estudio del sector de Barro Blanco, con respecto a los otros peligros geológicos por remociones en masa (caídas de rocas, volcamientos, extensiones laterales, flujos y reptación) y peligros hidrometeorológicos (Inundaciones fluvial y pluvial) no será analizados en el presente estudio porque no consideramos de mucha relevancia para esta tesis, sin embargo, se pueden tomar en consideración para futuras evaluaciones de riesgo de la zona de estudio de Barro Blanco.

Los factores condicionantes cuando se combinan con los factores desencadenantes que son conocidos como factores detonantes, estos alimentan a que se genere un peligro, para este proyecto consideramos como factor desencadenante a las lluvias intensas o Precipitación.

De acuerdo a Alfaro (2014) en la Nota Técnica N° 001 del SENAMHI “Estimación de Umbrales de Precipitaciones Extremas Para la Emisión de avisos Meteorológicos”, nos dice que un fenómeno meteorológico extremo es un evento “raro” en lugar y momento determinado. Pero hay un consenso en que dicho fenómeno meteorológico extremo puede ser más “raro” que el percentil 10 o 90 de la función de densidad.

De acuerdo a estas consideraciones se ha tomado el criterio de considerar “lluvia diaria” a las precipitaciones acumuladas en 24 horas mayores a 0.1mm, ($RR>0.1\text{mm}$) para todos los cálculos realizados.

Se justifican la utilización de los índices porque hay más información disponible de acumulados de precipitación en 24 horas que intensidades de precipitación, lo que nos facilita enormemente para establecer los umbrales.

Tabla 6 Caracterización de umbrales de precipitación.

Umbrales de precipitación	Caracterización de lluvias extremas
RR/día>99p	Extremadamente lluvioso
95p<RR/día≤99p	Muy lluvioso
90p<RR/día≤95p	Lluvioso
75p<RR/día≤90p	Moderadamente lluvioso

Nota. Tomado de *umbrales de precipitaciones extremas para la emisión de avisos meteorológicos*, (p. 4), por Alfaro Lozano, L. 2014. SENAMHI.

Para el caso de la zona de investigación no se encontraron data diaria o mensual que se registran en estaciones meteorológicas del SENAMHI cerca de la zona de estudio, por ese sentido se utilizaran los datos de los umbrales y precipitaciones absolutas calculadas por el SENAMHI con la metodología descrita en la Nota Técnica 001-SENAMHI-DGM-2014 “Estimación de umbrales de precipitaciones extremas para la emisión de avisos meteorológicos” este mismo cuenta con información desde el año 1964 hasta el 2014, así utilizaremos los datos de la estación de Oxapampa.

Tabla 7 *Umbrales de precipitación para la estación de Oxapampa.*

Umbrales de precipitación	Caracterización de lluvias extremas	Umbrales calculados para la estación: Oxapampa.
RR/día>99p	Extremadamente lluvioso	RR>39,0 mm
95p<RR/día≤99p	Muy lluvioso	25,5 mm<RR≤ 39,0 mm
90p<RR/día≤95p	Lluvioso	19,0 mm<RR≤ 25,5 mm
75p<RR/día≤90p	Moderadamente lluvioso	11,2 mm<RR≤ 19,0 mm
RR<75p	Lluvias normales	RR≤ 11,2 mm

Nota. Elaboración propia, basado en Umbrales y precipitaciones absolutas del SENAMHI (p.97)

Tabla 8 *Precipitaciones máximas de su serie históricas en la estación de Oxapampa.*

Máximas precipitaciones(mm)	Fecha
183.0	31/12/2010

Nota. Elaboración propia, basado en Umbrales y precipitaciones absolutas del SENAMHI (p.98)

Por lo que llegamos a la conclusión que en nuestra zona de estudio las precipitaciones diarias (RR/día) anuales se encuentran por encima del percentil 99, siendo así extremadamente lluviosos.

▪ **Geomorfología**

La zona de estudio se encuentra ubicado sobre pliegues de montañas donde las aguas superficiales que provienen de las lluvias intensas han aprovechado la morfología abrupta formando así valles aluviales

En la zona de estudio se distinguen las siguientes unidades geomorfológicas:

Tabla 9 *Unidades Geomorfológicas de la zona de estudio.*

Unidades geomorfológicas de carácter tectónico degradacional y erosional		
Unidad	Subunidad	Símbolo
Montañas	Montaña en roca intrusiva	Rm-ri
	Montaña en roca sedimentaria	Rm-rs
Colinas	Colina estructural en roca sedimentaria	RCE-rs

Nota. Elaboración propia.

Geoformas de carácter tectónico – degradacional y erosional

Según al INGEMMET (2021) son formas de los terrenos resultados del efecto progresivo de procesos morfodinámicos degradacionales originados por la tectónica, estos procesos son los que conducen a la modificación ya sea parcial o total a través de un determinado tiempo geológico y bajo una determinada condición climática.

Unidad de Montañas

Dentro de esta unidad se encuentran aquellas geoformas que superan alturas de 300 metros, respecto a su base local, en el área de estudio se diferencia las siguientes subunidades:

Subunidad de Montaña en roca intrusiva (Rm-ri)

Son áreas montañosas donde predominan las rocas intrusivas prueba de esto es que la zona de estudio está sobre el batolito San Ramón y se ve presencia de dioritas, y monzogranito

Subunidad de montaña en roca sedimentaria (Rm-rs)

Son áreas que corresponden a afloramientos de roca sedimentaria como conglomerados que corresponde al Grupo Mitú y arcillas, limos que corresponden a depósitos aluviales.

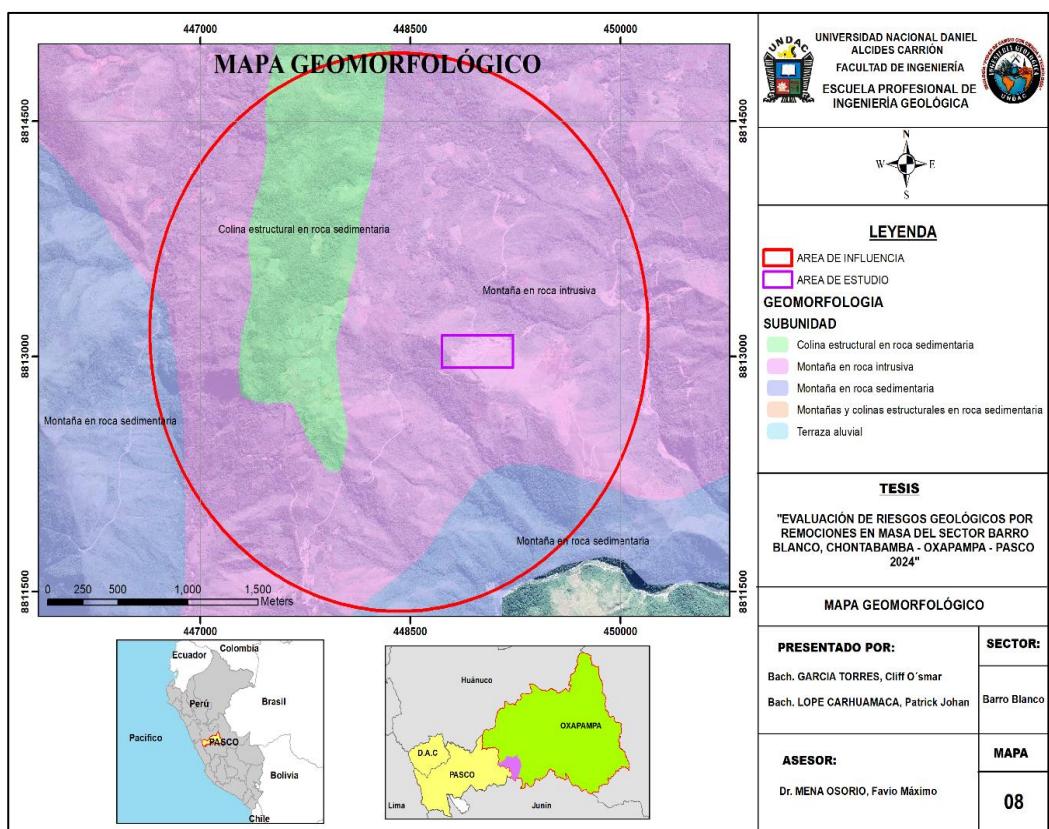
Unidad de colinas

Colina estructural en roca sedimentaria (RCE-rs)

Son relieves prominentes que se forman debido a estructuras geológicas dentro de rocas sedimentarias, estas estructuras son los pliegues, fallas o anticlinales que alemerger a la superficie crean una elevación.

En parte NW de la zona de influencia vemos un eje de anticlinal juntamente con la presencia de una falla inversa estos dos actúan sobre las calizas de la Formación Chambará separándolas de la Unidad San Ramón. Ver Figura 19

Figura 20 Mapa Geomorfológico



■ Pendientes

Este es un parámetro muy importante para la evaluación de procesos por remociones en masa, este va a actuar como factor condicionante.

Con respecto al escenario más idóneo para que ocurran movimientos en masa como deslizamientos, erosión de laderas la pendiente tiene que ser media a fuerte ($>30^\circ$) por otro lado las reptaciones tomando como ejemplo se da en pendientes mínimas, dicho esto, se elaboró la siguiente tabla con la asignación de rangos de pendientes:

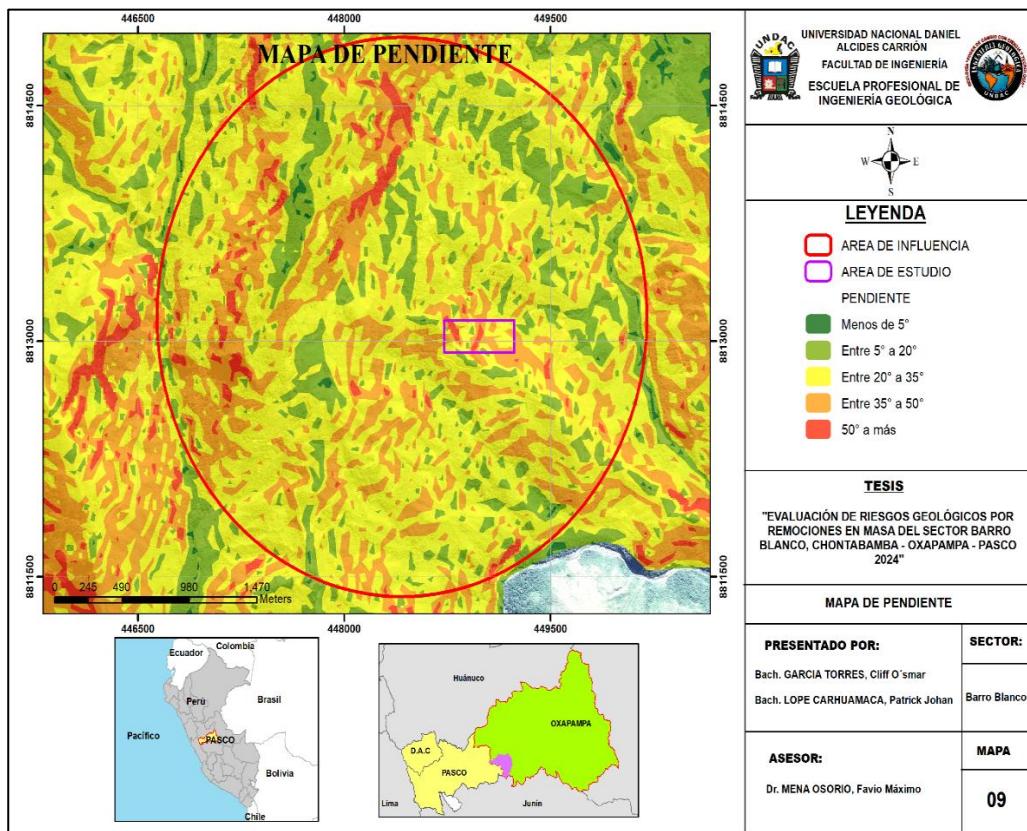
Tabla 10 *Estratificación de Pendientes*

Pendiente	Inclinación	Descripción
Muy bajas	Menores a 5°	Terrenos planos con ligera inclinación que se distribuyen también a lo largo de las zonas de planicies, también conforman los depósitos de piedemonte y fondos de valle.
Pendiente baja	Entre 5° a 20°	Terrenos de pendiente moderada, presentan buena distribución en la zona de montañas y colinas, en las altiplanicies por encima de los 4350 msnm.
Pendiente media	Entre 20° a 35°	Pendientes con amplia distribución en la zona de montañas, conformando también laderas superiores.
Pendiente fuerte	Entre 35° a 50°	Distribuidos principalmente en las laderas de montañas de la Cordillera Occidental, se extienden por sectores.
Pendiente muy fuerte	Mayores de 50°	Presentan una distribución reducida a lo largo de laderas de encañonados.

Nota. Elaboración propia.

La zona de influencia tiene un relieve variado por lo que clasificamos a las pendientes desde pendiente baja a pendiente muy fuerte, la metodología para la elaboración del mapa de pendientes fue en base de un Modelo de elevación digital descargado del ALOS Palsar, procesado con el software ArcGIS, obteniendo así las áreas que presentan inclinación en la zona de estudio.

Figura 21 Mapa de pendientes de la zona de estudio.

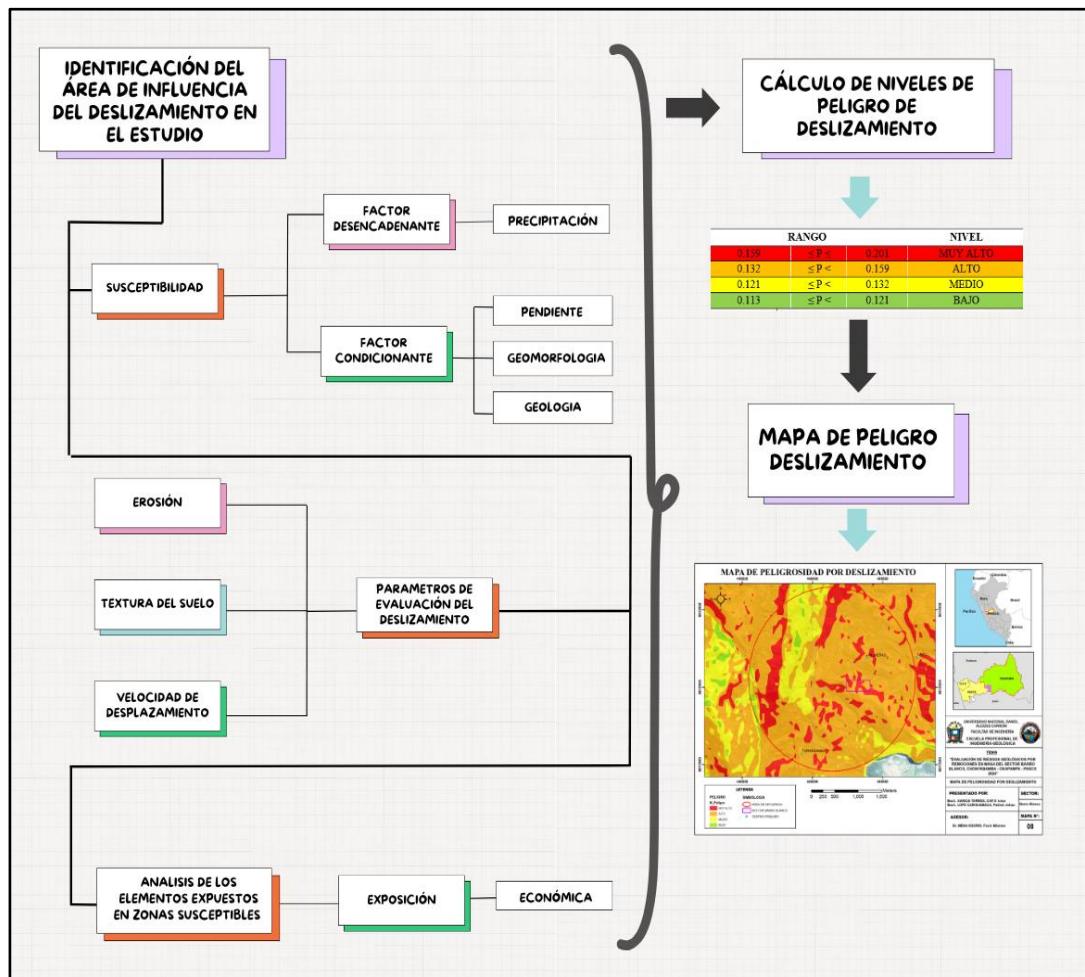


➤ **Determinación del nivel de peligrosidad**

- **Metodología para la determinación del Peligro por deslizamiento**

Para poder determinar el nivel de peligrosidad por deslizamiento utilizamos los factores condicionantes la pendiente, geomorfología y geología, mientras que como factor desencadenante utilizamos a las precipitaciones; de acuerdo a esto utilizamos parámetros de evaluación los cuales fueron el nivel de erosión, la textura del suelo y la velocidad de desplazamiento, estos mismos permitieron estratificar el nivel de peligro y la elaboración del mapa para peligro por deslizamiento.

Figura 22 Metodología para determinar los niveles de peligro para deslizamiento.



Nota. Elaboración propia.

- **Recopilación y análisis de información**

La recopilación de información ha sido dada por la disponibilidad de estudios publicados por entidades competentes como lo son el INGEMMET, SENAMHI, MINAM y ANA, utilizaremos la información histórica, estudios de peligros, topografía, hidrografía, climatología, geomorfología y geología del área de influencia del fenómeno de deslizamiento. Asimismo, se realizó un análisis de información proporcionada por entidades que

son gratuitas como la plataforma del GEOCATMIN, estudios publicados cercanos a la zona de estudio.

- **Identificación del fenómeno y el peligro**

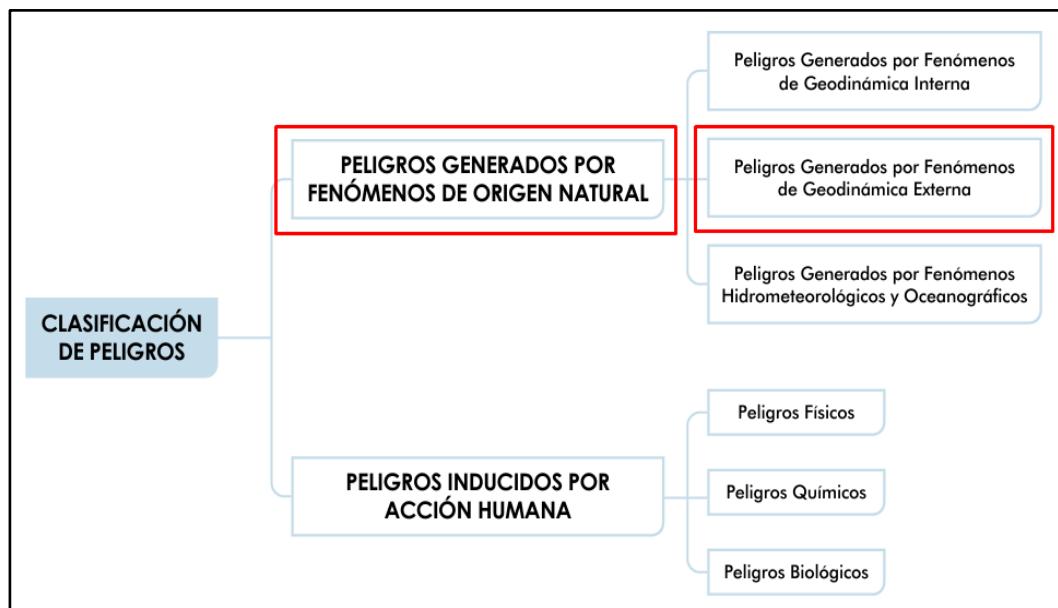
Para la identificación de los fenómenos nos basamos principalmente en las observaciones de las visitas a campo, entrevistas a los pobladores sobre peligros, las noticias por parte del Gobierno Regional Pasco, de las imágenes satelitales e imágenes del Google Earth, analizando la topografía, meteorización, pero el paso más importante consultando con el manual del CENEPRED (2014).

De acuerdo a la versión N° 02 del CENEPRED (2014), los peligros se clasifican en dos:

- *Peligros generados por fenómenos de origen natural* dentro de estos peligros se encuentran otros subtipos que son los peligros generados por geodinámica interna, los peligros generados por geodinámica externa y peligros generados por fenómenos hidrometalúrgicos y oceanográficos.
- *Peligros generados por la acción humana* dentro de estos se encuentran los peligros físicos, químicos y biológicos (No serán tratados en el presente estudio).

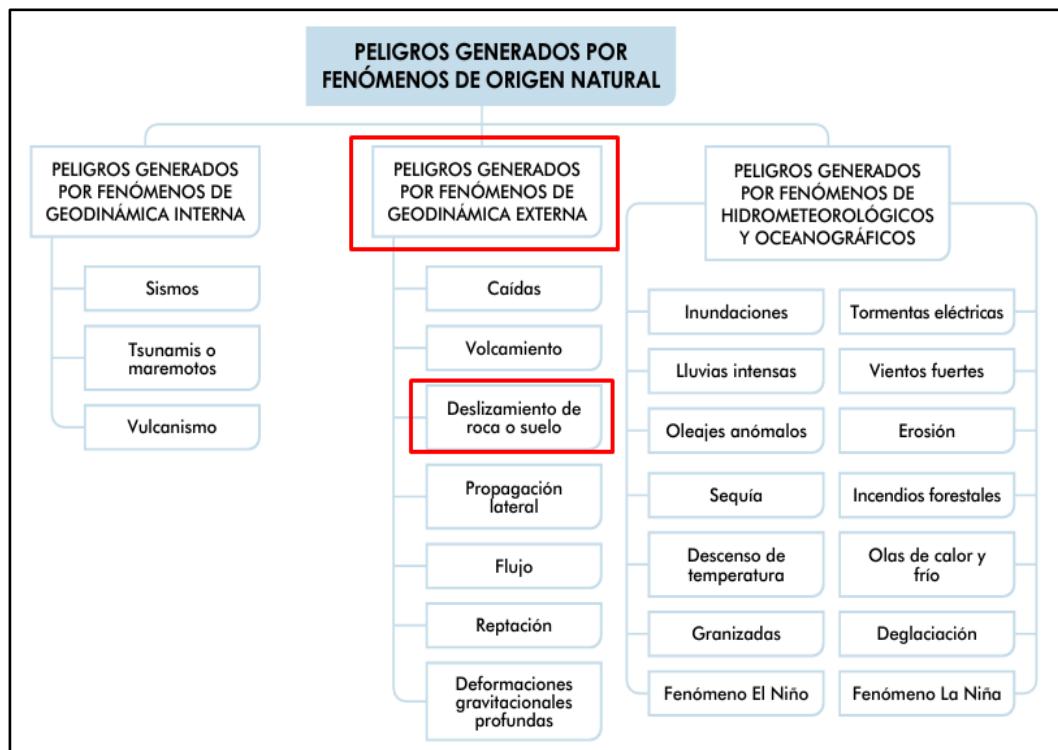
Ver figura 23

Figura 23 Clasificación de peligros.



Nota. Tomado de Manual de Evaluación de riesgos – versión 02 p.21, por CENEPRED, 2014.

Figura 24 Clasificación de peligros generados por fenómenos de origen natural.



Nota. Tomado de Manual de Evaluación de riesgos – versión 02 p.22, por CENEPRED, 2014.

Por lo tanto, para la siguiente investigación se identificó el siguiente peligro:

- Peligro *por* deslizamiento.

- **Identificación del ámbito de influencia**

El ámbito de estudio presenta una expansión de 996.03 Ha.

Donde las zonas más expuestas dentro del sector Barro Blanco son las vías es decir la carretera.

De acuerdo al mapeo general de la zona en Chontabamba existen más zonas con peligros de geodinámica externa pero no están dentro del área del proyecto que es solo Barro Blanco por tanto no influye de manera indirecta al espacio donde se encuentra ubicado la zona del proyecto.

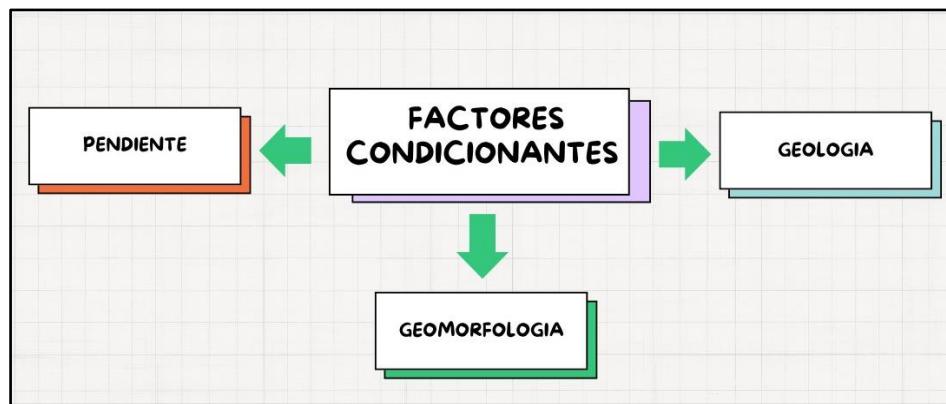
- **Susceptibilidad del territorio para peligro por deslizamiento**

La susceptibilidad se refiere a la mayor o menor predisposición de que el evento llegase a ocurrir o no dentro de la zona de estudio, la susceptibilidad depende de factores condicionantes y desencadenantes como también de su ambiente geográfico, por lo que para el estudio se establecieron los siguientes factores.

Análisis de los factores condicionantes

Los parámetros fueron descritos en el ítem 4.1.1 de la presente tesis, por lo que la elección de cada descriptor se detalla líneas abajo.

Figura 25 Factores condicionantes para peligro por deslizamiento.



Nota. Elaboración propia.

Tabla 11 Factores Condicionantes.

PARÁMETROS	Nº DE PARÁMETROS	DESCRIPCIÓN	VECTOR DE PRIORIZACIÓN
PENDIENTE		Inclinaciones del relieve de la zona, que varía de acuerdo al espacio de ubicación.	0.669
GEOMORFOLOGÍA	3	Geoformas de la zona de estudio que influya en deslizamientos u otras remociones en masa	0.243
GEOLOGÍA		Litología de la zona.	0.088

Nota. Elaboración Propia.

Tabla 12 Ponderación de los factores condicionantes.

PARÁMETROS	PENDIENTE	GEOMORFOLOGÍA	GEOLOGÍA
PENDIENTE	1.000	3.000	7.000
GEOMORFOLOGÍA	0.333	1.000	3.000
GEOLOGÍA	0.143	0.333	1.000
SUMA	1.476	4.333	11.000

Nota. Elaboración propia.

Tabla 13 Normalización de los factores condicionantes.

PARÁMETROS	PENDIENTE	GEOMORFOLOGIA	GEOLOGÍA	VECTOR PRIORIZACIÓN
PENDIENTE	0.677	0.692	0.636	0.669
GEOMORFOLOGIA	0.226	0.231	0.273	0.243
GEOLOGÍA	0.097	0.077	0.091	0.088
SUMA				1.000

Nota. Elaboración propia.

Tabla 14 Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) de los factores condicionantes.

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.004
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.04 (*)	RC	0.007

Nota. Elaboración propia.

Tabla 15 Descriptores del factor condicionante "Pendiente".

PENDIENTE	RANGO DE INCLINACIÓN	VECTOR DE PRIORIZACIÓN
	Mayor a 50°	0.478
	Entre 35° a 50°	0.267
DESCRIPTORES	Entre 20° a 35°	0.138
	Entre 5° a 20°	0.079
	Menor a 5°	0.038

Nota. Elaboración propia.

Tabla 16 Ponderación de los descriptores del factor condicionante "Pendiente".

Pendiente	Mayor a 50°	Entre 35° a 50°	Entre 20° a 35°	Entre 5° a 20°	Menor a 5°
Mayor a 50°	1.000	2.000	4.000	7.000	9.000
Entre 35° a 50°	0.500	1.000	2.000	4.000	7.000
Entre 20° a 35°	0.250	0.500	1.000	2.000	4.000
Entre 5° a 20°	0.143	0.250	0.500	1.000	3.000
Menor a 5°	0.111	0.143	0.250	0.333	1.000

Nota. Elaboración propia.

Tabla 17 Normalización de los descriptores del factor condicionante "Pendiente".

Pendiente	Mayor a 50°	Entre 35° a 50°	Entre 20° a 35°	Entre 5° a 20°	Menor a 5°	Vector Priorización
Mayor a 50°	0.499	0.514	0.516	0.488	0.375	0.478
Entre 35° a 50°	0.250	0.257	0.258	0.279	0.292	0.267
Entre 20° a 35°	0.125	0.128	0.129	0.140	0.167	0.138
Entre 5° a 20°	0.071	0.064	0.065	0.070	0.125	0.079
Menor a 5°	0.055	0.037	0.032	0.023	0.042	0.038

Nota. Elaboración propia.

Tabla 18 Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del FC "Pendiente".

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.018
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)	RC	0.016

Nota. Elaboración propia.

Tabla 19 Descriptores del factor condicionante "Geomorfología".

GEOMORFOLOGÍA	SUB UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	Vector de Priorización
DESCRIPTORES	Montaña en roca intrusiva (RM-ri)	0.478
	Terraza aluvial (T-al)	0.289
	Colina estructural en roca sedimentaria (RCE-rs)	0.125
	Montaña y colina estructural en roca sedimentaria (RMCE-rs)	0.073
	Montaña en roca sedimentaria (RM-rs)	0.036

Nota. Elaboración propia.

Tabla 20 Ponderación de los descriptores del factor condicionante "Geomorfología".

GEOMORFOLOGÍA	Montaña en roca intrusiva (RM-ri)	Terraza aluvial (T-al)	Colina estructural en roca sedimentaria (RCE-rs)	Montaña y colina estructural en roca sedimentaria (RMCE-rs)	Montaña en roca sedimentaria (RM-rs)
Montaña en roca intrusiva (RM-ri)	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
Terraza aluvial (T-al)	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Colina estructural en roca sedimentaria (RCE-rs)	0.20	0.33	1.00	2.00	5.00
Montaña y colina estructural en roca sedimentaria (RMCE-rs)	0.14	0.20	0.50	1.00	3.00
Montaña en roca sedimentaria (RM-rs)	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00

Nota. Elaboración propia.

Tabla 21 Normalización de los descriptores del factor condicionante "Geomorfología".

GEOMORFOLOGÍA	Montaña en roca intrusiva (RM-ri)	Terraza aluvial (T-al)	Colina estructural en roca sedimentaria (RCE-rs)	Montaña y colina estructural en roca sedimentaria (RMCE-rs)	Montaña en roca sedimentaria (RM-rs)	Vector Priorización
Montaña en roca intrusiva (RM-ri)	0.512	0.544	0.515	0.457	0.360	0.478
Terraza aluvial (T-al)	0.256	0.272	0.309	0.326	0.280	0.289
Colina estructural en roca sedimentaria (RCE-rs)	0.102	0.091	0.103	0.130	0.200	0.125
Montaña y colina estructural en roca sedimentaria (RMCE-rs)	0.073	0.054	0.052	0.065	0.120	0.073
Montaña en roca sedimentaria (RM-rs)	0.057	0.039	0.021	0.022	0.040	0.036

Nota. Elaboración propia.

Tabla 22 Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del FC "Geomorfología"

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.036
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)	RC	0.032

Nota. Elaboración propia

Tabla 23 Descriptores del factor condicionante "Geología".

GEOLOGÍA	LITOLOGÍA	Vector de Priorización
DESCRIPTORES	Unidad San Ramón (PsTi-sr/gr), Dacita (P-da), Diorita Neógena (N-di)	0.467
	Dep. coluvial (Q-co)	0.256
	Grupo Mitú (PsTi-mi)	0.148
	Fm. Chambará (Ts-cha), Fm. Aramachay (Ji-a), Fm. Condorsinga (Ji-co), Dep.	0.084
	Aluvial (Q-al)	
	Grupo Ambo (Ci-a)	0.044
SUMA		1.000

Nota. Elaboración propia.

Tabla 24 Ponderación de los descriptores del factor condicionante "Geología".

GEOLOGIA	Unidad San Ramón (PsTi-sr/gr), Dacita (P-da), Diorita Neógena (N-di)	Dep. coluvial (Q-co)	Grupo Mitú (PsTi-mi)	Fm. Chambará (Ts-cha), Fm. Aramachay (Ji-a), Fm. Condorsinga (Ji-co), Dep.	Grupo Ambo (Ci-a)
Unidad San Ramón (PsTi-sr/gr), Dacita (P-da), Diorita Neógena (N-di)	1.00	3.00	4.00	5.00	7.00
Dep. coluvial (Q-co)	0.33	1.00	3.00	4.00	5.00
Grupo Mitú (PsTi-mi)	0.25	0.33	1.00	3.00	4.00
Fm. Chambará (Ts-cha), Fm. Aramachay (Ji-a), Fm. Condorsinga (Ji-co), Dep.	0.20	0.25	0.33	1.00	3.00
Aluvial (Q-al)	0.14	0.20	0.25	0.33	1.00
Nota. Elaboración propia.					

Tabla 25 Normalización de los descriptores del factor condicionante "Geología".

GEOLOGÍA	Unidad San Ramón (PsTi-sr/gr), Dacita (P-da), Diorita Neógena (N-di)	Dep. coluvial (Q-co)	Grupo Mitú (PsTi-mi)	Fm. Chambará (Ts-cha), Fm. Aramachay (Ji-a), Fm. Condorsinga (Ji-co), Dep. Aluvial (Q-al)	Grupo Ambo (Ci-a)	Vector Priorización
	Unidad San Ramón (PsTi-sr/gr), Dacita (P-da), Diorita Neógena (N-di)	0.519	0.627	0.466	0.375	0.350
	Dep. coluvial (Q-co)	0.173	0.209	0.350	0.300	0.250
	Grupo Mitú (PsTi-mi)	0.130	0.070	0.117	0.225	0.200
	Fm. Chambará (Ts-cha), Fm. Aramachay (Ji-a), Fm. Condorsinga (Ji-co), Dep. Aluvial (Q-al)	0.104	0.052	0.039	0.075	0.150
	Grupo Ambo (Ci-a)	0.074	0.042	0.029	0.025	0.050
Nota. Elaboración propia.						

Tabla 26 Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del FC "Geología".

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.072
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)	RC	0.064

Nota. Elaboración propia.

Análisis de los factores desencadenantes

Con respecto a la ocurrencia de deslizamientos en la zona de estudio, se ha evaluado la precipitación como factor detonante y medible, este mismo fue descrito en

el ítem 4.1.1, siendo este el factor que más predominancia tiene en la zona de estudio pudiendo desencadenar así un deslizamiento.

Figura 26 Factores desencadenantes.



Nota. Elaboración propia.

Tabla 27 Descriptores del factor desencadenante "Precipitación".

PRECIPITACIÓN	PERCENTILES	DESCRIPCIÓN	Vector de priorización
DESCRIPTORES	Mayor P99	Extremadamente lluvioso	0.503
	P95-P99	Muy lluvioso	0.260
	P90-P95	Lluvioso	0.134
	P75-P90	Moderadamente lluvioso	0.068
	Nulo o lloviznas que se consideran normales por temporada		0.035
	Menos a P75		

Nota. Elaboración propia.

Tabla 28 Ponderación de los descriptores del factor desencadenante
"Precipitación".

Precipitación (Percentiles)	Mayor P99	P95-P99	P90-P95	P75-P90	Menos a P75
Mayor P99	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
P95-P99	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
P90-P95	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
P75-P90	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Menos a P75	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00

Nota. Elaboración propia.

Tabla 29 Normalización de los descriptores del factor desencadenante
"Precipitación".

Precipitación (Percentiles)	Mayor P99	P95-P99	P90-P95	P75-P90	Menos a P75	Vector Priorización
Mayor P99	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
P95-P99	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
P90-P95	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
P75-P90	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Menos a P75	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Nota. Elaboración propia.

Tabla 30 Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del FD
"Precipitación".

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.061
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)	RC	0.054

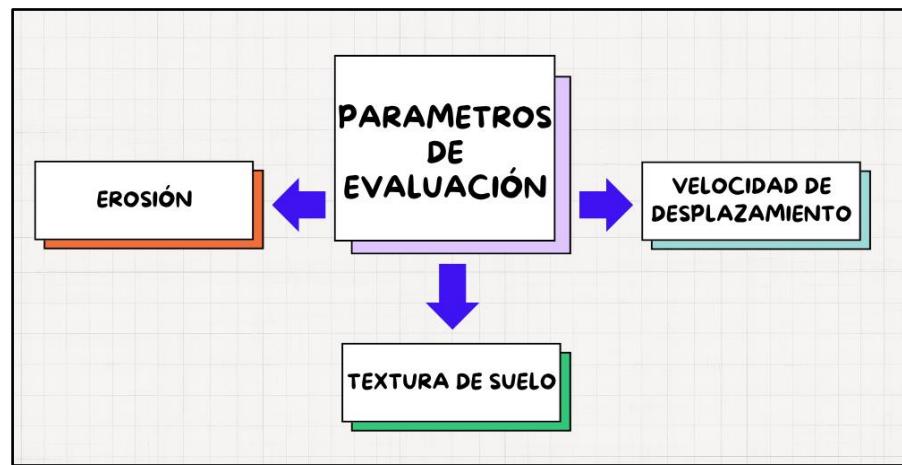
Nota. Elaboración propia.

- **Parámetros de evaluación para peligro de deslizamiento**

Se tomaron en consideración tres parámetros para la evaluación de remociones en masa que de acuerdo a las condiciones del ámbito geográfico y geológico guardan relación con lo evidenciado *in situ* que demuestran ser parámetros de deslizamientos en la zona de estudio, dichos parámetros son los siguientes:

- Erosión.
- Textura de suelo.
- Velocidad de desplazamiento.

Figura 27 Parámetros de evaluación del deslizamiento.



Nota. Elaboración propia.

Tabla 31 Parámetros de evaluación del deslizamiento.

PARÁMETROS	Nº DE PARÁMETROS	DESCRIPCIÓN	VECTOR DE PRIORIZACIÓN
EROSIÓN		Estado y tipo de erosión.	0.669
TEXTURA DE SUELO	3	Contenido de partículas de diferentes tamaños del suelo	0.267
VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		Recorrido de una distancia en el menor tiempo posible.	0.064

Nota. Elaboración propia.

Tabla 32 Ponderación de los parámetros de evaluación.

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN.	EROSIÓN	TEXTURA DE SUELO	VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO
EROSIÓN	1.00	3.00	9.00
TEXTURA DE SUELO	0.33	1.00	5.00
VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO	0.11	0.20	1.00

Nota. Elaboración propia.

Tabla 33 Normalización de los parámetros de evaluación.

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	EROSIÓN	TEXTURA DE SUELO	VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO	Vector Priorización
EROSIÓN	0.692	0.714	0.600	0.669
TEXTURA DE SUELO	0.231	0.238	0.333	0.267
VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO	0.077	0.048	0.067	0.064

Nota. Elaboración propia.

Tabla 34 *Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) de los**Parámetros de Evaluación.*

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.015
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.04 (*)	RC	0.028

Nota. Elaboración propia.

A continuación, se procederá a describir los parámetros con su ponderación respectiva:

Tabla 35 *Descriptores del parámetro de evaluación "Erosión".*

EROSIÓN	ZONAS DE EROSIÓN	DESCRIPCIÓN	Vector de priorización
Zonas muy inestables.	Laderas con zonas de falla, masas de rocas intensamente meteorizadas y/o alteradas; saturadas y muy fracturadas y depósitos superficiales inconsolidados y zonas con intensa erosión (cárcavas).		0.503
Zonas inestables.	Macizos rocosos con meteorización y/o alteración intensa a moderada, muy fracturadas; depósitos superficiales inconsolidados, materiales parcialmente a muy saturados, zonas de intensa erosión.		0.260
Zonas de estabilidad marginal.	Laderas con erosión intensa o materiales parcialmente saturados, moderadamente meteorizados.		0.134
Laderas con substrato poco fracturado.	Ladera moderada a poca meteorización, parcialmente erosionadas, no saturada.		0.068
Laderas con substrato rocoso no meteorizado.	Se pueden presentar inestabilidades en las laderas adyacentes a los ríos		0.035

y quebradas, por
socavamiento y erosión.

Nota. Elaboración propia.

Tabla 36 Ponderación del parámetro "Erosión".

Zonas de Erosión	Zonas muy inestables	Zonas inestables	Zona de estabilidad marginal	Laderas con materiales pocas profundas	Laderas con substrato rocoso no meteorizado
Zonas muy inestables	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
Zonas inestables	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
Zona de estabilidad marginal	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
Laderas con materiales pocas profundas	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
Laderas con substrato rocoso no meteorizado	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000

Nota. Elaboración propia.

Tabla 37 Normalización del parámetro "Erosión".

Zonas de Erosión	Zonas muy inestables	Zonas inestables	Zona de estabilidad marginal	Laderas con materiales pocas profundas	Laderas con substrato rocoso no meteorizado	Vector Priorización
Zonas muy inestables	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Zonas inestables	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Zona de estabilidad marginal	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Laderas con materiales pocas profundas	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Laderas con substrato rocoso no meteorizado	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Nota. Elaboración propia.

Tabla 38 Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del P.E. "Erosión".

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.061
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)	RC	0.054

Nota. Elaboración propia.

Tabla 39 Descriptores del parámetro de evaluación "Textura de suelo".

TEXTURA DE SUELO	TAMAÑO DE SUELOS	DESCRIPCIÓN	Vector de priorización
		Suelos arcillosos (arcilloso arenoso, arcilloso limonoso, arcilloso).	
	Finas.		0.503
	Moderadamente fina.	Suelos fracos (franco arcilloso, franco limonoso arcilloso y/o franco limonoso arcilloso).	0.260
DESCRIPTORES		Suelos fracos (franco, franco limonoso y/o limonoso).	0.134
	Moderadamente gruesa.	Suelos fracos (franco arenoso).	0.068
	Gruesa.	Suelos arenosos: arenosos, fracos arenosos.	0.035

Nota. Elaboración propia.

Tabla 40 Ponderación del parámetro "Textura de suelo".

Tamaño de Suelos	Finas	Moderadamente fina	Medianas	Moderadamente gruesa	Gruesa
Finas	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
Moderadamente fina	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
Medianas	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
Moderadamente gruesa	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
Gruesa	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000

Nota. Elaboración propia.

Tabla 41 Normalización del parámetro "Textura de suelo".

Tamaño de Suelos	Finas	Moderadamente fina	Mediana	Moderadamente gruesa	Gruesa	Vector Priorización
Finas	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Moderadamente fina	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Mediana	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Moderadamente gruesa	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Gruesa	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Nota. Elaboración propia.

Tabla 42 Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del P.E.
"Textura de suelo".

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.061
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)	RC	0.054

Nota. Elaboración propia.

Tabla 43 Descriptores del parámetro de evaluación "Velocidad de desplazamiento".

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO	VELOCIDAD	DESCRIPCIÓN	Vector de priorización
	Extremadamente rápido.	v=5m/s.	0.503
	Muy rápido.	v=0.05m/s.	0.260
	Rápido.	v=0.0033 m/s.	0.134
	Moderado.	v=3.009x10-4 m/s.	0.068
DESCRIPTORES	Lento a extremadamente lento.	v=5.144x10-8 m/año a 5.144x10-10 m/año.	0.035

Nota. Elaboración propia.

Tabla 44 Ponderación del parámetro "Velocidad de desplazamiento".

Vel. De Desplazamiento	Extremada mente rápido	Muy rápido	Rápido	Moderado	Lenta a extremadamente lenta
Extremadamente rápido	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Muy rápido	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Rápido	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Moderado	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Lenta a extremadamente lenta	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00

Nota. Elaboración propia.

Tabla 45 Normalización del parámetro "Velocidad de desplazamiento".

Vel. De Desplazamiento	Extremada mente rápido	Muy rápido	Rápido	Moderado	Lenta a extremadamente lenta	Vector Priorización
Extremadamente rápido	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Muy rápido	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Rápido	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Moderado	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Lenta a extremadamente lenta	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Nota. Elaboración propia.

Tabla 46 Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del P.E. "Velocidad desplazamiento".

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.061
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)	RC	0.054

Nota. Elaboración propia.

Ahora ponderaremos los parámetros de evaluación en la siguiente tabla, obteniendo así un valor ponderado de los

parámetros de evaluación con lo que trabajaremos para la elaboración del mapa del peligro por deslizamiento.

Tabla 47 Ponderación de los parámetros de evaluación para la elaboración del mapa de peligros.

PONDERACIÓN DEL PARÁMETRO DE EVALUACIÓN						
EROSION	TEXTURA DE SUELO		VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		VALOR PONDERADO	
	Zona de estabilidad marginal	Mediana	Moderada ($v=3.009 \times 10^{-4}$ m/s)	PP	PD	
PP	PD	PP	PD	PP	PD	
0.669	0.134	0.267	0.134	0.064	0.068	0.130

Nota. Elaboración propia.

- **Niveles de peligrosidad por deslizamiento**

Tabla 48 Nivel de peligrosidad por deslizamientos.

RANGO		NIVEL	
0.159	$\leq P \leq$	0.201	MUY ALTO
0.132	$\leq P <$	0.159	ALTO
0.121	$\leq P <$	0.132	MEDIO
0.113	$\leq P <$	0.121	BAJO

Nota. Elaboración propia.

- **Estratificación de nivel peligrosidad de deslizamiento**

Tabla 49 *Estratificación de nivel de peligrosidad de deslizamiento.*

Niveles de Peligro	Descripción	Rangos
Muy Alto	Zonas de masas de rocas intensamente meteorizadas y/o alteradas; saturadas y muy fracturadas y depósitos superficiales inconsolidados y zonas con intensa erosión (cárcavas), Con pendientes que son $>50^\circ$, Ubicados en la Unidad San Ramón, Dacita, Diorita Neógenas, Con una geomorfología de Montaña en roca intrusiva, Desencadenados por lluvias de 183.0 mm por día.	$0.262 \leq P \leq 0.498$
Alto	Zonas de macizos rocosos con meteorización y/o alteración intensa a moderada, muy fracturadas; depósitos superficiales inconsolidados, materiales parcialmente a muy saturados, zonas de intensa erosión, Con pendientes que son $35^\circ - 50^\circ$, Ubicados en Dep. coluviales, detríticos, Grupo Mitú o Presencia de la unidad San Ramón, Con una geomorfología terrazas aluviales, desencadenados por lluvias de 183.0 mm por día.	$0.135 \leq P < 0.262$
Medio	Zonas de laderas con erosión intensa o materiales parcialmente saturados, moderadamente meteorizados, con pendientes que son $20^\circ - 35^\circ$, Ubicados en el Grupo Mitú o Fm. Chambará, Fm. Aramachay, Fm. Condorsinga, Dep. Aluvial, Con una geomorfología de Colinas estructurales en roca	$0.070 \leq P < 0.135$

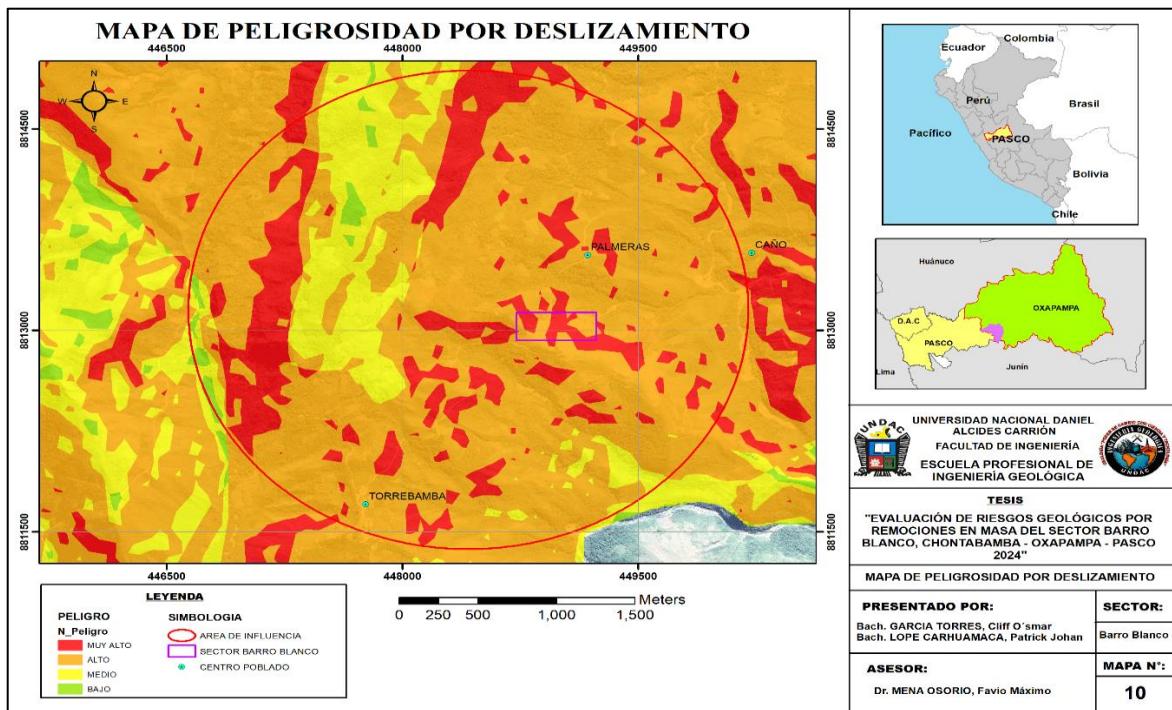
	sedimentaria, Desencadenados por lluvias de 183.0 mm por día.	
Peligro Bajo	Zonas de laderas moderadas a poca meteorización, parcialmente erosionadas, no saturada, Con pendientes que son 05° - 20°, Ubicados en la Fm. Chambará, Fm. Aramachay, Fm. Condorsinga, Dep. Aluvial o Grupo Ambo, Con una geomorfología de Montaña y colina estructural en roca sedimentaria, Desencadenados por lluvias de 183.0 mm por día.	0.035 ≤ P < 0.070

Nota. Elaboración propia.

- **Elementos expuestos por peligro de deslizamiento**

Para el análisis de peligro por deslizamiento la zona expuesta es la carretera que pasa por la zona de Barro Blanco, esta carretera es la carretera principal que conecta el Centro Poblado de Torrebamba con el Distrito de Chontabamba.

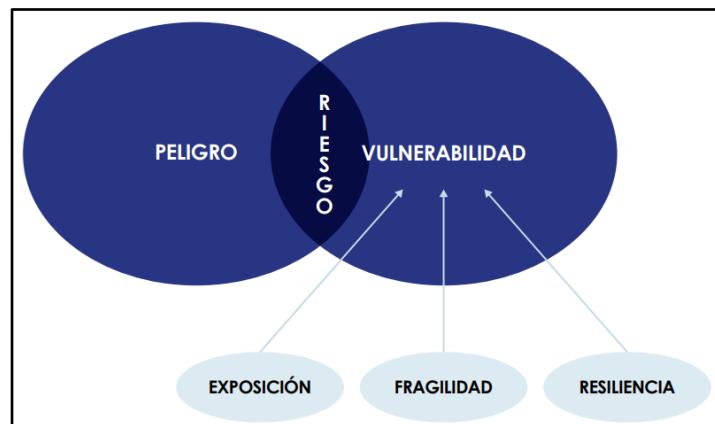
Figura 28 Mapa de peligro de deslizamiento en la zona de estudio.



- Definición de escenario para peligro por deslizamiento

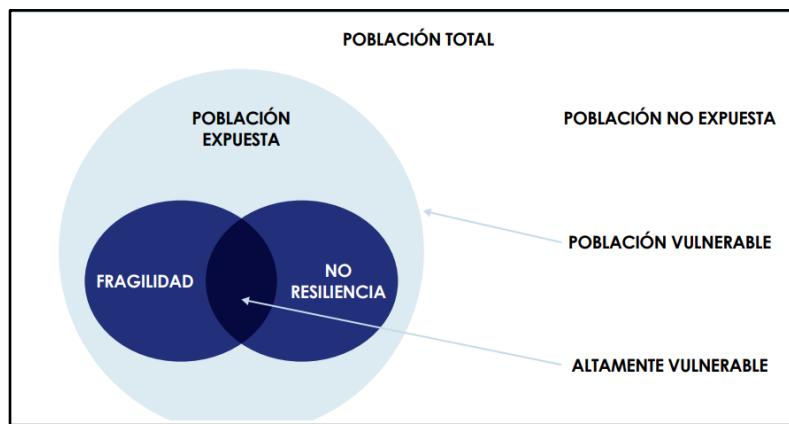
- Análisis de Vulnerabilidad

Figura 29 Factores de la Vulnerabilidad.



Nota. Tomado de *Manual para la Evaluación de Riesgos originados por fenómenos Naturales 2da versión* (p. 121), por CENEPRED, 2014

Figura 30 Distribución de la Población en términos de la Vulnerabilidad.

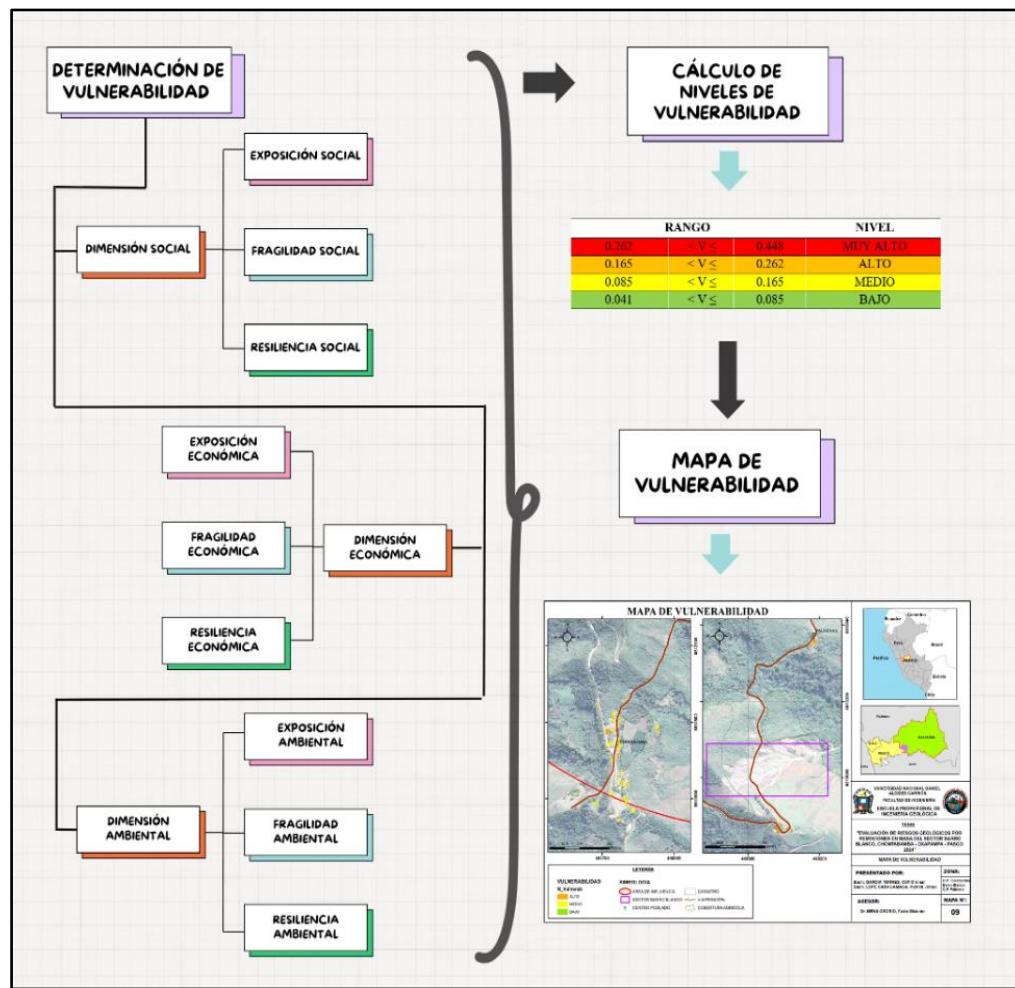


Nota. Tomado de Manual para la Evaluación de Riesgos originados por fenómenos Naturales 2da versión (p. 123), por CENEPRED, 2014

- **Metodología para la determinación del nivel de Vulnerabilidad**

Para esta metodología se estableció un formulario de encuesta para el levantamiento de informaciones en campo, ficha del formulario que se encuentra en el Anexo 2 y el consolidado de Levantamiento de Información en el Anexo 3. Posteriormente para procesar estos datos estimados con el Software ArcGIS en base a los rangos de cada nivel de vulnerabilidad que serán determinados en el Excel. Esta metodología es desarrollada progresivamente de la siguiente manera como se muestra en la siguiente figura.

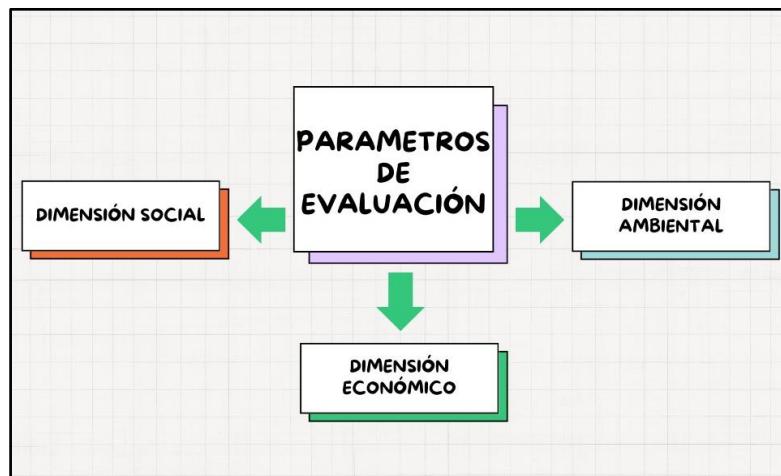
Figura 31 Metodología para determinar los niveles de Vulnerabilidad.



Nota. Elaboración propia

- **Parámetros para el análisis de la Vulnerabilidad**

Figura 32 Parámetros para el análisis de vulnerabilidad.



Nota. Elaboración propia

Tabla 50 Parámetros de la Evaluación Social, Económica y Ambiental.

DIMENSIONES	PARÁMETROS	Nº DE PARÁMETROS	VECTOR DE PRIORIZACIÓN
	Social		0.700
	Económico	3	0.194
	Ambiental		0.107

Nota. Elaboración propia.

- **Vulnerabilidad en la Dimensión Social**

- ✓ **Exposición Social**

Tabla 51 Descriptor del Factor Exposición Social.

PARÁMETROS	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN	Nº DE PARÁMETROS	VECTOR DE PRIORIZACIÓN
EXPOSICIÓN SOCIAL	Personas Expuestas	PE	1	1.000

Nota. Elaboración propia.

Tabla 52 Descriptores de “Personas Expuestas”

PERSONAS EXPUESTAS	PARAMETROS	DESCRIPCIÓN	VECTOR DE PRIORIZACIÓN
DESCRIPTO RES	PE1 De 35 a 129 personas	Pobladores de esta zona expuesta	0.503
	PE2 De 25 a 34 personas	entorno al peligro de	0.260
	PE3 De 15 a 24 personas	Deslizamiento, con	0.134
	PE4 De 5 a 14 personas	rangos delimitados	0.068
	PE5 De 5 a menos	por vivienda	0.035

Nota. Elaboración propia.

Tabla 53 Ponderación de los Descriptores de “Personas Expuestas”

Personas Expuestas	De 35 a 129 personas	De 25 a 34 personas	De 15 a 24 personas	De 5 a 14 personas	De 5 a menos
De 35 a 129 personas	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
De 25 a 34 personas	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
De 15 a 24 personas	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
De 5 a 14 personas	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
De 5 a menos	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00

Nota. Elaboración propia.

Tabla 54 Normalización de los Descriptores de “Personas Expuestas”

Personas Expuestas	De 35 a 129 personas	De 25 a 34 personas	De 15 a 24 personas	De 5 a 14 personas	De 5 a menos	Vector de Priorización
De 35 a 129 personas	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
De 25 a 34 personas	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
De 15 a 24 personas	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
De 5 a 14 personas	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
De 5 a menos	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Nota. Elaboración propia.

Tabla 55 Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) de “Personas Expuestas”

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.061
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)	RC	0.054

Nota. Elaboración propia.

✓ **Fragilidad Social**

Tabla 56 Descriptor del Factor Fragilidad Social.

PARÁMETROS	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN	Nº DE PARÁMETROS	VECTOR DE PRIORIZACIÓN
FRAGILIDAD SOCIAL	Grupo Etario	GE	1	1.000

Nota. Elaboración propia.

Tabla 57 Descriptores de “Grupo Etario”.

GRUPO ETARIO	PARAMETROS	DESCRIPCIÓN	VECTOR DE PRIORIZACIÓN
DESCRIPTO RES	GE1	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	0.460
	GE2	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	0.292
	GE3	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	0.143
	GE4	De 15 a 30 años	0.069
	GE5	De 30 a 50 años	0.036

Nota. Elaboración propia.

Tabla 58 Ponderación de Descriptores de “Grupo Etario”.

Grupo Etario	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	De 15 a 30 años	De 30 a 50 años
De 0 a 5 años y mayor a 65 años	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	0.25	0.33	1.00	3.00	5.00
De 15 a 30 años	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
De 30 a 50 años	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00

Nota. Elaboración propia.

Tabla 59 Normalización de Descriptores de “Grupo Etario”.

Grupo Etario	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	De 15 a 30 años	De 30 a 50 años	Vector de Priorización
De 0 a 5 años y mayor a 65 años	0.499	0.544	0.469	0.429	0.360	0.460
De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	0.250	0.272	0.352	0.306	0.280	0.292
De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	0.125	0.091	0.117	0.184	0.200	0.143
De 15 a 30 años	0.071	0.054	0.039	0.061	0.120	0.069
De 30 a 50 años	0.055	0.039	0.023	0.020	0.040	0.036

Nota. Elaboración propia.

Tabla 60 Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) de “Grupo Etario”.

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.041
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)	RC	0.037

Nota. Elaboración propia.

✓ **Resiliencia Social**

Tabla 61 Descriptor del Factor Resiliencia Social

PARÁMETROS	DESCRIPCIÓN	Nº DE PARÁMETROS	VECTOR DE PRIORIZACIÓN	
RESILIENCIA SOCIAL	Capacitación en Gestión de Riesgos de Desastres	GR	1	1.000

Nota. Elaboración propia.

Tabla 62 Descriptores de “Capacitación en Gestión de Riesgos de Desastres”.

CAPACITACIÓN EN GESTIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES	PARAMETROS	DESCRIPCIÓN	VECTOR DE PRIORIZACIÓN
GR1	Población no cuenta ni desarrollan capacitación en GRD.		0.488
GR2	Población esta escasamente capacitada en GRD.	Rangos que determinan en que frecuencia se encuentran de capacitación en Gestión de Riesgos de Desastres, ya que es muy crucial este tema el antes, durante y después con relación a los diferentes peligros identificados.	0.266
GR3	Población se capacita con regular frecuencia en GRD.		0.138
GR4	Población se capacita constantemente en GRD, siendo su difusión y cobertura total.		0.072
GR5	Población se capacita constantemente en GRD participando en simulacros, siendo su difusión y cobertura total.		0.037

Nota. Elaboración propia.

Tabla 63 Ponderación de Descriptores de “Capacitación en Gestión de Riesgos de Desastres”.

Capacitación en Gestión de Riesgos de Desastres	Población no cuenta ni desarrollan capacitación en GRD.	Población esta escasamente capacitada en GRD.	Población se capacita con regular frecuencia en GRD.	Población se capacita constantemente en GRD, siendo su difusión y cobertura total.	Población se capacita constantemente en GRD participando en simulacros, siendo su difusión y cobertura total.
Población no cuenta ni desarrollan capacitación en GRD.	1.00	3.00	5.00	6.00	8.00
Población esta escasamente capacitada en GRD.	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Población se capacita con regular frecuencia en GRD.	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Población se capacita constantemente en GRD, siendo su difusión y cobertura total.	0.17	0.20	0.33	1.00	3.00
Población se capacita constantemente en GRD participando en simulacros, siendo su difusión y cobertura total.	0.13	0.14	0.20	0.33	1.00

Nota. Elaboración propia.

Tabla 64 Normalización de Descriptores de “Capacitación en Gestión de Riesgos de Desastres”.

Capacitación en Gestión de Riesgos de Desastres	Población no cuenta ni desarrollan capacitación en GRD.	Población esta escasamente capacitada en GRD.	Población se capacita con regular frecuencia en GRD.	Población se capacita constante mente en GRD, siendo su difusión y cobertura total.	Población se capacita constantemente en GRD	Población se capacita constantemente en GRD, participando en simulacros, siendo su difusión y cobertura total.	Población se capacita constantemente en GRD	Vector de Priorización
							se capacita constantemente en GRD	se capacita constantemente en GRD
Población no cuenta ni desarrollan capacitación en GRD.	0.548	0.642	0.524	0.391	0.333	0.488		
Población esta escasamente capacitada en GRD.	0.183	0.214	0.315	0.326	0.292	0.266		
Población se capacita con regular frecuencia en GRD.	0.110	0.071	0.105	0.196	0.208	0.138		
Población se capacita constantemente en GRD, siendo su difusión y cobertura total.	0.091	0.043	0.035	0.065	0.125	0.072		
Población se capacita constantemente en GRD, participando en simulacros, siendo su difusión y cobertura total.	0.068	0.031	0.021	0.022	0.042	0.037		

Nota. Elaboración propia.

Tabla 65 *Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) de “Capacitación en Gestión de Riesgos de Desastres”.*

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.070
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)	RC	0.063

Nota. Elaboración propia.

- **Vulnerabilidad en la Dimensión Económica**
 - ✓ **Exposición Económica**

Tabla 66 *Descriptor del Factor Exposición Económica.*

PARÁMETROS	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS	Nº DE PARÁMETROS	VECTOR DE PRIORIZACIÓN
EXPOSICIÓN ECONÓMICA	Área Agrícola Distancia al Cruzar la Vía Expuesta al Peligro	AA VE	2	1.000

Nota. Elaboración propia.

Tabla 67 *Descriptores de “Área Agrícola”.*

ÁREA AGRÍCOLA	PARAMETROS	DESCRIPCIÓN	VECTOR DE PRIORIZACIÓN
AA1	> 75% del terreno expuesto	Dentro de la Cobertura Agrícola,	0.503
AA2	50% - 75% del terreno expuesto	se encuentran sus terrenos agrícolas	0.260
AA3	25% - 50% del terreno expuesto	expuestas de cada vivienda, estos	0.134
AA4	10% - 25% del terreno expuesto	rangos dan a conocer la magnitud en la afectación de estos	0.068
AA5	< 10% del terreno expuesto	que relacionan la parte económica de sus negocios.	0.035

Nota. Elaboración propia.

Tabla 68 Ponderación de Descriptores de “Área Agrícola”.

Área Agrícola	> 75% del terreno expuesto	50% - 75% del terreno expuesto	25% - 50% del terreno expuesto	10% - 25% del terreno expuesto	< 10% del terreno expuesto
> 75% del terreno expuesto	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
50% - 75% del terreno expuesto	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
25% - 50% del terreno expuesto	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
10% - 25% del terreno expuesto	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
< 10% del terreno expuesto	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00

Nota. Elaboración propia.

Tabla 69 Normalización de Descriptores de “Área Agrícola”.

Área Agrícola	> 75% del terreno expuesto	50% - 75% del terreno expuesto	25% - 50% del terreno expuesto	10% - 25% del terreno expuesto	< 10% del terreno expuesto	Vector de Priorización
> 75% del terreno expuesto	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
50% - 75% del terreno expuesto	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
25% - 50% del terreno expuesto	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
10% - 25% del terreno expuesto	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
< 10% del terreno expuesto	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Nota. Elaboración propia.

Tabla 70 *Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) de “Área Agrícola”.*

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)	RC

Nota. Elaboración propia.

Tabla 71 *Descriptores de “Distancia al Cruzar la Vía Expuesta al Peligro”.*

DISTANCIA AL CRUZAR LA VÍA EXPUESTA AL PELIGRO	PARAMETROS	DESCRIPCIÓN	VECTOR DE PRIORIZACIÓN
DESCRIPTO RES	VE1	Muy Largo (Mas de 300 metros)	Viendo la vía nacional que une
	VE2	Largo (200 a 300 metros)	C.P. Torrebamba con
	VE3	Medio (100 a 200 metros)	Chontabamba, donde es necesario
	VE4	Corto (50 a 100 metros)	desplazarse para los pobladores,
	VE5	Muy Corto (Menos de 50 metros)	donde hay una distancia expuesta al peligro de deslizamiento.

Nota. Elaboración propia.

Tabla 72 Ponderación de Descriptores de “Distancia de Exposición de la Vía”.

Distancia al Cruzar la Vía	Muy Largo (Mas de 300 metros)	Largo (200 a 300 metros)	Medio (100 a 200 metros)	Corto (50 a 100 metros)	Muy Corto (Menos de 50 metros)
Muy Largo (Mas de 300 metros)	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Largo (200 a 300 metros)	0.33	1.00	2.00	5.00	7.00
Medio (100 a 200 metros)	0.20	0.50	1.00	3.00	5.00
Corto (50 a 100 metros)	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Muy Corto (Menos de 50 metros)	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00

Nota. Elaboración propia.

**Tabla 73 Normalización de Descriptores de “Distancia al Cruzar la Vía
Expuesta al Peligro”.**

Distancia al Cruzar la Vía	Muy Largo (Mas de 300 metros)	Largo (200 a 300 metros)	Medio (100 a 200 metros)	Corto (50 a 100 metros)	Muy Corto (Menos de 50 metros)	Vector de Priorización
Muy Largo (Mas de 300 metros)	0.560	0.619	0.586	0.429	0.360	0.511
Largo (200 a 300 metros)	0.187	0.206	0.234	0.306	0.280	0.243
Medio (100 a 200 metros)	0.112	0.103	0.117	0.184	0.200	0.143
Corto (50 a 100 metros)	0.080	0.041	0.039	0.061	0.120	0.068
Muy Corto (Menos de 50 metros)	0.062	0.029	0.023	0.020	0.040	0.035

Nota. Elaboración propia.

Tabla 74 *Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) de “Distancia al Cruzar la Vía Expuesta al Peligro”.*

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.049
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)	RC	0.044

Nota. Elaboración propia.

✓ **Fragilidad Económica**

Tabla 75 *Descriptor del Factor Fragilidad Económica.*

PARÁMETROS	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN	Nº DE PARÁMETROS	VECTOR DE PRIORIZACIÓN
FRAGILIDAD ECONÓMICA	Topografía de Terreno	TT	1	1.000

Nota. Elaboración propia.

Tabla 76 *Descriptores de “Topografía de Terreno”.*

TOPOGRAFÍA DE TERRENO	PARAMETROS	DESCRIPCIÓN	VECTOR DE PRIORIZACIÓN
DESCRIPCIÓN	TT1 Mayor a 50°	Los rangos ayudan a	0.478
	TT2 Entre 35° a 50°	determinar los	0.267
	TT3 Entre 20° a 35°	grados de	0.138
	TT4 Entre 5° a 20°	inclinación que se	0.079
	TT5 Menor a 5°	encuentran los terrenos de cada vivienda y de sus terrenos agrícolas.	0.038

Nota. Elaboración propia.

Tabla 77 *Ponderación de Descriptores de “Topografía de Terreno”.*

Topografía de Terreno	Mayor a 50°	Entre 35° a 50°	Entre 20° a 35°	Entre 5° a 20°	Menor a 5°
Mayor a 50°	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
Entre 35° a 50°	0.50	1.00	2.00	4.00	7.00
Entre 20° a 35°	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
Entre 5° a 20°	0.14	0.25	0.50	1.00	3.00
Menor a 5°	0.11	0.14	0.25	0.33	1.00

Nota. Elaboración propia.

Tabla 78 Normalización de Descriptores de “Topografía de Terreno”.

Topografía de Terreno	Mayor a 50°	Entre 35° a 50°	Entre 20° a 35°	Entre 5° a 20°	Menor a 5°	Vector de Priorización
Mayor a 50°	0.499	0.514	0.516	0.488	0.375	0.478
Entre 35° a 50°	0.250	0.527	0.258	0.279	0.292	0.267
Entre 20° a 35°	0.125	0.128	0.129	0.140	0.167	0.138
Entre 5° a 20°	0.071	0.064	0.065	0.070	0.125	0.079
Menor a 5°	0.055	0.037	0.032	0.023	0.042	0.038

Nota. Elaboración propia.

Tabla 79 Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) de “Topografía de Terreno”.

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.018
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)	RC	0.016

Nota. Elaboración propia.

✓ **Resiliencia Económica**

Tabla 80 Descriptor del Factor Resiliencia Económica.

PARÁMETROS	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN	Nº DE PARÁMETROS	VECTOR DE PRIORIZACIÓN
RESILIENCIA ECONÓMICA	Se Involucra la Municipalidad	IM	1	1.000

Nota. Elaboración propia.

Tabla 81 *Descriptores de “Se Involucra la Municipalidad”.*

SE INVOLUCRA LA MUNICIPALIDAD	PARAMETROS	DESCRIPCIÓN	VECTOR DE PRIORIZACIÓN
IM1	La Municipalidad no se preocupa por la población cercana a la vía	Los pobladores están en su derecho de pedir la ayuda a la municipalidad de acuerdo a los afectados de cada vivienda, donde también la municipalidad tiene que reducir y mitigar la vulnerabilidad entrando el factor económico ya sea para cualquier ejecución u obra con la finalidad de ver el bienestar y la seguridad de los pobladores de esta zona.	0.474
IM2	La Municipalidad se preocupa escasamente por la población cercana a la vía		0.286
IM3	La Municipalidad se preocupa regularmente por la población cercana a la vía		0.136
IM4	La Municipalidad se preocupa frecuentemente por la población cercana a la vía		0.069
IM5	La Municipalidad se preocupa constantemente por la población cercana a la vía		0.035

Nota. Elaboración propia.

Tabla 82 Ponderación de Descriptores de “Se Involucra la Municipalidad”.

Se Involucra la Municipalidad	La Municipalidad no se preocupa por la población cercana a la vía	La Municipalidad se preocupa escasamente por la población cercana a la vía	La Municipalidad se preocupa regularmente por la población cercana a la vía	La Municipalidad se preocupa frecuentemente por la población cercana a la vía	La Municipalidad se preocupa constantemente por la población cercana a la vía
La Municipalidad no se preocupa por la población cercana a la vía	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
La Municipalidad se preocupa escasamente por la población cercana a la vía	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
La Municipalidad se preocupa regularmente por la población cercana a la vía	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
La Municipalidad se preocupa frecuentemente por la población cercana a la vía	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
La Municipalidad se preocupa constantemente por la población cercana a la vía	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00

Nota. Elaboración propia.

Tabla 83 Normalización de Descriptores de “Se Involucra la Municipalidad”.

Se Involucra la Municipali dad	La Municipa lidad no se preocupa por la població n cercana a la vía	La Municipalida d se preocupa escasamente por la población cercana a la vía	La Municipali dad se preocupa regularmen te por la población cercana a la vía	La Municipal idad se preocupa frecuente mente por la población cercana a la vía	La Municipal idad se preocupa constante mente por la población cercana a la vía	Vector de Priorización
La Municipalid ad no se preocupa por la población cercana a la vía	0.512	0.544	0.524	0.429	0.360	0.474
La Municipalid ad se preocupa escasament e por la población cercana a la vía	0.256	0.272	0.315	0.306	0.280	0.286
La Municipalid ad se preocupa regularment e por la población cercana a la vía	0.102	0.091	0.105	0.184	0.200	0.136
La Municipalid ad se preocupa frecuenteme nte por la población cercana a la vía	0.073	0.054	0.035	0.061	0.120	0.069

La Municipalidad se preocupa constantemente por la población cercana a la vía	0.057	0.039	0.021	0.020	0.040	0.035
---	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Nota. Elaboración propia.

Tabla 84 *Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) de “Se Involucra la Municipalidad”.*

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.047
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)	RC	0.043

Nota. Elaboración propia.

- **Vulnerabilidad en la Dimensión Ambiental**
 - ✓ **Exposición Ambiental**

Tabla 85 *Descriptor del Factor Exposición Ambiental.*

PARÁMETROS	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN	Nº DE PARÁMETROS	VECTOR DE PRIORIZACIÓN
EXPOSICIÓN AMBIENTAL	Perdida de Suelo	PS	1	1.000

Nota. Elaboración propia.

Tabla 86 Descriptores de “Perdida de Suelo”.

PERDIDA DE SUELO	PARAMETROS	DESCRIPCIÓN	VECTOR DE PRIORIZACIÓN N
PS1	Erosión provocada por las lluvias: pendientes pronunciadas y terrenos montañosos, lluvias estacionales y el fenómeno El Niño.		0.515
PS2	Longitud de la pendiente del suelo, relaciona las pérdidas de un campo de cultivo de pendiente y longitud conocida.	Eventos ocurridos que afectan al Suelo y que teniendo en cuenta los diferentes terrenos en la zona, habrá un impacto ambiental generando pérdidas de suelo con mayor magnitud con el tiempo al estar expuestas.	0.233
PS3	Protección inadecuada en los márgenes de corrientes de agua en ámbitos geográficos extensos.		0.145
PS4	Factor cultivo y contenido en sales ocasiona pérdidas por desertificación.		0.071
PS5	Deforestación agravada, uso indiscriminado de suelos, expansión urbana, sobrepastoreo.		0.035

Nota. Elaboración propia.

Tabla 87 Ponderación de Descriptores de “Perdida de Suelo”.

Pérdida de Suelo	Erosión provocada por las lluvias: pendientes pronunciadas y terrenos montañosos, lluvias estacionales y el fenómeno El Niño.	Deforestación agravada, uso indiscriminado de suelos, expansión urbana, sobrepastoreo	Protección inadecuada en los márgenes de corrientes de agua en ámbitos geográficos extensos	Longitud de la pendiente del suelo, relaciona las pérdidas de un campo de cultivo de pendiente y longitud conocida.	Factor cultivo y contenido en sale ocasiona pérdidas por desertificación
	Erosión provocada por las lluvias: pendientes pronunciadas y terrenos montañosos, lluvias estacionales y el fenómeno El Niño.	1.00	3.00	5.00	7.00
	Deforestación agravada, uso indiscriminado de suelos, expansión urbana, sobrepastoreo	0.33	1.00	2.00	4.00
	Protección inadecuada en los márgenes de corrientes de agua en ámbitos geográficos extensos	0.20	0.50	1.00	3.00
	Longitud de la pendiente del suelo, relaciona las pérdidas de un campo de cultivo de	0.14	0.25	0.33	1.00
					3.00

pendiente y longitud conocida.					
Factor cultivo y contenido en sale ocasiona pérdidas por desertificación	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00

Nota. Elaboración propia.

Tabla 88 Normalización de Descriptores de “Perdida de Suelo”.

Pérdida de Suelo	Vector de Priorización					
	Erosión provocad a por las lluvias: pendiente s pronunci adas y terrenos montaños os, lluvias estaciona les y el fenómen o El Niño.	Deforestaci ón agravada, uso indiscrimin	Protección inadecuada en los márgenes de corrientes de agua en ámbitos geográficos extensos	Longitud de la pendiente del suelo, relaciona las pérdidas de un campo de cultivo de pendiente y longitud conocida.	Factor cultivo y contenido en sale ocasiona pérdidas por desertifica ción	
Erosión provocada por las lluvias: pendientes pronunciada s y terrenos montañosos , lluvias estacionales y el fenómeno El Niño.	0.560	0.613	0.586	0.457	0.360	0.515
Deforestaci ón agravada, uso indiscrimin	0.187	0.204	0.234	0.261	0.280	0.233

ado de suelos, expansión urbana, sobrepastor eo						
Protección inadecuada en los márgenes de corrientes de agua en ámbitos geográficos extensos	0.112	0.102	0.117	0.196	0.200	0.145
Longitud de la pendiente del suelo, relaciona las pérdidas de un campo de cultivo de pendiente y longitud conocida.	0.080	0.051	0.039	0.065	0.120	0.071
Factor cultivo y contenido en sales ocasiona pérdidas por desertificaci ón	0.062	0.029	0.023	0.022	0.040	0.035
Nota. Elaboración propia.						

Tabla 89 Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) de “Perdida de Suelo”.

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.045
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)	RC	0.040

Nota. Elaboración propia.

✓ **Fragilidad Ambiental**

Tabla 90 Descriptor del Factor Fragilidad Ambiental.

PARÁMETROS	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS	Nº DE PARÁMETROS	VECTOR DE PRIORIZACIÓN
FRAGILIDAD AMBIENTAL	Características Geológicas del Suelo	CG	1	1.000

Nota. Elaboración propia.

Tabla 91 Descriptores de “Características Geológicas del Suelo”.

CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DEL SUELO	PARAMETROS	DESCRIPCIÓN	VECTOR DE PRIORIZACIÓN
DESCRIPTORES	CG1	Zona muy fracturada, suelos colapsables	Suelos o rocas con características Geológicas de acuerdo a la compactación de estas ya que en la zona de estudio hay presencia de fracturación en la cual con estos rangos se determinará la magnitud de estas mismas.
	CG2	Zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante	0.266
	CG3	Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante	0.138
	CG4	Zona ligeramente fracturada, suelos de alta capacidad portante	0.072
	CG5	Zona sin fracturas	0.037

Nota. Elaboración propia.

Tabla 92 Ponderación de Descriptores de “Características Geológicas del Suelo”.

Características Geológicas del Suelo	Zona muy fracturada, suelos colapsables	Zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante	Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante	Zona ligeramente fracturada, suelos de alta capacidad portante	Zona sin fracturas
Zona muy fracturada, suelos colapsables	1.00	3.00	5.00	6.00	8.00
Zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Zona ligeramente fracturada, suelos de alta capacidad portante	0.17	0.20	0.33	1.00	3.00
Zona sin fracturas	0.13	0.14	0.20	0.33	1.00

Nota. Elaboración propia.

Tabla 93 Normalización de Descriptores de “Características Geológicas del Suelo”.

Características Geológicas del Suelo	Zona muy fracturada, suelos colapsables	Zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante	Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante	Zona ligeramente fracturada, suelos de alta capacidad portante	Zona sin fracturas	Vector de Priorización
Zona muy fracturada, suelos colapsables	0.588	0.642	0.524	0.391	0.333	0.488
Zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante	0.183	0.214	0.315	0.326	0.292	0.266
Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante	0.110	0.071	0.105	0.196	0.208	0.138
Zona ligeramente fracturada, suelos de alta capacidad portante	0.091	0.043	0.035	0.065	0.125	0.072
Zona sin fracturas	0.068	0.031	0.021	0.022	0.042	0.037

Nota. Elaboración propia.

Tabla 94 *Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) de “Características Geológicas del Suelo”.*

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.070
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)	RC	0.063

Nota. Elaboración propia.

✓ **Resiliencia Ambiental**

Tabla 95 *Descriptor del Factor Resiliencia Ambiental.*

PARÁMETROS	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS	Nº DE PARÁMETROS	VECTOR DE PRIORIZACIÓN
RESILIENCIA AMBIENTAL	Capacitación en temas de conservación ambiental	CA	1	1.000

Nota. Elaboración propia.

Tabla 96 Descriptores de “Capacitación en temas de conservación ambiental”.

CAPACITACIÓN EN TEMAS DE CONSERVACIÓN AMBIENTAL	PARAMETROS	DESCRIPCIÓN	VECTOR DE PRIORIZACIÓN
CA1	Población no recibe y/o desarrolla capacitaciones en temas de conservación ambiental.	0.462	
CA2	La población está escasamente capacitada en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura escasa.	0.294	
CA3	La población se capacita con regular frecuencia en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura parcial.	Rangos que determinan en que frecuencia se encuentran en el desarrollo de capacitaciones en conservación ambiental, ya que es muy crucial este tema para reducir el impacto	0.145
CA4	La población se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura mayoritaria.	ambiental que hoy en día está creciendo por varios factores que son provocadas.	0.062
CA5	La población se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura total.		0.038

Nota. Elaboración propia.

Tabla 97 Ponderación de Descriptores de “Capacitación en temas de conservación ambiental”.

Capacitación en temas de conservación ambiental	Población no recibe y/o desarrolla capacitaciones en temas de conservación ambiental.	Población está escasamente capacitada en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura escasa	Población se capacita con regular frecuencia en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura parcial.	Población se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura mayoritaria.	Población se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura total
Población no recibe y/o desarrolla capacitaciones en temas de conservación ambiental.	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
Población está escasamente capacitada en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura escasa	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Población se capacita con regular frecuencia en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura parcial.	0.25	0.33	1.00	3.00	5.00
Población se capacita constantemente en temas de	0.14	0.20	0.33	1.00	2.00

conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura mayoritaria.

Población se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura total

Nota. Elaboración propia.

Tabla 98 Normalización de Descriptores de “Capacitación en temas de conservación ambiental”.

Capacitaci ón en temas de conservaci ón ambiental	Població n no recibe y/o desarroll a capacitac iones en temas de conserva ción ambienta l.	Población está escasamente capacitada en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura escasa	Población se capacita con regular frecuencia en temas de conservació n ambiental, siendo su difusión y cobertura parcial.	Población se capacita constante mente en temas de conservaci ón ambiental, siendo su difusión y cobertura mayoritari a.	Población se capacita constante mente en temas de conservaci ón ambiental ,	Población se capacita constante mente en temas de conservaci ón ambiental y cobertura total	Vector de Priorización
	Población no recibe y/o desarrolla capacitacio nes en temas de conservació n ambiental.	0.499	0.544	0.469	0.424	0.375	0.462
Población está escasament e capacitada en temas de conservació n ambiental, siendo su difusión y cobertura escasa	0.250	0.272	0.352	0.303	0.292	0.294	
Población se capacita con regular frecuencia en temas de conservació n ambiental, siendo su	0.125	0.091	0.117	0.182	0.208	0.145	

difusión y cobertura parcial.						
Población se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura mayoritaria.	0.071	0.054	0.039	0.061	0.083	0.062
Población se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura total	0.055	0.039	0.023	0.030	0.042	0.038
Nota. Elaboración propia.						

Tabla 99 *Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) de “Capacitación en temas de conservación ambiental”.*

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.028
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)	RC	0.025

Nota. Elaboración propia.

- **Niveles de Vulnerabilidad**

De acuerdo al proceso de Análisis Jerárquico con la matriz de Saaty se obtuvo los Niveles de Vulnerabilidad y sus respectivos rangos que se muestra a continuación.

Tabla 100 Nivel de Vulnerabilidad.

RANGO		NIVEL	
0.262	$\leq V \leq$	0.448	MUY ALTO
0.165	$< V <$	0.262	ALTO
0.085	$\leq V <$	0.165	MEDIO
0.041	$\leq V <$	0.085	BAJO

Nota. Elaboración propia.

- **Estratificación del Nivel de Vulnerabilidad**

Tabla 101 Estratificación del Nivel de Vulnerabilidad.

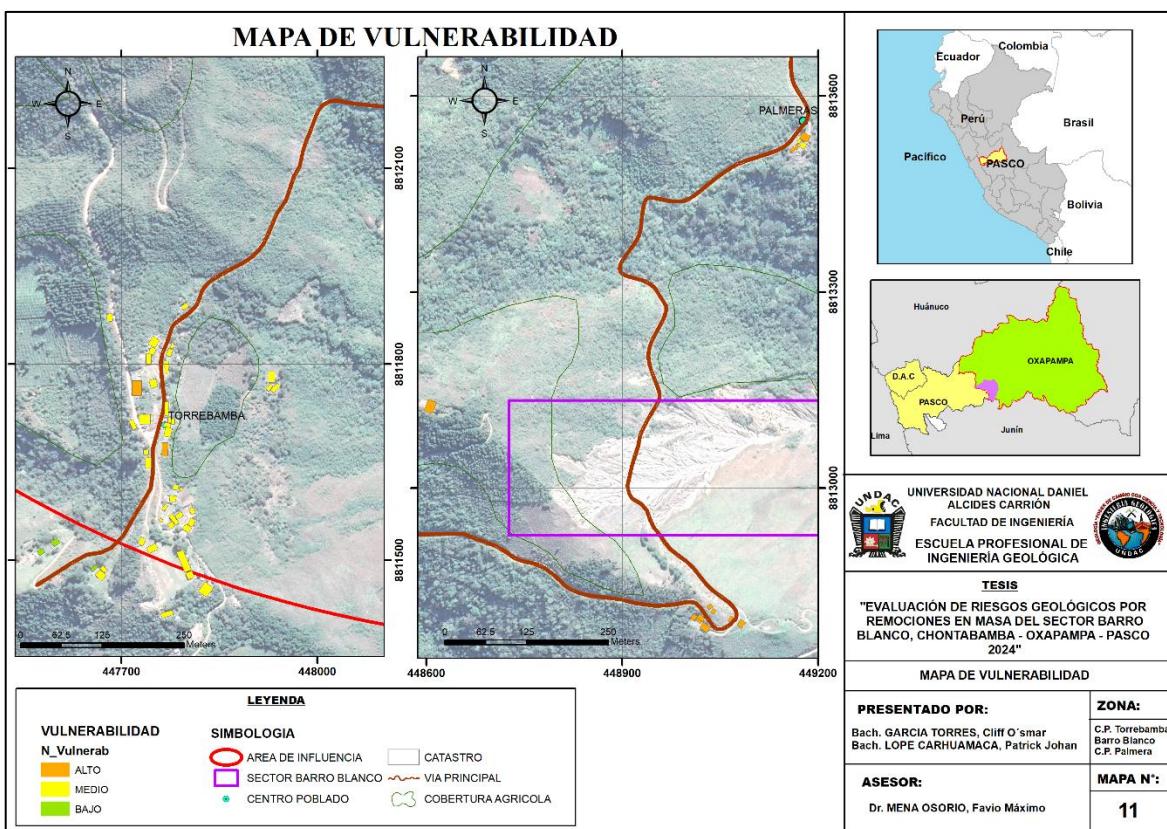
Niveles de Vulnerabilidad	Descripción	Rangos
MUY ALTO	Población con una cantidad de 35 a 129 personas expuestas, de 0 a 5 años y mayor de 65 años con discapacidad para usar los brazos y piernas, pobladores que no están capacitadas en temas de Gestión de Riesgos de Desastres, con un mayor de 75% del terreno expuesto al peligro de su área agrícola, más de 300 metros de distancia para que crucen la vía que está expuesta al peligro de deslizamiento de rocas y suelo, con topografía de terreno mayor a 50°, donde no se preocupa la Municipalidad del distrito por los pobladores cercana a la vía principal expuesta, presentando perdida de suelo cada vez más por la erosión provocada por las lluvias intensas, con presencia de zonas muy fracturadas, suelos colapsables, de manera que la población no recibe y/o desarrolla capacitaciones en temas de conservación ambiental.	$0.262 \leq P \leq 0.448$
ALTO	Población con una cantidad de 25 a 34 personas expuestas por vivienda, de 5 a 12 años y de 60 a 65 años con dificultades para usar los brazos y piernas, pobladores escasamente capacitadas en temas de Gestión de Riesgos de Desastres, entre 50% a 75% del terreno expuesto al peligro de su área agrícola, entre 200 a 300 metros	$0.165 \leq P < 0.262$

	de distancia para que crucen la vía que está expuesta al peligro de deslizamiento de rocas y suelo, con topografía de terreno entre 35° a 50°, donde la Municipalidad distrital se preocupa escasamente por los pobladores cercana a la vía principal expuesta, presentando perdida de suelo de acuerdo a la longitud de la pendiente del suelo, relacionando pérdidas de un campo de cultivo de pendiente, con presencia de zonas medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante, en la cual la población está escasamente capacitada en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura escasa.	
MEDIO	Población con una cantidad de 15 a 24 personas expuestas por vivienda, de 12 a 15 años y de 50 a 60 años, pobladores que se capacita con regular frecuencia en temas de Gestión de Riesgos de Desastres, entre 25% a 50% del terreno expuesto al peligro de su área agrícola, con topografía de terreno entre 20° a 35°, donde la Municipalidad distrital se preocupa regularmente por los pobladores cercana a la vía principal expuesta, presentando perdida de suelo por la protección inadecuada en los márgenes de corrientes de agua en ámbitos geográficos extensos, con presencia de zonas ligeramente fracturadas, suelos de mediana capacidad portante, en la cual la población se capacita con regular frecuencia en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura parcial.	0.085 ≤ P < 0.165
BAJO	Población con una cantidad de 5 a 14 o menos de 5 personas expuestas por vivienda, de 15 a 30 años y de 30 a 50 años, donde población se capacita constantemente en GRD participando en simulacros, siendo su difusión y cobertura total, con menos de 25% del terreno expuesto al peligro de su área agrícola, con	0.041 ≤ P < 0.085

topografía de terreno menos de 20°, donde la Municipalidad distrital se preocupa constantemente por la población cercana a la vía principal expuesta, presentando deforestación, uso indiscriminado de suelos, expansión urbana, sobrepastoreo, con presencia de zona ligeramente fracturada o sin fractura, suelos de alta capacidad portante, en la cual la población se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura total.

Nota. Elaboración propia.

Figura 33 Mapa de Vulnerabilidad



- Definición de escenario para la Vulnerabilidad**

Según a la evaluación realizada respecto a la Vulnerabilidad, donde entorno a los pobladores y sus viviendas que existe dentro del Área de Influencia que es el C.P. de Torrebamba, Palmeras y el Sector Barro

Blanco, es en su totalidad de la evaluación de Nivel Bajo, Medio y Alto, teniendo en consideración que se han analizado la dimensión Social, Económica y Ambiental al tratarse de una zona con pobladores dedicados a la agricultura con mayores pendientes de terrenos.

➤ Cálculo del Riesgo

Ya identificados y analizados los peligros a los que estará expuesto los pobladores, mediante el nivel de susceptibilidad ante el deslizamiento con sus respectivos parámetros de evaluación, donde también se identificó la exposición del peligro dando el análisis respectivo de las dimensiones con sus componentes de exposición, fragilidad y resiliencia, que inciden en la vulnerabilidad. Al identificar los elementos que están potencialmente vulnerables presentando el tipo y nivel de daños en la zona se procede por último a la intersección de todo estos del peligro y de la vulnerabilidad para así calcular el nivel de riesgo de la zona de estudio.

• Metodología para el cálculo de riesgo

Para el cálculo del riesgo se ha utilizado la siguiente formula la cual esta propuesta por CENEPRED:

$$R_{ie} | t = f(P_i, V_e) | t$$

Donde:

R = Riesgo

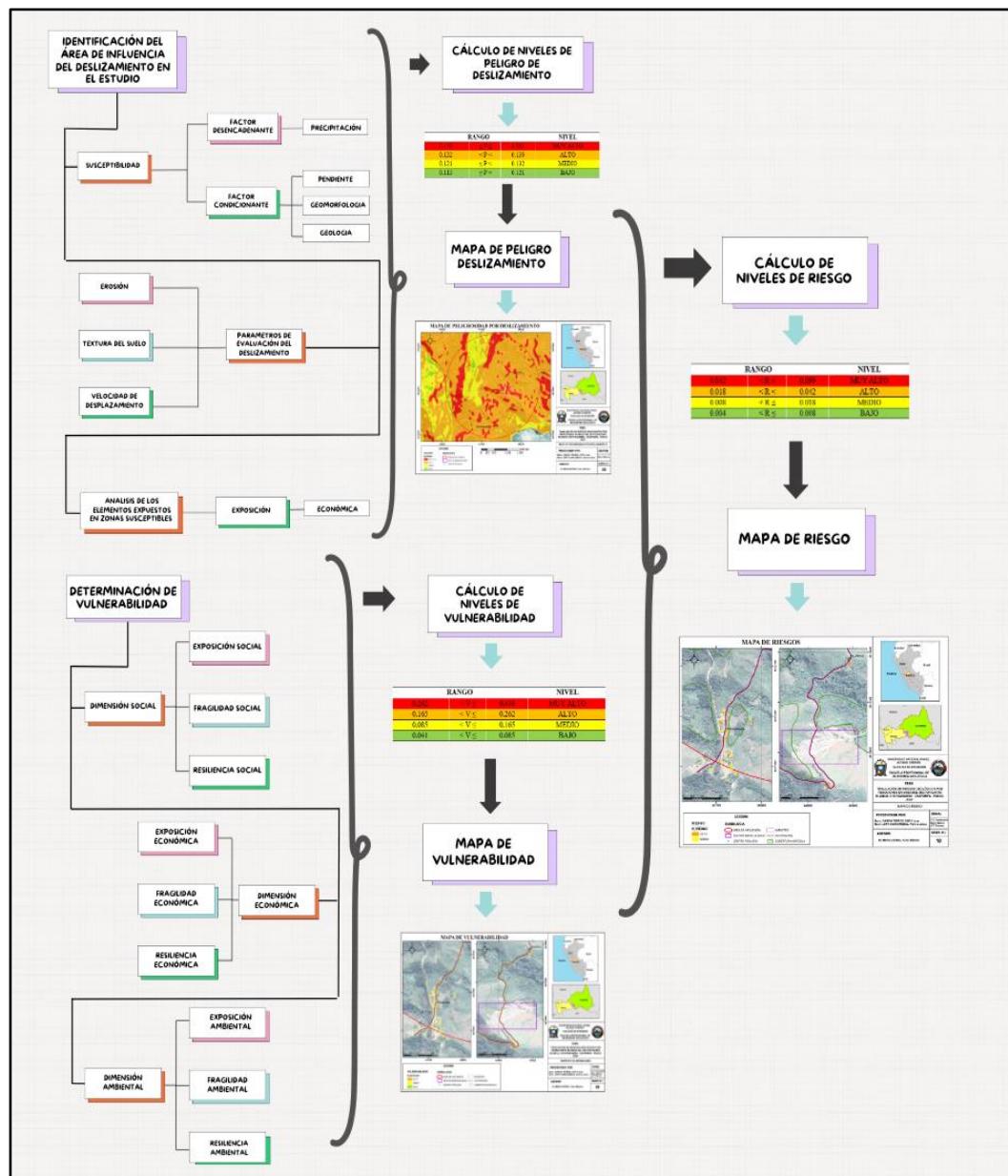
f = En función

P_i = Peligro con la intensidad mayor o igual a i durante un período de exposición t

V_e = Vulnerabilidad de un elemento expuesto e

De acuerdo a esto, se ha calculado el riesgo para todos los valores ya calculados de peligro y de la vulnerabilidad.

Figura 34 Metodología para el cálculo de riesgo.



Nota. Elaboración propia.

- **Niveles de Riesgo**

Tabla 102 Niveles de Riesgo del Deslizamiento.

RANGO		NIVEL	
0.042	$< R \leq$	0.099	MUY ALTO
0.018	$< R \leq$	0.042	ALTO
0.008	$< R \leq$	0.018	MEDIO
0.004	$\leq R \leq$	0.008	BAJO

Nota. Elaboración propia.

Tabla 103 Matriz de Peligro Vs Vulnerabilidad de deslizamiento.

PMA	0.201	0.014	0.028	0.053	0.099
PA	0.159	0.011	0.022	0.042	0.078
PM	0.132	0.009	0.018	0.035	0.065
PB	0.121	0.008	0.017	0.032	0.060
		0.069	0.138	0.265	0.493
		VB	VM	VA	VMA

Nota. Elaboración propia.

- **Estratificación del Nivel de Riesgo**

Tabla 104 *Estratificación del Nivel de Riesgo.*

Niveles de Riesgo	Descripción	Rangos
MUY ALTO	Este nivel considera las zonas de masas de rocas intensamente meteorizadas y/o alteradas; saturadas y muy fracturadas y depósitos superficiales inconsolidados y zonas con intensa erosión, Ubicados en la Unidad San Ramón, Dacita, Diorita Neógenas, Con una geomorfología de Montaña en roca intrusiva, Desencadenados por lluvias de 183.0 mm por día. Seguidamente con la población con una cantidad de 35 a 129 personas expuestas, de 0 a 5 años y mayor de 65 años con discapacidad para usar los brazos y piernas, pobladores que no están capacitadas en temas de Gestión de Riesgos de Desastres, con un mayor de 75% del terreno expuesto al peligro de su área agrícola, más de 300 metros de distancia para que crucen la vía que está expuesta al peligro de deslizamiento de rocas y suelo, con topografía de terreno mayor a 50°, donde no se preocupa la Municipalidad del distrito por los pobladores cercana a la vía principal expuesta, presentando perdida de suelo cada vez más por la erosión provocada por las fuertes precipitaciones (lluvias intensas), con presencia de zonas habitables muy fracturadas, suelos colapsables, de manera que la población no recibe y/o desarrolla capacitaciones en temas de conservación ambiental.	0.042 < R ≤ 0.099
ALTO	Este nivel considera las zonas de macizos rocosos con meteorización y/o alteración intensa a moderada, muy fracturadas; depósitos superficiales inconsolidados, materiales parcialmente a muy saturados, zonas de intensa erosión, Ubicados en Dep. coluviales, detríticos, Grupo Mitú o Unidad	0.018 < R ≤ 0.042

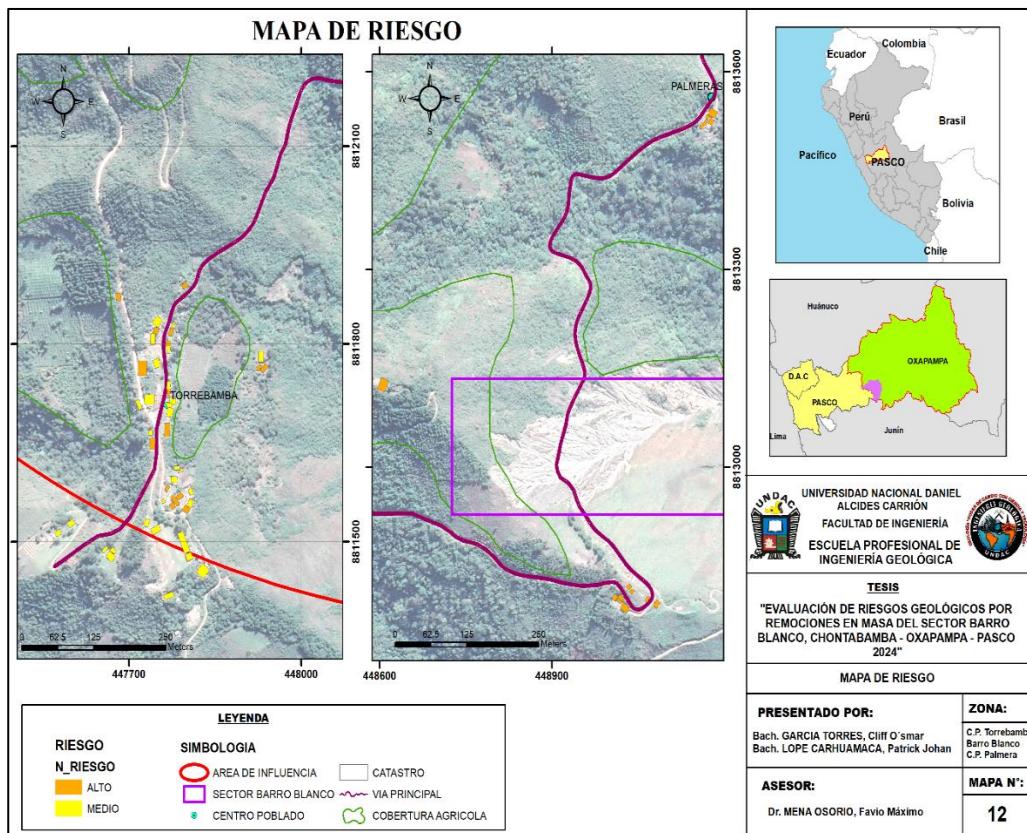
	<p>San Ramón, Con una geomorfología terrazas aluviales, Desencadenados por lluvias de 183.0 mm por día. Respecto a la población con personas expuestas cercanas al peligro de Deslizamiento, de 5 a 12 años y de 60 a 65 años con dificultades para usar los brazos y piernas las cuales son vulnerables para responder una emergencia, pobladores escasamente capacitadas en temas de Gestión de Riesgos de Desastres, entre 50% a 75% del terreno expuesto al peligro de su área agrícola, entre 200 a 300 metros de distancia para que crucen la vía que está expuesta de deslizamiento de rocas y suelo, con topografía de terreno entre 35° a 50°, donde la Municipalidad distrital se preocupa escasamente por los pobladores cercana a la vía principal expuesta, presentando perdida de suelo de acuerdo a la longitud de la pendiente del suelo, relacionando pérdidas de un campo de cultivo de pendiente, con presencia de zonas habitables medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante, en la cual la población está escasamente capacitada en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura escasa.</p>	
MEDIO	<p>Este nivel considera las zonas de laderas con erosión intensa o materiales parcialmente saturados, moderadamente meteorizados, Ubicados en el Grupo Mitú o Fm. Chambará, Fm. Aramachay, Fm. Condorsinga, Dep. Aluvial, Con una geomorfología de Colinas estructurales en roca sedimentaria, Desencadenados por lluvias de 183.0 mm por día. Respecto a la población con personas expuestas cercanas al peligro de Deslizamiento, de 12 a 15 años y de 50 a 60 años, pobladores que se capacita con regular frecuencia en temas de Gestión de Riesgos de Desastres, entre 25% a 50% del terreno expuesto al peligro de su área agrícola, con topografía de terreno entre 20° a 35°, donde la Municipalidad distrital se preocupa</p>	0.008 < R ≤ 0.018

	regularmente por los pobladores cercana a la vía principal expuesta, presentando perdida de suelo por la protección inadecuada en los márgenes de corrientes de agua en ámbitos geográficos extensos, con presencia de zonas ligeramente fracturadas, suelos de mediana capacidad portante, en la cual la población se capacita con regular frecuencia en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura parcial.	
BAJO	Este nivel considera las zonas de laderas moderadas a poca meteorización, parcialmente erosionadas, no saturada, Ubicados en la Fm. Chambará, Fm. Aramachay, Fm. Condorsinga, Dep. Aluvial o Grupo Ambo, Con una geomorfología de Montaña y colina estructural en roca sedimentaria, Desencadenados por lluvias de 183.0 mm por día. Respecto a la población con personas expuestas cercanas al peligro de Deslizamiento, de 15 a 30 años y de 30 a 50 años, donde población se capacita constantemente en GRD participando en simulacros, siendo su difusión y cobertura total, con menos de 25% del terreno expuesto al peligro de su área agrícola, con topografía de terreno menos de 20°, donde la Municipalidad distrital se preocupa constantemente por la población cercana a la vía principal expuesta, presentando deforestación, uso indiscriminado de suelos, expansión urbana, sobrepastoreo, con presencia de zona ligeramente fracturada o sin fractura, suelos de alta capacidad portante, en la cual la población se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura total.	0.004 ≤ R ≤ 0.008

Nota. Elaboración propia.

- **Mapa de Riesgo**

Figura 35 Mapa de Riesgo.



➤ **Control del Riesgo**

TIPO DE PELIGRO: Remociones y/o Movimientos en Masa (Deslizamientos).

TIPO DE FENÓMENO: Geodinámica Externa.

- **Valorización de las consecuencias**

En el sector de barro blanco y la población que lo conforma se encuentra bajo una superficie con pendientes medias y altas, están bajo procesos de precipitación constante llevándolas a un alto arrastre de materiales sueltos, bloqueando las vías de transporte como así también dañando las áreas agrícolas y las viviendas de los pobladores requiriendo la gestión de un apoyo externo.

Figura 36 Niveles de Consecuencias por Deslizamiento.

VALOR	NIVELES	DESCRIPCIÓN
4	muy alta	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas
3	alta	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo
2	media	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son gestionadas con los recursos disponibles
1	bajo	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad

Nota. Tomado de *Manual para la Evaluación de Riesgos originados por fenómenos Naturales 2da versión* (p. 167), por CENEPRED, 2014

- **Valorización de Frecuencias**

De acuerdo a las clastos, rocas y detritos encontrados en la zona de Barro

Blanco nos indican que esta zona presenta eventos de deslizamiento cuando hay épocas de intensa precipitación, esta se encuentra regida por las altas pendientes, así como también las zonas intensamente meteorizadas que en épocas de lluvias modifican los terrenos provocando el transporte de detritos y la deposición ya sea en las vías o en terrenos aledaños al sector Barro Blanco. Por esto **Pueden ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos según circunstancias.**

Figura 37 Niveles de Frecuencia de ocurrencia por Deslizamiento.

NIVEL	PROBABILIDAD	DESCRIPCIÓN
4	muy alta	Puede ocurrir en la mayoría de las circunstancias
3	alta	Puede ocurrir en períodos de tiempo medianamente largos según circunstancias
2	media	Puede ocurrir en períodos de tiempo largos según las circunstancias
1	bajo	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales

Nota. Tomado de *Manual para la Evaluación de Riesgos originados por fenómenos Naturales 2da versión* (p. 167), por CENEPRED, 2014

- **Nivel de Consecuencia y Daño**

Este nivel se obtiene de la intersección de la Consecuencia y Frecuencia.

Figura 38 Matriz de Consecuencia vs Frecuencia para determinar los Daños.

Nivel de consecuencia y daños		Zona de Consecuencias y daños			
Consecuencias	Nivel	Media	Alta	Muy Alta	Muy Alta
Muy Alta	4	Media	Alta	Muy Alta	Muy Alta
Alta	3	Media	Alta	Alta	Muy Alta
Media	2	Media	Media	Alta	Muy Alta
Baja	1	Baja	Media	Alta	Muy Alta
	Nivel	1	2	3	4
	Frecuencia	Baja	Media	Alta	Muy Alta

Nota. Basado en el *Manual para la Evaluación de Riesgos originados por fenómenos Naturales 2da versión* (p. 168), por CENEPRED, 2014

Por lo tanto, se obtiene que el nivel de consecuencia y daño es de **nivel**

3 – Alta.

- **Aceptabilidad y Tolerancia**

Al obtener que el nivel de consecuencia y daño es **Alta** Según la siguiente tabla la aceptabilidad y/o tolerancia es **INACEPTABLE**. Por

lo que en el sector de Barro Blanco se deben desarrollar **actividades Inmediatas y prioritarias para el mejor manejo de los riesgos** por parte de la Municipalidad Distrital de Chontabamba y del mismo Gobierno Regional Pasco. Por lo cual el nivel de priorización para la intervención será de **NIVEL DE PRIORIZACIÓN II**, priorizando en actividades, proyectos y acciones para la prevención y/o reducción de riesgos de desastres en la zona de estudio.

Figura 39 *Matriz de Aceptabilidad y Tolerancia.*

Nivel de aceptabilidad y/o Tolerancia			
Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmissible	Riesgo Inadmissible
Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmissible	Riesgo Inadmissible
Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmissible
Riesgo Baja	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmissible

VALOR	DESCRIPTOR	DESCRIPCIÓN
4	Inadmissible	Se debe aplicar inmediatamente medidas de control físico y de ser posible transferir inmediatamente recursos económicos para reducir los riesgos.
3	Inaceptable	Se deben desarrollar actividades INMEDIATAS y PRIORITARIAS para el manejo de riesgos.
2	Tolerable	Se deben desarrollar actividades para el manejo de riesgos.
1	.	El riesgo no presenta un peligro significativo

Nota. Basado y tomado de *Manual para la Evaluación de Riesgos originados por fenómenos Naturales 2da versión* (p. 168), por CENEPRED, 2014

Figura 40 Nivel de Priorización.

VALOR	DESCRIPTOR	NIVEL DE PRIORIZACIÓN
4	Inadmisible	I
3	Inaceptable	II
2	Tolerable	III
1	Aceptable	IV

Nota. Tomado de *Manual para la Evaluación de Riesgos originados por fenómenos Naturales 2da versión* (p. 170), por CENEPRED, 2014

- **Medidas de prevención y reducción**

- **Medidas de carácter estructural**

- Ejecución de obras como la construcción de muros de contención o gaviones en los pies de las laderas para contrarrestar las fuerzas de deslizamiento.

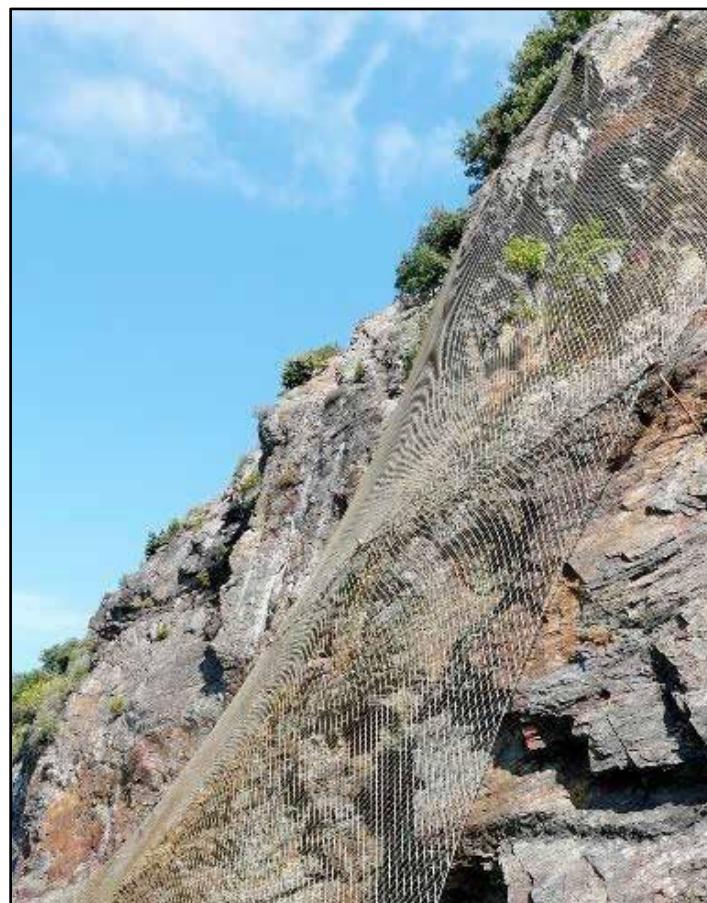
Figura 41 Construcción de gaviones en los pies de las laderas.



Nota: Tomado de ENZAR Metal products Co.
<https://www.gabionbarriers.com/es/gabionbarriers/gabion-retaining-walls.html>

- Así como también la implementación de anclajes y geomallas en zonas donde las pendientes son muy inestables.

Figura 42 *Implementación de geomallas y anclajes.*



Nota: Tomado de SOSTERRA INNOVARE, Soluciones inteligentes, Ingeniería sostenible, *Geomallas para control de caída de piedras.* (<https://www.sosterra.com.pe/geomallas-para-control-de-caida-de-piedras/>)

- Promover la reforestación con especies nativas de raíces profundas para estabilizar las laderas. Estas especies también ayudan a reducir la erosión.
- Canalizar aguas pluviales a través de zanjas de coronación y desagües hacia zonas seguras y estables.

Medidas de carácter no estructural

- Capacitar a los pobladores sobre la identificación de signos de remociones en masa como (grietas en el suelo, inclinación de árboles, flujos de agua inusuales) y sobre cómo responder ante estos eventos.
- Implementar un mapa de zonificación de riesgos, identificando las áreas más vulnerables y priorizando las intervenciones en estas.
- Elaborar un plan de emergencia comunitario, que incluya rutas de evacuación, puntos de reunión seguros y simulacros frecuentes.
- Incentivar prácticas agrícolas responsables, como evitar sobrecargar las pendientes.

4.1.2. Prueba de hipótesis

Hipótesis general planteado

Mediante la identificación de las remociones en masa se podrá determinar y evaluar el nivel de riesgo geológico en el sector de Barro Blanco – Chontabamba – Oxapampa – Pasco.

Prueba de hipótesis general planteado

De acuerdo a la identificación de remociones en masa se logra determinar y evaluar el nivel de riesgo geológico en el sector de Barro Blanco – Chontabamba – Oxapampa – Pasco, el cual viene siendo sustentada en el Capítulo IV

4.2. Discusión de resultados

En principio, el tipo de peligro determinado es por Deslizamiento en el sector de Barro Blanco, con el nivel de peligrosidad Alto y Muy alto, por otro lado, viendo los niveles de vulnerabilidad de acuerdo a las viviendas existentes dentro del área de influencia, en el C.P. Torrebamba se encuentra en el nivel Medio y Alto, en el sector de Barro Blanco el nivel Alto y en C.P. Palmeras el nivel Alto. Seguidamente como resultado obtenido del Riesgo tenemos el nivel de Medio y Alto en toda nuestra área de influencia. Esto se contrasta con los resultados de Báez (2020) quien menciona que la Ruta G-25 se encuentra principalmente afectada por las caídas de rocas y flujos aluviales pero el fenómeno preponderante es el de la caída de rocas, la cual representa un peligro inminente para la vía en cambio los flujos son menos recurrentes, pero tienen un poder destructivo sobre el camino, concluyendo que se encuentra expuesta a la caída de rocas como un peligro Alto a Muy Alto mientras que hay tramos que cuentan con una menor magnitud de peligro.

Se determinó los niveles de Peligrosidad por deslizamiento en el sector Barro Blanco, la cual tiene como valor mínimo 0.113 y valor máximo 0.201, se halló la susceptibilidad a partir de los factores condicionantes (pendiente, geomorfología y geología) y el factor desencadenante (Precipitación) en combinación con los parámetros de evaluación del deslizamiento (erosión, textura del suelo y velocidad de desplazamiento), de forma similar Schmidt, D. I., Winocur, D. A., Pitt, P. M., & Amigo, J. D. (2023) concluye en su artículo que la cuenca del río Fitz Roy, el factor condicionante principal es litológico-estructural mientras que el detonante es un probable evento sísmico formando parte de eventos de remociones en masa inactivos, mientras que de remociones

en masa activas como factor condicionante tenemos al adelgazamiento con la actividad de los procesos gravitacionales consecuencia de la relajación de las laderas de esta manera y como factor desencadenante al control climático y geomorfológico.

Además, esta investigación reporta que de acuerdo a los niveles de riesgo se tomaron medidas de prevención y reducción de riesgo en relación a estos resultados obtenidos. Estas medidas se tomaron en el carácter estructural y no estructural que fue mencionado previamente que ayudara a la población a prevenir y reducir la vulnerabilidad en ellas mismas como también en sus terrenos, áreas agrícolas y entre otros factores socioeconómicos. .

CONCLUSIONES

1. Respecto al peligro dentro de las remociones en masa, se determinó que el tipo de peligro que presenta el sector de Barro Blanco es de Deslizamiento de roca y suelo, ya que es un fenómeno de Geodinámica Externa.
2. Se determinó los niveles de Peligrosidad por deslizamiento en el sector Barro Blanco, la cual tiene como valor mínimo 0.113 y valor máximo 0.201, se halló la susceptibilidad a partir de los factores condicionantes (pendiente, geomorfología y geología) y el factor desencadenante (Precipitación) en combinación con los parámetros de evaluación del deslizamiento (erosión, textura del suelo y velocidad de desplazamiento), que como resultado muestra la distribución de los rangos en los niveles correspondientes como se muestra en el cuadro.

RANGO		NIVEL	
0.159	$\leq P \leq$	0.201	MUY ALTO
0.132	$\leq P <$	0.159	ALTO
0.121	$\leq P <$	0.132	MEDIO
0.113	$\leq P <$	0.121	BAJO

Seguidamente se determinó los niveles de Vulnerabilidad focalizando las zonas de C.P. Torrebamba, Sector Barro Blanco y C.P. Palmeras, de las cuales están dentro de nuestra área de influencia, trabajando con las 3 dimensiones (social, económico y ambiental), con un valor mínimo 0.041 y un valor máximo 0.448, de las cuales en el mapa de vulnerabilidad muestran los niveles BAJO, MEDIO y ALTO como se muestra en el cuadro.

RANGO		NIVEL	
0.262	$\leq V \leq$	0.448	MUY ALTO
0.165	$\leq V <$	0.262	ALTO
0.085	$\leq V <$	0.165	MEDIO
0.041	$\leq V <$	0.085	BAJO

Por consiguiente, también se determinó los niveles de Riesgo desde la intersección de los niveles de Peligro y los niveles de Vulnerabilidad, dándonos los nuevos rangos distribuidos en los niveles de riesgo correspondientes que como valor mínimo 0.004 y valor máximo 0.099, de las cuales determinan en el mapa de Riesgo los niveles MEDIO y ALTO como se muestra en el cuadro.

RANGO		NIVEL	
0.042	$< R \leq$	0.099	MUY ALTO
0.018	$< R \leq$	0.042	ALTO
0.008	$< R \leq$	0.018	MEDIO
0.004	$\leq R \leq$	0.008	BAJO

Se logró determinar los datos necesarios dentro de nuestra área de influencia teniendo en cuenta los puntos focalizados de Torrebamba, Barro Blanco y Palmeras, posteriormente ya elaborado el mapa de riesgo, como conclusión, se muestra el nivel de riesgo MEDIO y ALTO, dando como consecuencia Alta, debido al impacto de un fenómeno natural donde puede ocurrir en períodos de tiempo medianamente largos según circunstancias. Ya que la magnitud de daño es alta, va resultar un Riesgo Inaceptable, lo cual se debe desarrollar actividades inmediatas y prioritarias para el manejo de riesgos.

3. Se propuso medidas de prevención y mitigación de carácter estructural y no estructural, en el CARÁCTER ESTRUCTURAL se tiene como objetivo la construcción de muros de contención o gaviones en los pies de las laderas para

contrarrestar las fuerzas de deslizamiento, como también la implementación de anclajes y geomallas en zonas donde las pendientes son muy inestables. Promover la reforestación con especies nativas de raíces profundas para estabilizar las laderas, donde que también ayudan a reducir la erosión. También canalizar aguas pluviales a través de zanjas de coronación y desagües hacia zonas seguras y estables. En medidas de CARÁCTER NO ESTRUCTURALES se tiene como objetivo capacitar a los pobladores sobre la identificación de signos de remociones en masa (grietas en el suelo, inclinación de árboles, flujo de aguas inusuales) y como responder antes estos eventos. Implementar un mapa de zonificación de riesgos, focalizando áreas vulnerables y priorizando las intervenciones en estas. Elaborar un plan de emergencia comunitaria, que incluya rutas de evacuación, puntos de reunión seguros y simulacros frecuentes. Incentivar prácticas agrícola responsables, de cómo evitar sobrecargar las pendientes.

RECOMENDACIONES

De carácter estructural

Teniendo en cuenta el nivel de peligrosidad de este Deslizamiento y también el riesgo que corre los pobladores con respecto a este evento ocurrido, se recomienda realizar una infraestructura vial alterna que no se vean comprometidos por deslizamientos, ya que por ahora no se ejecuta ninguna obra con respecto a la mitigación de riesgo de esta vía actual afectada y vulnerable, la cual presenta el nivel de riesgo alta en este sector Barro Blanco.

Es crucial que se realicen estudios de viabilidad técnico y geotécnico exhaustivo para garantizar que la nueva vía sea segura, eficiente y sostenible en el largo plazo. Además, la vía alterna debe estar diseñada para ser un recurso útil en situaciones de emergencia, brindando a la población local y a los usuarios una opción de evacuación y acceso en caso de que la vía principal quede intransitable.

De carácter no estructural

Fomentar la concientización y la seguridad a través de señalizaciones y pancartas en una vía afectada por deslizamientos en el sector Barro Blanco, es recomendable para alertar a la población sobre los riesgos y promover comportamientos preventivos. Siendo una medida efectiva, económica y rápida y educar a la comunidad local sobre cómo actuar frente a eventos de deslizamientos. Acciones que deben ir acompañadas de un esfuerzo educativo continuo que involucre tanto a las autoridades como a la población local, para garantizar que los mensajes lleguen de manera efectiva y se comprendan.

Se recomienda también mejorar la gestión del agua de lluvia mediante la construcción de canales de drenaje, desagües y sistemas de control de escorrentías para evitar que el agua acumulada sobrecargue el terreno y cause deslizamientos.

Evitar los sembríos cercanos y en dirección a la zona de deslizamiento del sector Barro Blanco, siendo recomendable ya que es una medida prudente para proteger tanto los cultivos como la vida y la seguridad de las personas, teniendo en cuenta los estudios técnicos, campañas de concientización y la creación de alternativas seguras para los agricultores. También se deben implementar prácticas agrícolas sostenibles que minimicen el riesgo de deslizamientos, a la vez que se fomente la reubicación de sembríos en zonas más estables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfaro Lozano, L. (2014). *ESTIMACIÓN DE UMBRALES DE PRECIPITACIONES EXTREMAS PARA LA EMISIÓN DE AVISOS METEOROLÓGICOS* Nota técnica N° 001 SENAMHI-DGM.
- Apaza Quispe, L. A., & Olivera Borda, M. (2021). *Evaluación del riesgo geológico ante movimientos en masa en la quebrada Sicre, distrito de Huayopata, provincia de La Convención, departamento del Cusco.* <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/6281>
- Arias, F. G. (2006). *El proyecto de Investigación. la metodología científica. 6ta edición.* Episteme. <https://catalogosiidca.csuca.org/Record/CR.UNA01000156253>
- Báez Carvajal, F. J. (2020). *Evaluación y zonificación del peligro de remociones en masa en Ruta G-25 Camino al Volcán, San José de Maipo, Región Metropolitana.* <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/176972>
- Branch, U. S. (1984). *Geodinámica global.* Oficina del Programa de Geodinámica, Oficina Central de NASA. <https://books.google.at/books?id=x-N4zXlrh1EC>
- Callirgos Mondragón, L. K. (2020). *Evaluación de riesgos por deslizamiento rotacional de tierra mediante el análisis de peligrosidad y vulnerabilidad en el centro poblado de Cuenca - Huancavelica.* <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/4446>
- Campos Maza, F. (2014). *Evaluación de la susceptibilidad de remociones en masa en la Quebrada de Los Chanchos, Región Metropolitana, Chile.* Universidad de Chile. URI: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/130232>
- Castellanos, L. R. (2017). *Técnicas de investigación.*
- CENEPRED. (2014). *Manual para la Evaluación de Riesgos originados por fenómenos Naturales - 2da versión.*

CENEPRED. (2014). *Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión.* Lima. https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos_v2.pdf

Cortés Cortés, M. E., & Iglesias León, M. (2005). *Generalidades sobre Metodología.*

Universidad Autónoma del Carmen.
https://www.unacar.mx/contenido/gaceta/ediciones/metodologia_investigacion.pdf

Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches.* SAGE Publications.

Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (4th ed.).* Sage Publications.

De la Cruz Matos, O., & Raymundo Salgado, T. (2003). *Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Oxapampa (22-m). Escala 1: 100 000.* <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/2165>

Díaz, J. S. (1998). *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales.* Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos.
<https://desastres.medicina.usac.edu.gt/documentos/docgt/pdf/spa/doc0101/doc0101.pdf>

El clima en Chontabamba, e. t.-W. (s.f.). *WeatherSpark.com.*
<https://es.weatherspark.com/y/22339/Clima-promedio-en-Chontabamba-Per%C3%BA-durante-todo-el-a%C3%B1o>

Ewerton Moura, L., Carvalho de Matos, M., Modeiros de Miranda, P., & Montoya Botero, E. (2024). *Susceptibility to Mass Movements in the Metropolitan Region of Natal, Rio Grande Do Norte, Brazil.* Geo-Congress 2024.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1061/9780784485316.066>

Font-Altaba, M., & San Miguel, A. (1997). *Atlas de Geología*. Barcelona: IDEA BOOKS,S.A. Retrieved 27 de Febrero de 2024.

GRD. (2017). Factores condicionantes y desencadenantes. *Gestión de Riesgos de Desastres*. <https://www.osiptel.gob.pe/informacion-institucional/gestion-del-riesgo-de-desastres-en-el-osiptel/conceptos-basicos/>

Guisado Sota, K. Y., & Huaman Mescco, A. (2023). *Evaluación de riesgos geológicos por movimientos en masa en la comunidad Pataccolca, del distrito de Cusipata, provincia de Quispicanchis del departamento de Cusco*. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/8494>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación (6^a ed.)*. McGraw-Hill.

Hollmann, S. (13 de Junio de 2024). *Certicalia*. <https://www.certicalia.com/estudio-geologico>

INDECI. (s.f.). La gestión de riesgo de desastres.

INEI. (2018). https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1572/19TOMO_01.pdf

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, & Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico. (2021). *Evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en el sector Tejahuasi. Distrito de Yanacancha, provincia y departamento de Pasco*. Informe Técnico A7174, Lima. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/3198>

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, & Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico. (2024). *Evaluación de movimientos en masa en el sector Pumahuasi, distrito y provincia de Picota, departamento San Martín*. Informe técnico A7484, Lima. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/4980>

Instituto Geológico, M. y. (2021). *EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL SECTOR DE MUÑAPATA DISTRITO DE TICLACAYAN, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO PASCO*. Ingemmet, LIMA.
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/3197>

IUGS, W. (1997). “*Quantitative risk assessment for slopes and landslides – The state of the art*. Honolulu, Hawaii, USA: Proceedings of the International Workshop on landslide risk.

Lara C., M., & Sepúlveda V., S. (2008). *Remosiones en masa*. Departamento de geología.
https://www.u-cursos.cl/ingenieria/2008/1/GL62C/1/material_docente/bajar?id=159913

León Ordáz, L. M., & Zavaleta Paredes, A. (2022). *EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR CAÍDA DE ROCAS EN EL CENTRO POBLADO CHUCHUHASI*.

https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/4292/1/A7329-Eval_pelg_caida_rocas_cp_Chuchuhasi-Cajamarca.pdf

Leroi, E. (1996). *Landslide hazard – Risk maps at different scales: Objectives, tools and developments*. Proceedings of the Seventh International Symposium on landslides.

MARCOS, U. S. (2020). TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.
<https://repositorio.usam.ac.cr/xmlui/bitstream/handle/11506/1268/LEC%20MET%200008%202020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mattos Ojeda, E. S. (2019). *Peligrosidad y evaluación geomorfológica, geológica, geodinámica y geotecnica de la Quebrada Pomatales – Pachar Cusco*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
<https://repositorio.unsa.edu.pe/items/3242c638-f540-4e17-bcea-f2f6ab915e94>

- Mergili, M., Marchant Santiago, C., & Moreiras, S. (2015). Causas, características e impacto de los procesos de remoción en masa, en áreas contrastantes de la región Andina 24 (2). 113-131. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v24n2.50211>
- OSIPTEL. (s.f.). [https://www.osiptel.gob.pe/informacion-institucional/nosotros/Peligros Geológicos](https://www.osiptel.gob.pe/informacion-institucional/nosotros/Peligros%20Geologicos). (25 de SEPTIEMBRE de 2020). Retrieved 24 de FEBRERO de 2024, from SERNAGEOMIN: <https://www.sernageomin.cl/feria-peligros/#:~:text=Un%20peligro%20geol%C3%B3gico%20es%20un,la%20sociedad%20o%20al%20ambiente>.
- Ramirez Carrasco, D. L. (2019). *Evaluación de riesgos geológicos en Villa La Paz, distrito de Sullana - Región Piura, año 2019*. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUMP_4cebe64fa2b0ac41845d74e6253fe870
- Rozas Ruiz, Á. A. (2024). *Ánálisis de susceptibilidad de procesos de remoción en masa en la cuenca de Nonguén, Concepción, Región del Biobío, Chile*. <https://repositorio.udc.cl/bitstreams/7e0f37f3-ed93-47ae-bc1f-cac486b7a272/download>
- Schmidt, D. I., Winocur, D. A., Pitte, P., & Amigo, J. (10 de Julio de 2023). *Condicionantes geológicos en la ocurrencia y evolución de los procesos de remoción en masa en la cuenca del río Fitz Roy, provincia de Santa Cruz*. Agustina Reato. https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/226858/CONICET_Digital_Nro.77734b1e-4460-4307-9992-09a001f4bdb9_B.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Selby, M. (1993). *Hill slope materials and processes* (Vol. II). Oxford University.

SGM. (22 de Marzo de 2017). *Servicio Geológico Mexicano. Riesgos Geológicos:*

<https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Riesgos-geologicos/Introduccion-riesgos.html>

Soeters, R., & Van Westen, C. (1996). *Landslides: investigation and mitigation.*

Tesis doctorales online. (10 de Mayo de 2023). <https://tesisdoctoralesonline.com/que-es-la-investigacion-explicativa-y-sus-caracteristicas/>

Varnes, D. J. (1978). *Slope movement types and processes, Analysis and Control, Special Report N° 176.* Washington D.C.: National Academy of Sciences.

Winocur, D., Goyanes, G., & Viera, G. (2015). *Movimiento de remoción en masa activo y su riesgo geológico asociado en la ciudad de El Chaltén, provincia de Santa Cruz.* XIV Congreso Geológico Chileno, Sesión Técnica.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de cálculo del Nivel de Peligrosidad por deslizamiento

FACTOR CONDICIONANTE (FC)						FACTOR DESENCADENANTE (FD)		SUSCEPTIBILIDAD		PARÁMETROS DE EVALUACIÓN (PE)									
PENDIENTE		GEOMORFOLOGÍA		GEOLOGÍA		VALOR	PESO	PRECIPITACIÓN		VALOR	PESO	EROSIÓN		TEXTURA DE SUELO		VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		VALOR	PESO
Ppar(1)	Pdesc	Ppar(1)	Pdesc	Ppar(1)	Pdesc			VALOR	PESO			VALOR	Pdes	VALOR	Pdes	VALOR	Pdes		
0.669	0.478	0.243	0.478	0.088	0.467	0.477	0.4	0.134	0.6	0.271	0.500	0.669	0.134	0.267	0.134	0.064	0.068	0.130	0.500
0.669	0.267	0.243	0.289	0.088	0.256	0.271	0.4	0.134	0.6	0.189	0.500	0.669	0.134	0.267	0.134	0.064	0.068	0.130	0.500
0.669	0.138	0.243	0.125	0.088	0.148	0.136	0.4	0.134	0.6	0.135	0.500	0.669	0.134	0.267	0.134	0.064	0.068	0.130	0.500
0.669	0.079	0.243	0.073	0.088	0.084	0.078	0.4	0.134	0.6	0.112	0.500	0.669	0.134	0.267	0.134	0.064	0.068	0.130	0.500
0.669	0.038	0.243	0.036	0.088	0.044	0.038	0.4	0.134	0.6	0.096	0.500	0.669	0.134	0.267	0.134	0.064	0.068	0.130	0.500

VALOR DE PELIGRO					
(VALOR PE*PESO PE)+(VALOR S*PESO S)					
		RANGO		NIVEL	
0.201		0.159	$\leq P <$	0.201	MUY ALTO
0.159		0.132	$\leq P <$	0.159	ALTO
0.132		0.121	$\leq P <$	0.132	MEDIO
0.121		0.113	$\leq P <$	0.121	BAJO
0.113					

Anexo 2. Mapa de Peligrosidad por Deslizamiento

Anexo 3. Ficha para el levantamiento de Información en campo

LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN						
DETALLES DEL LOTE			DETALLES DE LA VIVIENDA			
Lote: Nombre y Apellido del jefe de familia: Fecha de encuesta:			Lugar: Responsable:			
SOCIAL	EXPOSICIÓN SOCIAL	¿Cuántas personas viven en esta vivienda?	De 35 a 129 personas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			De 25 a 34 personas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			De 15 a 24 personas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	De 5 a 14 personas		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	De 5 a menos		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	FRAGILIDAD SOCIAL	¿En qué grupo etario se encuentra esta vivienda?	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	RESILIENCIA SOCIAL		¿Ha recibido alguna capacitación en Gestión de Riesgos de Desastres?	Población no está capacitada en GRD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Población está escasamente capacitada en GRD				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Población se capacita con regular frecuencia en GRD		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		
ECONOMICA	EXPOSICIÓN ECONOMICA	¿Entre que porcentaje se encuentra su terreno expuesto de área agrícola?		> 75% del terreno expuesto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				50% - 75% del terreno expuesto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			25% - 50% del terreno expuesto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	FRAGILIDAD ECONOMICA		¿Pasas la vía expuesta del Sector Barro Blanco, Qué distancia tiene al cruzar esta vía?	10% - 25% del terreno expuesto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				< 10% del terreno expuesto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		RESILIENCIA ECONOMICA		¿Entre cuantos grados se encuentra la topografía de su vivienda?	Muy Largo (Mas de 300 metros)	<input type="checkbox"/>
Largo (200 a 300 metros)	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	
Medio (100 a 200 metros)	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	
AMBIENTAL	EXPOSICIÓN AMBIENTAL	¿A que se debe la perdida de suelo de su localidad?	Corto (50 a 100 metros)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			Muy Corto (Menos de 50 metros)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			FRAGILIDAD AMBIENTAL	¿Qué características geológicas del suelo presenta tu localidad?	Mayor a 50°	<input type="checkbox"/>
	Entre 35° a 50°				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Entre 20° a 35°				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	RESILIENCIA AMBIENTAL	¿Hay capacitaciones en temas de conservación ambiental en la localidad?	Entre 5° a 20°		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Menor a 5°			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
Erosión provocada por las lluvias: pendientes pronunciadas y terrenos montañosos, lluvias estacionales y el fenómeno El Niño			La Municipalidad no se preocupa por la población cercana a la vía	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Longitud de la pendiente del suelo, relación las pérdidas de un campo de cultivo de pendiente y longitud conocida		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Protección inadecuada en los márgenes de corrientes de agua en ámbitos geográficos extensos		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Factor cultivo y contenido en sale ocasiona pérdidas por desertificación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	Deforestación agravada, uso indiscriminado de suelos, expansión urbana, sobrepastoreo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Zona muy fracturada, suelos colapsables	Zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	Zona ligeramente fracturada, suelos de alta capacidad portante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	Zona sin fracturas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	Población no recibe y/o desarrolla capacitaciones en temas de conservación ambiental.	La población está escasamente capacitada en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura escasa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
La población se capacita con regular frecuencia en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura parcial		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
La población se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura mayoritaria.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
La población se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura total		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			



GOBIERNO REGIONAL PASCO
OFICINA REGIONAL DE GESTIÓN DE RIESGOS Y SEGURIDAD CIUDADANA

Econ. Alencio Pérez Aguilar
Jefe de la Oficina Regional de Gestión de Riesgos y Seguridad Ciudadana

Anexo 4. Consolidado de Levantamiento de Información en campo

Anexo 5. Matriz de cálculo del Nivel de Vulnerabilidad

EXPOSICIÓN		DIMENSIÓN SOCIAL								VALOR DIMENSIÓN SOCIAL	PESO DIMENSIÓN SOCIAL						
Personas Expuestas		Valor Exposición Social	Peso Exposición Social	FRAGILIDAD		Valor Fragilidad Social	Peso Fragilidad Social	RESILIENCIA									
Grupo Etario				Capacitación en Gestión de Riesgos de Desastres				Ppar									
Ppar				Pdesc				Ppar									
1.000	0.503	0.503	0.648	1.000	0.460	0.460	0.230	1.000	0.488	0.122	0.491						
1.000	0.260	0.260	0.648	1.000	0.292	0.292	0.230	1.000	0.266	0.122	0.268						
1.000	0.134	0.134	0.648	1.000	0.143	0.143	0.230	1.000	0.138	0.122	0.137						
1.000	0.068	0.068	0.648	1.000	0.069	0.069	0.230	1.000	0.072	0.122	0.069						
1.000	0.035	0.035	0.648	1.000	0.036	0.036	0.230	1.000	0.037	0.122	0.035						

EXPOSICIÓN				DIMENSIÓN ECONÓMICA								VALOR DIMENSIÓN ECONÓMICA	PESO DIMENSIÓN ECONÓMICA						
Área Agrícola		Distancia al Cruzar la Vía Expuesta al Peligro		Valor Exposición Económica	Peso Exposición Económica	FRAGILIDAD		Valor Fragilidad Económica	Peso Fragilidad Económica	RESILIENCIA		Valor Resiliencia Económica	Peso Resiliencia Económica						
Topografía de terreno		Se Involucra la Municipalidad				Ppar				Ppar									
Ppar		Pdesc				Ppar				Ppar									
0.500	0.503	0.500	0.511	0.507	0.539	1.000	0.478	0.478	0.297	1.000	0.474	0.164	0.493						
0.500	0.260	0.500	0.243	0.251	0.539	1.000	0.267	0.267	0.297	1.000	0.286	0.164	0.262						
0.500	0.134	0.500	0.143	0.139	0.539	1.000	0.138	0.138	0.297	1.000	0.136	0.164	0.138						
0.500	0.068	0.500	0.068	0.068	0.539	1.000	0.079	0.079	0.297	1.000	0.069	0.164	0.071						
0.500	0.035	0.500	0.035	0.035	0.539	1.000	0.038	0.038	0.297	1.000	0.035	0.164	0.036						

EXPOSICIÓN		DIMENSIÓN AMBIENTAL								VALOR DIMENSIÓN AMBIENTAL	PESO DIMENSIÓN AMBIENTAL		
Perdida de Suelo		Valor Exposición ambiental	Peso Exposición Ambiental	FRAGILIDAD		Valor Fragilidad ambiental	Peso Fragilidad ambiental	RESILIENCIA					
				Características Geológicas del Suelo				Capacitación en temas de conservación ambiental					
Ppar	Pdesc			Ppar	Pdesc			Ppar	Pdesc				
1.000	0.515	0.515	0.653	1.000	0.488	0.488	0.251	1.000	0.462	0.462	0.096		
1.000	0.233	0.233	0.653	1.000	0.266	0.266	0.251	1.000	0.294	0.294	0.096		
1.000	0.145	0.145	0.653	1.000	0.138	0.138	0.251	1.000	0.145	0.145	0.096		
1.000	0.071	0.071	0.653	1.000	0.072	0.072	0.251	1.000	0.062	0.062	0.096		
1.000	0.035	0.035	0.653	1.000	0.037	0.037	0.251	1.000	0.038	0.038	0.096		

VALOR DE LA VULNERABILIDAD			
0.493		NIVEL	RANGO
0.265		MUY ALTA	0.262 ≤ V ≤ 0.448
0.138		ALTA	0.165 ≤ V < 0.262
0.069		MEDIA	0.085 ≤ V < 0.165
0.035		BAJA	0.041 ≤ V < 0.085

Anexo 6. Mapa de Vulnerabilidad

Anexo 7. Matriz de cálculo final del Nivel de Riesgo



Anexo 8. Mapa de Riesgo

Anexo 9. Fotografías en campo





5. Verificación de la resistencia insitu con la picota.



6. Camino al sector Barro Blanco por la vía.



7. Verificación del área de estudio con el presidente del sector Barro Blanco.



8. Vista al Norte del área de estudio.

9. Vista al Oeste del área de estudio.



10. Vista al Este del área de estudio.

11. Vista al Sur del área de estudio.



12. Vía afectada por el Deslizamiento.



13. Análisis de fracturación del macizo rocoso.



14. Análisis de las propiedades de las rocas del área de estudio.

Anexo 10. Matriz de consistencia

TITULO: Evaluación de riesgo geológico por remociones en masa del sector Barro Blanco, Chontabamba – Oxapampa – Pasco - 2024			
Problemas	Objetivos	Variables	Metodología
Problema general: ¿Cómo se determinará y evaluará el riesgo geológico por remociones en masa del sector Barro Blanco, Distrito Chontabamba – Provincia Oxapampa – departamento Pasco?	Objetivo general: Determinar y evaluar el riesgo geológico por remociones en masa del sector Barro Blanco, Distrito Chontabamba – Provincia Oxapampa – departamento Pasco.	Variable independiente: Peligro geológico. Vulnerabilidad.	<p>1. Tipo de investigación Según (Creswell J. W., 2014), la clasificación de los tipos de investigación según el enfoque es Cualitativa, Cuantitativa y mixta, siendo esta última una combinación de los dos anteriores mencionados dando una visión más completa de un fenómeno. En el contexto de esta investigación, se ha utilizado de tipo mixto (cualitativo y cuantitativo) para evaluar los riesgo geológico por remociones en masa en el sector Barro Blanco, incorporando tanto el análisis numérico de datos de precipitaciones, peligrosidad y vulnerabilidad, cuyos datos se cuantifican y analizan estadísticamente, como también la recolección de información cualitativa a través de observación directa, interpretaciones geológicas y entrevistas en campo de acuerdo al análisis de la percepción comunitaria sobre los riesgos.</p> <p>2. Método de investigación Esta investigación corresponde al método científico mixto, la cual te permite integrar de manera efectiva los enfoques cuantitativos (medición y análisis de datos numéricos) con los cualitativos (comprensión del contexto y percepciones sociales), ya que es especialmente útil en el estudio de riesgos geológicos, donde la naturaleza del fenómeno es tanto física como social. En una investigación de enfoque mixto, el investigador emplea tanto estrategias cuantitativas como cualitativas para abordar una pregunta de investigación desde diferentes perspectivas (Creswell J. W., 2014).</p> <p>3. Población y muestra La población va estar dado por el área de investigación de 10.48 Ha del sector Barro Blanco. De acuerdo al análisis de peligro se verá la cantidad total de unidades litológicas de la geología y la geomorfología de esta zona, como también en el análisis de vulnerabilidad el total de personas o viviendas, donde se busca caracterizar toda el área que influye a la zona, entonces, decimos que la muestra se obtendrá, para el análisis de</p>
Problemas específicos: 1. ¿Cómo identificar los eventos por remociones en masa en el sector Barro Blanco, Chontabamba – Oxapampa – Pasco? 2. ¿Cómo determinar los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo del sector Barro Blanco, Chontabamba – Oxapampa – Pasco? 3. ¿Qué medidas de prevención y	Objetivos específicos: 1. Identificar los eventos por remociones en masa en el sector Barro Blanco, Chontabamba – Oxapampa – Pasco. 2. Determinar los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo del sector Barro Blanco, Chontabamba – Oxapampa – Pasco. 3. Plantear medidas de prevención y reducción de riesgo	Variable dependiente: Evaluación de riesgo geológico de remociones en masa.	

<p>reducción de riesgo geológico por remociones en masa plantear en el sector Barro Blanco, Chontabamba – Oxapampa – Pasco?</p>	<p>geológico por remociones en masa en el sector Barro Blanco, Chontabamba – Oxapampa – Pasco.</p>		<p>peligro, pequeñas muestras de rocas de diferentes unidades litológicas encontradas como también el grado de inclinación de las pendientes de los taludes, y para el análisis de vulnerabilidad se dará por la cantidad de afectación de vivienda familiar dentro del área que influye al sector Barro Blanco.</p>
<p>Problemas específicos:</p> <p>4. ¿Cómo identificar los eventos de remociones en masa en el sector Barro Blanco, Chontabamba – Oxapampa – Pasco?</p> <p>5. ¿Cómo determinar los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo del sector Barro Blanco, Chontabamba – Oxapampa – Pasco?</p> <p>6. ¿Qué medidas de prevención y reducción de riesgo geológico por remociones en masa plantear en el sector Barro Blanco, Chontabamba – Oxapampa – Pasco?</p>	<p>Objetivos específicos:</p> <p>4. Identificar los eventos de remociones en masa en el sector Barro Blanco, Chontabamba – Oxapampa – Pasco.</p> <p>5. Determinar los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo del sector Barro Blanco, Chontabamba – Oxapampa – Pasco.</p> <p>6. Plantear medidas de prevención y reducción de riesgo geológico por remociones en masa en el sector Barro Blanco, Chontabamba – Oxapampa – Pasco.</p>	<p>Variable dependiente:</p> <p>Evaluación de riesgo geológico de remociones en masa.</p>	<p>4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos</p> <p>Técnicas</p> <p>La técnica empleada en el presente estudio se basa específicamente en la observación ya que según U San Marcos (2020) nos dice que es un elemento fundamental en que todo investigador se apoya para poder recolectar la mayor cantidad de datos.</p> <p>La otra técnica que se utilizó fue la de las encuestas las cuales se las hicieron a los pobladores del sector de Barro Blanco con la ficha de levantamiento de datos propuesta en el anexo 3</p> <p>Instrumentos</p> <p>Según indica Arias (2006) “los instrumentos de recolección de datos son cualquier recurso, dispositivo o formato (papel o digital) que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información”, en ese sentido los instrumentos utilizados para la recolección de información de la investigación fueron los instrumentos de campo tradicionales geológicos como el receptor GPS, la picota, la brújula, entre otros; el aplicativo Avenza Maps para los mapas georreferenciados, cámara de alta calidad, todo esto manejando los criterios geológicos, programas de Excel y ArcGIS, también el instrumento de un formato de ficha de encuesta para el levantamiento de información para el control estadístico de la vulnerabilidad de la zona de estudio.</p> <p>5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos</p> <p>Las técnicas de procesamiento de datos de esta investigación se desarrollan mediante el proceso de análisis jerárquico (PAJ), permitiendo dar el grado de importancia relativa de los indicadores en la matriz de comparación de pares de la escala de Saaty. Esta técnica de procesamiento se hará con la finalidad de determinar la estratificación y los rangos de los niveles del peligro, la vulnerabilidad y el riesgo, teniendo como ayuda al software Excel y ArcGIS, para establecer en los mapas, los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo por fenómenos geológicos como de las remociones en masa en el área de estudio del distrito de Chontabamba.</p> <p>Esta investigación se encuentra orientada para el procesamiento y análisis de datos, en base al Manual para la Evaluación de Riesgos originados por fenómenos Naturales, 2da versión (CENEPRED, 2014), por tanto, a continuación, se muestra la escala de Saaty y el</p>

			procedimiento que se tomará para la evaluación de riesgo geológico por remociones en masa en el sector Barro Blanco, distrito Chontabamba, provincia Oxapampa, departamento Pasco.
--	--	--	--