

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



TESIS:

**“EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENO DE REMOCIÓN EN MASAS EN
LA COMUNIDAD DE SANTA ROSA, PROVINCIA DE CHOTA - CAJAMARCA”**

Para optar el título profesional de:

INGENIERO GEÓLOGO

Autor:

BACH. TAPIA CABRERA HERNANDO

Asesor

M. CS. ING. ARAPA VILCA VÍCTOR AUSBERTO

Cajamarca – Perú

2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

- Investigador:** HERNANDO TAPIA CABRERA
DNI: 73302289
Escuela Profesional: INGENIERÍA GEOLÓGICA
- Asesor:** M. CS. ING. ARAPA VILCA VICTOR AUSBERTO
Facultad: INGENIERÍA
- Grado académico o título profesional**
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
- Tipo de Investigación:**
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
- Título de Trabajo de Investigación:**
"EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASAS EN LA COMUNIDAD DE SANTA ROSA, PROVINCIA DE CHOTA – CAJAMARCA"
- Fecha de evaluación:** 11 de Julio del 2024
- Software antiplagio:** **TURNITIN** **URKUND (OURIGINAL) (*)**
- Porcentaje de Informe de Similitud:** 22%
- Código Documento: oid:** 3117:365841215
- Resultado de la Evaluación de Similitud:**
 APROBADO **PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO**

Fecha Emisión: 11 de Julio del 2024

	 <p>Firmado digitalmente por: FERNANDEZ LEON Yvonne Katherine FAU 20148258601 soft Motivo: Soy el autor del documento Fecha: 11/07/2024 20:04:17-0500</p>
<hr/> <p>FIRMA DEL ASESOR M. CS. ING. ARAPA VILCA VÍCTOR AUSBERTO DNI: 29552145</p>	<hr/> <p>UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI</p>

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023

Agradecimiento

A mi madre y mis hermanos, cuya guía y amor incondicional han sido mi mayor fortaleza. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia.

A mis docentes de la Escuela Académico Profesional De Ingeniería Geológica, por su dedicación y paciencia, y por compartir su vasto conocimiento.

A mi asesor cuya orientación ha sido fundamental para la realización de este trabajo.

A mis compañeros de estudio, por su familiaridad y por hacer de este viaje académico una experiencia enriquecedora y memorable.

A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento.

Dedicatoria

A mi madre, cuyo amor incondicional y sacrificio constante han sido el pilar fundamental en mi vida. Gracias por ser mi mayor fuente de inspiración y por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia. Su apoyo inquebrantable ha hecho posible que alcance mis sueños y metas.

A mis hermanos, por ser mis compañeros de vida, mis amigos y mi apoyo constante. Gracias por estar siempre a mi lado, en los momentos buenos y en los difíciles. Su confianza y aliento me han dado la fuerza necesaria para seguir adelante y superar los obstáculos.

ÍNDICE

ÍTEM	Pág.
Agradecimiento	ii
Dedicatoria	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FOTOS.....	xiv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....	18
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	20
2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
2.2.1 Internacionales.....	20
2.2.2 Nacionales	22
2.2.3 Locales.....	24
2.2 BASES TEÓRICAS	25
2.2.1 Remoción En Masa.....	25
2.2.2 Enfoque para la evaluación de peligro y riesgo geológico.....	34
2.2.3 Cálculo De Los Niveles De Vulnerabilidad	38
2.2.4 Cálculo De Los Niveles De riesgo	41
2.2.5 cálculo de daños y perdidas	41
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	42
CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	44
3.1 UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	44
3.1.1 Geográfica	44
3.1.2 Política.....	44
3.1.3 Accesibilidad	45

3.2 GEOLOGÍA	45
3.2.1 Geología Regional	45
Depósitos Lacustrinos	48
3.2.4 Depósitos Coluvial	49
3.2.5 Depósitos Coluvio – Deluvial	50
3.2.6 Depósitos Proluvial	50
3.3 PENDIENTE DEL TERRENO	53
3.4 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	55
3.4.1 Lomada en roca sedimentaria	55
3.4.2 Piedemonte proluvial	56
3.4.3 Terraza Lacustre Inundable	56
3.4.4 Vertiente Coluvial De Detritos	57
3.4.5 Vertiente Con Depósito De Deslizamiento	58
3.5 Hidrogeología	61
3.6 Hidrología	62
3.7 Condiciones Climatológicas	63
3.8 Procedimiento	64
3.9 Metodología	64
3.10 Identificación De Variables	65
3.11 Técnicas	65
3.12 Instrumentos y Equipos	66
CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	67
4.1 DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD	67
4.1 Metodología	67
4.3 Identificación Del Peligro	72
4.4 Morfometría del deslizamiento	77
4.5 Caracterización Del Peligro	78

4.5 Parámetros De Evaluación	80
4.6 Definición De Escenarios	89
4.7 Niveles De Peligro – Movimiento En Masas	90
4.8 Estratificación Del Nivel De Peligro	90
4.2 ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD.....	91
4.2.1. Metodología Para El Análisis De La Vulnerabilidad	91
4.2.2. Análisis De La Dimensión Social.....	94
4.2.2.1. Análisis de la Exposición en la Dimensión Social	95
4.2.2.2 Análisis de la fragilidad en la Dimensión Social.....	96
4.2.2.3 Análisis de la resiliencia en la Dimensión Social.....	101
4.2.3 Análisis De La Dimensión Económica.....	105
4.2.3.1 Análisis de la Exposición en la Dimensión económico.....	106
4.2.3.2 Análisis de la fragilidad en la Dimensión Económica.....	107
4.2.3.3 Análisis de la resiliencia en la Dimensión económico	111
4.2.4 análisis de la dimensión ambiental	115
4.2.4.1 Análisis de la Exposición en la Dimensión ambiental	116
4.2.4.2 Análisis de la fragilidad en la Dimensión Ambiental.....	117
4.2.4.3 Análisis de la resiliencia en la Dimensión ambiental	121
4.2.5. Nivel De Vulnerabilidad.....	123
4.2.6 Estratificación De La Vulnerabilidad	126
4.3 CÁLCULO DE RIESGO	128
4.3.1 Metodología Para El Cálculo Del Riesgo.....	128
4.3.2 Nivel De Riesgo Por Deslizamiento De Suelos.....	129
4.3.3 Matriz de riesgo por deslizamiento	129
4.3.4 Estratificación del nivel de riesgo por deslizamiento de suelos	130
4.3.5 Calculo de perdidas	132
4.4.1 Aceptabilidad O Tolerancia Del Riesgo.....	136

4.4.2 Medidas De Control	139
4.4.2.1 Protección	140
4.4.2.2 Reducción del riesgo	141
4.4.2.3 Transferencia de riesgo.....	141
4.5 CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	142
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	143
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	145
ANEXOS.....	147

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Clasificación de remociones en masa.....	26
Tabla 2: Escala de velocidad de remociones en masa ():	27
Tabla 3: Clasificación de remociones en masa basada en generación por sismos	27
Tabla 4: Factores condicionantes relevantes para cada tipo de remoción en masa.....	28
Tabla 5: Efectos de la saturación por precipitaciones (Prieto, 1985)	33
Tabla 6: Tipos de remociones en masa generadas por sismos	34
Tabla 7: niveles de susceptibilidad.....	38
Tabla 8: cálculo de elementos expuestos para evaluación	40
Tabla 9: estratificación de la vulnerabilidad (CENEPRED, 2014)	41
Tabla 10: Accesibilidad a laguna del amor desde Cajamarca	45
Tabla 11: características del deslizamiento	77
Tabla 12: media en hectáreas de los eventos presentes	79
Tabla 13: Factores para calcular el volumen de masa desplazada	80
Tabla 14: Matriz de comparación de pares del parámetro volumen en remoción.....	82
Tabla 15 Matriz de normalización de pares del parámetro Volumen en remoción.....	82
Tabla 16: calculando vector suma ponderado	82
Tabla 17: Calculando el vector suma promedio	83
Tabla 18: Valores para calcular índice aleatorio	83
Tabla 19: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro Volumen de los materiales en remoción.	83

Tabla 20: Factores de susceptibilidad considerados.....	84
Tabla 21: Matriz de comparación de pares del factor condicionante	84
Tabla 22: Matriz de normalización de pares del factor condicionante.....	85
Tabla 23: Índice de consistencia y relación de consistencia del factor condicionante.....	85
Tabla 24: Matriz de comparación de pares del parámetro geomorfología	85
Tabla 25: Matriz de normalización de pares del parámetro geomorfología.....	86
Tabla 26: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro geomorfología	86
Tabla 27: Matriz de comparación de pares del parámetro geología.....	86
Tabla 28: Matriz de normalización de pares del parámetro geología.....	87
Tabla 29: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro geología	87
Tabla 30: Matriz de comparación de pares del parámetro pendiente de terreno	87
Tabla 31: Matriz de normalización de pares del parámetro pendiente del terreno.....	88
Tabla 32: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro pendiente del terreno.....	88
Tabla 33: Matriz de comparación de pares del parámetro Umbrales de precipitación máxima en 24 horas	88
Tabla 34: Matriz de normalización de pares del parámetro Umbrales de precipitación máxima en 24 horas	89
Tabla 35: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro Umbrales de precipitación máxima en 24 horas.	89
Tabla 36: Determinación del peligro	90
Tabla 37: Niveles de Peligro por movimiento en masas	90
Tabla 38: Matriz de peligro por movimientos en masas	91
Tabla 39: Matriz de comparación de pares de los parámetros utilizados en el factor fragilidad.....	93
Tabla 40: Matriz de normalización de pares de los parámetros utilizados en el factor fragilidad.....	93
Tabla 41: Obtención de los resultados de la operación de matrices	93
Tabla 42: Calculando el vector suma promedio	93
Tabla 43: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico.	93
Tabla 44: Parámetros a utilizar en los factores (Exposición, Fragilidad, Resiliencia) de la Dimensión Social.....	94
Tabla 45: Matriz de comparación de pares de los factores de la Dimensión Social.	94

Tabla 46: Matriz de normalización de pares de los factores de la Dimensión Social.....	94
Tabla 47: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) de los factores de la Dimensión Social	94
Tabla 48: Parámetros utilizados en el factor Exposición de la Dimensión Social	95
Tabla 49: Matriz de Comparación de pares del parámetro número de habitantes en la casa	95
Tabla 50: Matriz de Normalización de pares del parámetro número de habitantes en la casa	95
Tabla 51: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro número de habitantes en la casa	95
Tabla 53: Matriz de Normalización de pares del factor Fragilidad de la Dimensión Social.....	96
Tabla 54: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del factor fragilidad de la dimensión social	96
Tabla 55: Matriz de Comparación de pares del parámetro Grupo etario de los habitantes.....	97
Tabla 56: Matriz de Normalización de pares del parámetro Grupo etario de los habitantes	97
Tabla 57: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Grupo etario de los habitantes	97
Tabla 58: Matriz de Comparación de pares del parámetro tipo de discapacidad	98
Tabla 59: Matriz de Normalización de pares del parámetro tipo de discapacidad.....	98
Tabla 60: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro tipo de discapacidad.....	98
Tabla 61: Matriz de Comparación de pares del parámetro tipo de acceso a agua de consumo.....	99
Tabla 62: Matriz de Normalización de pares del parámetro tipo de acceso a agua de consumo.....	99
Tabla 63: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro tipo de acceso a agua de consumo	99
Tabla 64: Matriz de Comparación de pares del parámetro tipo de servicios higiénicos	100
Tabla 65: Matriz de Normalización de pares del parámetro tipo de servicios higiénicos.....	100
Tabla 66: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro tipo de servicios higiénicos.....	100
Tabla 67: Parámetros utilizados en el factor resiliencia de la Dimensión Social.....	101

Tabla 68: Matriz de Normalización de pares del factor resiliencia de la Dimensión Social.	101
Tabla 69: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del factor resiliencia de la dimensión social	101
Tabla 70: Matriz de Comparación de pares del parámetro participación en simulacro multipeligro	102
Tabla 71: Matriz de Normalización de pares del parámetro participación en simulacro multipeligro	102
Tabla 72: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro participación en simulacro multipeligro.....	102
Tabla 73: Matriz de Comparación de pares del parámetro capacitación en gestión de riesgos de desastres.....	103
Tabla 74: Matriz de Normalización de pares del parámetro capacitación en gestión de riesgos de desastres.....	103
Tabla 75: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro capacitación en gestión de riesgos de desastres	103
Tabla 76: Matriz de Comparación de pares del parámetro conocimiento de peligro de la zona de localización.....	104
Tabla 77: Matriz de Normalización de pares del parámetro conocimiento de peligro de la zona de localización.....	104
Tabla 78: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro conocimiento de peligro de la zona de localización.....	104
Tabla 79: Parámetros a utilizar en los factores (Exposición, Fragilidad, Resiliencia) de la Dimensión económica.	105
Tabla 80: Matriz de comparación de pares de los factores de la Dimensión económica.	105
Tabla 81: Matriz de normalización de pares de los factores de la Dimensión económica....	105
Tabla 82: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) de los factores de la Dimensión económica.....	105
Tabla 83: Parámetros utilizados en el factor Exposición de la Dimensión económico.....	106
Tabla 84: Matriz de Comparación de pares del parámetro cercanía de la vivienda al peligro	106
Tabla 85: Matriz de Normalización de pares del parámetro cercanía de la vivienda al peligro	106

Tabla 86: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro cercanía de la vivienda al peligro	106
Tabla 87: Parámetros utilizados en el factor fragilidad de la Dimensión económico	107
Tabla 88: Matriz de Normalización de pares del factor Fragilidad de la Dimensión económico.....	107
Tabla 89: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del factor fragilidad de la dimensión económica.	107
Tabla 90: Matriz de Comparación de pares del parámetro Sistema de drenaje	108
Tabla 91: Matriz de Normalización de pares del parámetro Sistema de drenaje	108
Tabla 92: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Sistema de drenaje...	108
Tabla 93: Matriz de Comparación de pares del parámetro Material predominante - pared...	109
Tabla 94: Matriz de Normalización de pares del parámetro Material predominante – pared	109
Tabla 95: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro tipo Material predominante - pared	109
Tabla 96: Matriz de Comparación de pares del parámetro material predominante – techo...	110
Tabla 97: Matriz de Normalización de pares del parámetro material predominante – techo.....	110
Tabla 98: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro material predominante – techo.....	110
Tabla 99: Parámetros utilizados en el factor resiliencia de la Dimensión económico	111
Tabla 100: Matriz de Normalización de pares del factor resiliencia de la Dimensión económico.....	111
Tabla 101: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del factor resiliencia de la dimensión económico	111
Tabla 102: Matriz de Comparación de pares del parámetro Cumplimiento de la normatividad rne en el diseño y construcción del inmueble.....	112
Tabla 103: Matriz de Normalización de pares del parámetro Cumplimiento de la normatividad rne en el diseño y construcción del inmueble.....	112
Tabla 104: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Cumplimiento de la normatividad rne en el diseño y construcción del inmueble.....	112
Tabla 105: Matriz de Comparación de pares del parámetro Documento que acredita la titularidad del terreno.....	113

Tabla 106: Matriz de Normalización de pares del parámetro Documento que acredita la titularidad del terreno.....	113
Tabla 107: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Documento que acredita la titularidad del terreno	113
Tabla 108: Matriz de Comparación de pares del parámetro Organización dentro de la comunidad	114
Tabla 109: Matriz de Normalización de pares del parámetro Organización dentro de la comunidad	114
Tabla 110: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Organización dentro de la comunidad.....	114
Tabla 111: Parámetros a utilizar en los factores (Exposición, Fragilidad, Resiliencia) de la Dimensión ambiental.	115
Tabla 112: Matriz de comparación de pares de los factores de la Dimensión ambiental.....	115
Tabla 113: Matriz de normalización de pares de los factores de la Dimensión ambiental. ...	115
Tabla 114: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) de los factores de la Dimensión ambiental.	115
Tabla 115: Parámetros utilizados en el factor Exposición de la Dimensión económico.....	116
Tabla 116: Matriz de Comparación de pares del parámetro ubicación de botadero de basura.....	116
Tabla 117: Matriz de Normalización de pares del parámetro ubicación de botadero de basura.....	116
Tabla 118: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro ubicación de botadero de basura	117
Tabla 119: Parámetros utilizados en el factor fragilidad de la Dimensión ambiental.....	117
Tabla 120: Matriz de Normalización de pares del factor Fragilidad de la Dimensión ambiental	117
Tabla 121: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del factor fragilidad de la dimensión ambiental.....	117
Tabla 122: Matriz de Comparación de pares del parámetro Disposición final de aguas residuales	118
Tabla 123: Matriz de Normalización de pares del parámetro Disposición final de aguas residuales	118
Tabla 124: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Disposición final de aguas residuales	118

Tabla 125: Matriz de Comparación de pares del parámetro Estado de conservación de la infraestructura de agua de consumo	119
Tabla 126: Matriz de Normalización de pares del parámetro Estado de conservación de la infraestructura de agua de consumo	119
Tabla 127: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Estado de conservación de la infraestructura de agua de consumo.....	119
Tabla 128: Matriz de Comparación de pares del parámetro Generación de residuos sólidos	120
Tabla 129: Matriz de Normalización de pares del parámetro Generación de residuos sólidos	120
Tabla 130: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Generación de residuos sólidos.....	120
Tabla 131: Parámetros utilizados en el factor resiliencia de la Dimensión ambiental	121
Tabla 132: Matriz de Comparación de pares del parámetro Segregación de residuos en fuente	121
Tabla 133: Matriz de Normalización de pares del parámetro Segregación de residuos en fuente	121
Tabla 134: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Segregación de residuos en fuente	121
Tabla 135: Matriz de Comparación de pares del parámetro Cercanía del inmueble a áreas verdes.....	122
Tabla 136: Matriz de Normalización de pares del parámetro Cercanía del inmueble a áreas verdes.....	122
Tabla 137: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Cercanía del inmueble a áreas verdes	122
Tabla 138: Resumen de los descriptores, parámetros, factores y dimensiones utilizados en el análisis de la vulnerabilidad, y sus pesos ponderados obtenidos mediante el análisis jerárquico.....	123
Tabla 139: niveles de vulnerabilidad.....	125
Tabla 140: Estratificación de la Vulnerabilidad	126
Tabla 141: Cálculo de los valores de riesgo por Deslizamiento de suelos.....	129
Tabla 142: Niveles de Riesgo por Deslizamiento de suelos.....	129
Tabla 143: Matriz del Riesgo por Deslizamiento de suelos.	129
Tabla 144: Estratificación del nivel de riesgo por deslizamiento de suelos.....	130

Tabla 145: Valoración de consecuencias.....	136
Tabla 146: Valoración de la frecuencia de ocurrencia	136
Tabla 147: Nivel de consecuencia y daños por Deslizamiento de suelos	137
Tabla 148: Aceptabilidad y/o Tolerancia.	137
Tabla 149: Matriz se aceptabilidad y/o tolerancia – Deslizamiento de suelos.....	138

ÍNDICE DE FOTOS

	Pág.
Foto N°: 1: Sedimentos de la formación Chota ubicados al NW de la laguna del amor.....	47
Foto N°: 2: Formación Celendín ubicados al NE de la Laguna del Amor	48
Foto N°: 3: depósitos lacustrinos presentes alrededor de la laguna	49
Foto N°: 4: Deposito Coluvio – Deluvial	50
Foto N°: 5: Deposito Proluvial	51
Foto N°: 6: Pendientes del terreno.....	53
Foto N°: 7: Lomada en roca sedimentaria	55
Foto N°: 8: Piedemonte proluvial.....	56
Foto N°: 9: Terraza inundable	57
Foto N°: 10: Vertiente Coluvial de Detritos.....	58
Foto N°: 11: Vertiente con depósito de deslizamiento	59
Foto N°: 12: Manantial de agua al SW de la laguna del amor	61
Foto N°: 13: Rio Colpamayo	62
Foto N°: 14: Laguna del Amor	62
Foto N°: 15: Pequeños manantiales presentes el área de investigación:	63
Foto N°: 16: Dron usado para la recolección de datos	71
Foto N°: 17: trabajo de recolección de datos en campo	71
Foto N°: 18: vista del movimiento en masa	73
Foto N°: 19: Vista del deslizamiento principal	74
Foto N°: 20: vista del escarpe principal	74
Foto N°: 22: Agrietamiento observado en la corona del deslizamiento	75
Foto N°: 23: Agrietamiento en la corona del deslizamiento al SW de la alguna del amor	76
Foto N°: 24: Inclinación de los arboles por la reptación de suelos existente	76
Foto N°: 25: Morfometria del deslizamiento.....	77
Foto N°: 26: Altura del escarpe principal.....	78
Foto N°: 27: Grietas observadas en el momento que ocurrió el deslizamiento.....	80

Foto N°: 28: Vista del material deslizado.....	80
Foto N°: 29: Vivienda completamente destruida a causa del deslizamiento.....	132
Foto N°: 30: Vivienda inhabitable a causa del deslizamiento	133
Foto N°: 31: Tramo de la carretera afectado	133
Foto N°: 32: Fracturas en las casas en el deslizamiento.....	134
Foto N°: 33: Área afectada por el deslizamiento.....	134

RESUMEN

Esta investigación se ha desarrollado en el centro poblado de Santa Rosa específicamente en los alrededores de la Laguna Del Amor la cual tiene por objetivo evaluar el riesgo por fenómenos de remoción en masas en la comunidad de Santa rosa, provincia de Chota – Cajamarca, para esta investigación se ha tenido conveniente analizar los factores condicionantes y desencadenantes que pueden hacer que exista este deslizamiento, entre ellos se ha analizado la pendiente del terreno, las unidades geomorfológicas y unidades geológicas presentes en esta localidad para determinar el nivel de peligrosidad ya que son 28.144 Hectáreas en donde estaría ocurriendo este evento, se han podido identificar deslizamiento rotacional activo y derrumbe activos los cuales son los que predominan en el área de investigación, también se ha determinado el nivel de Vulnerabilidad de los pobladores y determinar el nivel de riesgo el cual se puede observar que los pobladores de esta área se encuentran en un nivel de riesgo muy alto y según el análisis realizado para el control de riesgo que se muestra en la tabla 144 de valorización de consecuencias indica un nivel muy alto en donde las consecuencias debido al impacto de este fenómeno natural es catastrófico, y pueden ocurrir en periodos de tiempo largos, también en la tabla 146 del nivel de consecuencia y daños muestra un nivel muy alto ya que las consecuencias y frecuencia son altas por ello en la tabla 147 revela que este evento es inadmisibles por lo tanto se deben aplicar inmediatamente medidas de control físico es por ello que se ha planteado medidas de control para mitigar este riesgo y tener a la población preparada para reaccionar ante tal eventualidad.

Palabras clave: deslizamiento, peligro, vulnerabilidad, riesgo.

ABSTRACT

This research has been developed in the town center of Santa Rosa, specifically in the surroundings of Laguna Del Amor, which aims to evaluate the risk due to mass removal phenomena in the community of Santa Rosa, province of Chota – Cajamarca, for this purpose. During the investigation, it has been advisable to analyze the conditioning and triggering factors that can cause this landslide to exist, among them the slope of the land, the geomorphological units and geological units present in this locality have been analyzed to determine the level of danger since there are 28,144 hectares. where this event would be occurring, active rotational landslides and active landslides have been identified, which are the ones that predominate in the research area. The level of vulnerability of the residents has also been determined and the level of risk can be determined, which can be determined. observe that the residents of this area are at a very high level of risk and according to the analysis carried out for risk control shown in table 144 of assessment of consequences indicates a very high level where the consequences due to the impact of This natural phenomenon is catastrophic, and can occur in long periods of time, also in table 146 the level of consequence and damage shows a very high level since the consequences and frequency are high, therefore table 147 reveals that this event is unacceptable, therefore physical control measures must be immediately applied, which is why control measures have been proposed to mitigate this risk and have the population prepared to react to such an eventuality.

Keywords: landslide, danger, vulnerability, risk.

CAPITULO I.

INTRODUCCIÓN

El efecto de remoción en masas es uno de los fenómenos naturales que ha causado muchas destrucciones a lo largo de la historia siendo los más frecuentes los deslizamientos de tierras, los cuales se ocasionan por varios factores en los cuales está la geomorfología del lugar, tipo de suelo presente y la gran cantidad de lluvia que se genera en tiempo de invierno, estos son conocidos como factores desencadenantes los cuales ocasiona el proceso de remoción en masas que puede causar gran destrucción dependiendo del lugar donde ocurre, es por eso que se debe de estudiar cómo se producen estos fenómenos para poder monitorearlos y encontrar posibles soluciones para mitigar, y así evitar riesgos hacia las personas de su alrededor.

La comunidad de Santa Rosa es un lugar en donde presenta un relieve con pendientes moderada en la cual está presente la laguna que lleva por nombre “Laguna del amor“ el cual se debe a la peculiar forma de corazón que posee. En esta comunidad está ocurriendo un proceso de remoción en masas que está afectando a la población existente, el cual pone en riesgo a la salud de estas personas, es por ello que es necesario realizar un estudio del peligro existente por este proceso ya que sus efectos sería graves no solo para ellos sino también para las personas que viven en sus alrededores

Debido al peligro existente para los moradores ha conllevado a formular la siguiente pregunta: ¿Por qué es importante realizar una evaluación de riesgo por fenómeno de remoción en masas en la comunidad de Santa Rosa en la provincia de Chota – Cajamarca? La hipótesis considera que los procesos de remoción en masas constituyen una amenaza geológica natural hacia las personas, muchos de estos procesos ocurren por la predominancia de fallas, fracturas y de factores desencadenantes, tales como geomorfología del lugar, relieve e hidrogeología. Esto conlleva a conocer la importancia de los comportamientos geológicos de nuestros suelos para de esta manera determinar cuáles son las zonas de riesgo y prever posibles deslizamientos.

La investigación será de tipo descriptivo ya que se va a puntualizar las características de la población de estudio, un método de observación y análisis, la cual busca hacer un análisis de los efectos que pueden ocurrir si sucede este proceso de remoción en masas, el cual afectaría a gran parte de la población de esta comunidad. Como delimitación espacial es comunidad de

santa rosa en la provincia de Chota departamento de Cajamarca, la cual presenta algunas limitaciones no contar con información suficiente sobre procesos ocurridos a lo largo de la historia en este lugar, no contar con instrumentos especializados para el análisis de un proceso de remoción en masas.

Esta investigación muestra como objetivo evaluar el riesgo por fenómenos de remoción en masas en la comunidad de Santa rosa, provincia de Chota – Cajamarca. Y como objetivos especificativos tenemos a realizar un estudio geológico, vamos a determinar las causas desencadenantes del fenómeno de remoción en masas, realizar un plano de zonificación de riesgos y recomendar medidas para mitigar el fenómeno de remoción en masas.

La siguiente investigación consta de V capítulos los cuales se desarrollaron siguiendo una secuencia lógica, el primer capítulo consta de la introducción en el cual se presenta el origen, planteamiento de problema, importancia y objetivos de la investigación, en el segundo capítulo se presenta al marco teórico de la investigación el cual está constituido por los antecedentes de la investigación, bases teóricas y definición de términos básicos en forma de glosario.

El en el tercer capítulo está representado por los materiales y métodos, en el cual se detalla la ubicación tanto geográfica como política también su accesibilidad y condiciones geológicas del área a investigar, también se presenta la metodología a utilizar para esta investigación y los materiales que se van a utilizar, en el cuarto capítulo se va a determinar el nivel de peligrosidad, se analiza la vulnerabilidad y se calcula el riesgo que ocasionaría este evento, como capítulo V se determinan las conclusiones y recomendaciones de la investigación para terminar con las referencias bibliográficas usadas y anexos que apoyen a la investigación.

CAPITULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.2.1 Internacionales

Arévalo & Parias (2013). En su tesis “Análisis de amenaza por fenómenos de remoción en masa en la región del boquerón ubicada entre los departamentos de Cundinamarca y Tolima mediante el uso de un sistema de información geográfica de libre distribución” El propósito de esta investigación es desarrollar una metodología integral para el análisis de diversas variables cruciales, mediante la recopilación y análisis detallado de información específica de la zona de estudio. Este proceso se apoya en el uso de herramientas avanzadas de sistemas de información geográfica (SIG). Dentro de este marco, se realiza un análisis predictivo que busca comprender el comportamiento de la zona en función de la distribución espacial de las variables que representan amenazas, particularmente en relación con fenómenos de remoción en masa. La investigación revela que la creciente utilización de sensores espaciales y aéreos de teledetección, junto con la creación de software especializado para entornos SIG, está posicionando a la geomática como un complemento indispensable de las geociencias. Este avance permite un análisis más preciso, un reconocimiento más efectivo y un control más riguroso de los fenómenos de remoción en masa en áreas extensas. Los hallazgos del estudio indican que estas tecnologías y herramientas permiten la generación de mapas de alta fiabilidad, los cuales son fundamentales para evaluar y analizar los peligros asociados con procesos de remoción en masa. La capacidad de predecir y monitorear estos fenómenos a través de la geomática no solo mejora la comprensión de los riesgos, sino que también proporciona una base sólida para la toma de decisiones en la gestión y mitigación de desastres naturales en regiones vulnerables. Esto fue evidenciado durante el desarrollo del presente estudio, donde se comprobó la efectividad de estas herramientas y metodologías en la evaluación de la fiabilidad de los mapas utilizados para el análisis de los peligros existentes.

Espitia & Herrera (2018). En su tesis “Análisis de amenaza por procesos de remoción en masa bajo agentes climatológicos en el municipio de Villavicencio, Meta, zona de estudio La Nohora” Este estudio nos permite estimar la probabilidad de deslizamientos provocados por precipitaciones durante un periodo determinado. Para lograrlo, se realiza un análisis exhaustivo de los componentes del suelo en la zona de estudio. Además, se consideran los eventos extremos, como lluvias intensas, que pueden desencadenar fenómenos de remoción de masas. De esta manera, se pueden identificar las condiciones específicas que aumentan el riesgo de deslizamientos y desarrollar estrategias de mitigación más efectivas. Llegan a la conclusión que Las precipitaciones intensas son un detonante en los procesos de remoción en masa causado por la distribución de las precipitaciones en el año, las diferencia espacio temporales de las mismas y la fragilidad de la geomorfología del suelo.

Rubio (2015) en su tesis “Evaluación del riesgo por remoción en masa en el sector sur occidente de la comuna 18 de Santiago de Cali” concluye que Identificar los escenarios que puedan ser afectados ante la ocurrencia de un evento desastroso se convierte en una herramienta de gran importancia para los entes gubernamentales como Planeación Municipal, ya que de esta forma le será más práctico formular y aplicar medidas que estén encaminadas a la reubicación de poblaciones asentadas en sectores de alto riesgo o a implementar medidas de mitigación estructurales o coyunturales.

Espitia & Herrera (2018) en la tesis “Análisis de amenaza por procesos de remoción en masa bajo agentes climatológicos en el municipio de Villavicencio, Meta, zona de estudio La Nohora” Esta investigación se centra en realizar un diagnóstico exhaustivo de la condición actual de la zona de estudio, abordando tanto los aspectos geomorfológicos como climatológicos. El objetivo es comprender mejor las características físicas del área y su comportamiento bajo condiciones climáticas extremas. Para ello, se lleva a cabo un análisis detallado de la geomorfología, que incluye la estructura y composición del suelo, así como de los patrones climáticos predominantes, especialmente en lo que respecta a la distribución y variabilidad de las precipitaciones a lo largo del año. Además del análisis diagnóstico, la investigación también se enfoca en la simulación de las condiciones de la ladera y su respuesta a eventos de precipitación extrema. Este aspecto del estudio es crucial para prever y mitigar posibles riesgos asociados con los procesos de remoción en masa, que pueden tener graves consecuencias para la estabilidad del terreno y la seguridad de las áreas circundantes. La simulación permite evaluar cómo reaccionaría la ladera ante diferentes escenarios de lluvia intensa, identificando los factores que podrían desencadenar movimientos de masa.

Los resultados de esta investigación concluyen que las precipitaciones intensas son un factor desencadenante crítico en los procesos de remoción en masa. Esta relación se debe a varios factores, como la distribución anual de las precipitaciones, las diferencias espacio-temporales de las mismas y la fragilidad inherente de la geomorfología del suelo en la zona de estudio. La investigación detalla que, ante un evento de precipitación extrema, el tipo de movimiento de masa más probable es el rotacional. Este tipo de movimiento se caracteriza por el desplazamiento del suelo a lo largo de planos de falla circulares, lo que genera movimientos de tipo flujo y puede causar fallas significativas en superficies cóncavas de la ladera.

2.2.2 Nacionales

Sosa (2016) en su tesis “Análisis de susceptibilidad a los peligros geológicos por movimientos en masa poblados de Pampamarca y Acobamba, Región Huánuco” Esta investigación se centra en realizar un análisis detallado para identificar las áreas vulnerables a movimientos en masa en los poblados de Pampamarca y Acobamba. Para lograr esto, se emplea la tecnología de Sistemas de Información Geográfica (SIG), que permite integrar datos geospaciales y realizar un estudio exhaustivo de las características del terreno, la vegetación, la hidrología y otros factores relevantes. Uno de los objetivos principales es proponer medidas efectivas de control y mitigación frente a los efectos adversos de estos movimientos en masa una vez identificados. Entre las medidas sugeridas, se destaca la estrategia de reforestación utilizando especies vegetales nativas en toda el área afectada. Esta acción no solo estabiliza el suelo mediante el fortalecimiento de las raíces, sino que también contribuye a la gestión sostenible de los recursos naturales locales. Además, se recomienda llevar a cabo estudios geofísicos detallados para evaluar el espesor y la distribución de las masas inestables, así como para investigar la posible presencia de agua subterránea. Este conocimiento es crucial para diseñar sistemas de drenaje subterráneo efectivos que puedan mitigar el exceso de humedad y reducir la probabilidad de deslizamientos y colapsos. Otra medida propuesta es la construcción de canales de coronación en áreas estratégicas. Estos canales están diseñados para interceptar y desviar el agua superficial proveniente de las partes altas, evitando así la infiltración y acumulación de agua que podría debilitar las laderas y desencadenar movimientos en masa.

Carrillo (2015) en su tesis “Evaluación de zonas susceptibles a movimientos en masa del tipo deslizamiento en el centro poblado de Carampa, distrito de pazos, provincia de Tayacaja, región Huancavelica, aplicando el protocolo de CENEPRED” en esta investigación menciona que las lluvias tienen un impacto significativo en la estabilidad de los suelos, principalmente a través de dos procesos principales. Primero, las precipitaciones generan escorrentías superficiales que pueden infiltrarse en el suelo. Esta infiltración incrementa la humedad del suelo y, eventualmente, puede saturarlo, lo cual reduce la cohesión entre las partículas del suelo y disminuye su resistencia. Este proceso es crucial en áreas con pendientes pronunciadas o suelos susceptibles a la erosión. Segundo, las lluvias intensas pueden aumentar la tensión superficial entre las partículas del suelo debido al incremento en la presión por el agua. Esto puede ser especialmente crítico en suelos arcillosos o limosos que tienen una capacidad limitada para absorber el agua, lo que lleva a la reducción de la cohesión y la capacidad de soporte del suelo. Además de las lluvias, los movimientos sísmicos son otro factor importante que puede desencadenar eventos geodinámicos como deslizamientos de tierra. La actividad tectónica intensa en algunas regiones puede inducir movimientos bruscos y deformaciones en las capas superficiales del suelo, especialmente en áreas geológicamente activas, las actividades antrópicas también juegan un papel significativo. Sistemas de riego no adecuados pueden alterar el equilibrio natural del suelo, incrementando su vulnerabilidad a los deslizamientos y otros eventos geodinámicos.

CENEPRED (2014) En el “Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales” El propósito central de esta investigación es proporcionar una orientación detallada sobre los procedimientos para la evaluación de riesgos. Esto tiene como objetivo establecer medidas eficaces de prevención y reducción del riesgo de desastres, además de facilitar una toma de decisiones informada y adecuada por parte de las autoridades competentes en la gestión del riesgo. La investigación se enfoca en brindar pautas esenciales para la evaluación de riesgos y peligros derivados de fenómenos. Esto incluye la estandarización de criterios técnicos que deben ser utilizados en la identificación y caracterización de dichos peligros. Se abordan los distintos niveles de peligrosidad, ofreciendo un marco uniforme para su evaluación. Además, la investigación destaca la importancia de la elaboración de mapas de nivel de peligrosidad, los cuales son herramientas cruciales para visualizar y entender mejor las áreas de riesgo. Estos mapas facilitan la planificación y ejecución de estrategias de mitigación y respuesta ante desastres, contribuyendo a una gestión del riesgo más eficaz y eficiente.

2.2.3 Locales

Ordoñez (2019) en su estudio “Movimientos en masas por lluvias intensas” tiene como objetivo principal evaluar los impactos generados por distintos tipos de movimientos en masas, caracterizándolos y analizando su relación con la precipitación ocasionada por lluvias intensas en Perú. Este análisis incluye una caracterización tanto espacial como temporal de los impactos asociados con estos movimientos en masa, brindando un panorama detallado de cómo las precipitaciones afectan el terreno en diferentes regiones y momentos. El (SENAMHI) juega un papel crucial en este estudio al proporcionar información sobre los patrones de comportamiento de los deslizamientos causados por lluvias. Mediante la recopilación y análisis de datos, SENAMHI busca identificar las áreas más vulnerables a estos fenómenos y entender cómo las intensas lluvias contribuyen a la ocurrencia de deslizamientos y otros movimientos en masa. La investigación no solo se centra en la identificación de los tipos de movimientos en masa, sino también en la evaluación de su impacto en comunidades y ecosistemas. Al comprender mejor la relación entre las precipitaciones intensas y los movimientos de masas, se pueden desarrollar estrategias más efectivas para la prevención y mitigación de desastres, contribuyendo así a la seguridad y resiliencia de las poblaciones afectadas.

CENEPRED (2022) En su investigación “orientaciones para la implementación de la gestión prospectiva y correctiva del riesgo de desastres en los gobiernos regionales y locales” proporcionan directrices detalladas sobre cómo los gobiernos locales deben prepararse y actuar frente a desastres provocados por fenómenos naturales. Estas orientaciones están diseñadas para guiar a las autoridades locales en la planificación, prevención y respuesta ante situaciones de emergencia, asegurando una gestión efectiva y oportuna del riesgo. Además, se enfoca en fortalecer la capacidad de reacción de los gobiernos locales en las áreas afectadas, minimizando el impacto de los desastres y facilitando una recuperación más rápida y eficiente.

Leon & Zavaleta (2022) en su informe técnico “Evaluación del deslizamiento rotacional en el sector las lagunas” El objetivo principal del estudio es identificar, clasificar y caracterizar los peligros geológicos relacionados con movimientos en masa en el sector Lagunas. Estos movimientos representan una amenaza significativa para la integridad física de las viviendas, la vida de las personas, sus medios de subsistencia, así como para infraestructuras clave en la región. Además, se pretende determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia de estos movimientos en masa, y proporcionar recomendaciones generales para la reducción o mitigación de los daños que puedan causar los peligros geológicos identificados. En la evaluación realizada, se concluye que los factores condicionantes para la

ocurrencia de deslizamientos en el sector lagunas incluyen, Litología, Pendiente, Actividad antrópica. El principal factor desencadenante identificado es: Lluvias prolongadas lo cuales son las precipitaciones intensas y continuas sobresaturan el suelo no consolidado, provocando la pérdida de cohesión y, en consecuencia se produce el deslizamientos. El deslizamiento ocurre en una vertiente coluvio-deluvial, caracterizada por un escarpe de 153 metros de longitud y un salto vertical de 12 metros, afectando un área de 16 hectáreas. Este tipo de terreno está compuesto por depósitos de coluvio y deluvio, que son materiales sueltos y no consolidados, lo que los hace especialmente susceptibles a los movimientos en masa. Dada la magnitud y las características del evento, los daños ocasionados y las condiciones de inestabilidad del terreno en el sector Lagunas, se determina que el área presenta un PELIGRO MUY ALTO de deslizamientos. Este nivel de peligro requiere medidas urgentes y efectivas para la gestión de riesgos, incluyendo la planificación y ejecución de acciones de mitigación para proteger a la población y las infraestructuras vulnerables. Las recomendaciones generales para la reducción o mitigación de estos peligros geológicos incluyen: Monitoreo continuo, Control de la actividad antrópica, obras de ingeniería, Educación y concienciación e implementación planes de emergencia.

2.2 BASES TEÓRICAS

Los procesos de remoción en masa en el territorio peruano son muy comunes y traen consigo riesgos para la población que vive en estas zonas, los cuales son vulnerables ya que no cuentan con las condiciones físicas y sociales para soportar estos efectos causados por los desastres naturales. Dependiendo a su intensidad estos pueden provocar daños graves a la infraestructura y también pueden existir pérdidas humanas.

2.2.1 Remoción En Masa

Es el proceso por el cual un material rocoso o suelo que conforman una ladera se moviliza con ayuda de la gravedad y otros agentes. (Varnes, 1978; Cruden y Varnes, 1996)

2.2.1.1 clasificaciones de remoción en masa

Los procesos de remoción en masas han sido clasificadas por autores como Cruden & Varnes (1996), según el tipo de movimiento y el material que está involucrado (Varnes, 1978), la composición de estos movimientos pueden ser roca o suelos, los cuales pueden generar los distintos tipos de eventos los cuales pueden ser: desprendimientos (o caídas), toppling (o volcamientos), deslizamientos, extensiones laterales y flujos, de estas clasificaciones pueden

existir de manera combinada los cuales dan mayor complejidad tanto al comportamiento del fenómeno como a la clasificación que pretenda brindarle.

Tabla 1: Clasificación de remociones en masa

Tipo de movimiento	Tipo de material	
		Roca
Caída		
Topping		
Deslizamiento	Rotacional	
	Traslacional	
Extensiones laterales		
Flujos		
Complejos		
	Grano grueso (detritos, < 80% Partículas < 2mm.)	Grano fino (barro > 80% Partículas < 2mm.)

Fuente: Varnes 1978 modificado por Lara & Sepúlveda 2008.

Los movimientos generados presentan diversas tasas de movimientos, que van desde extremadamente rápidos (5 m/s). A extremadamente lentos (16 mm/año). De manera de unificar estos, Cruden & Varnes (1996) asocian valores de tasa de movimiento con términos cualitativos de rapidez.

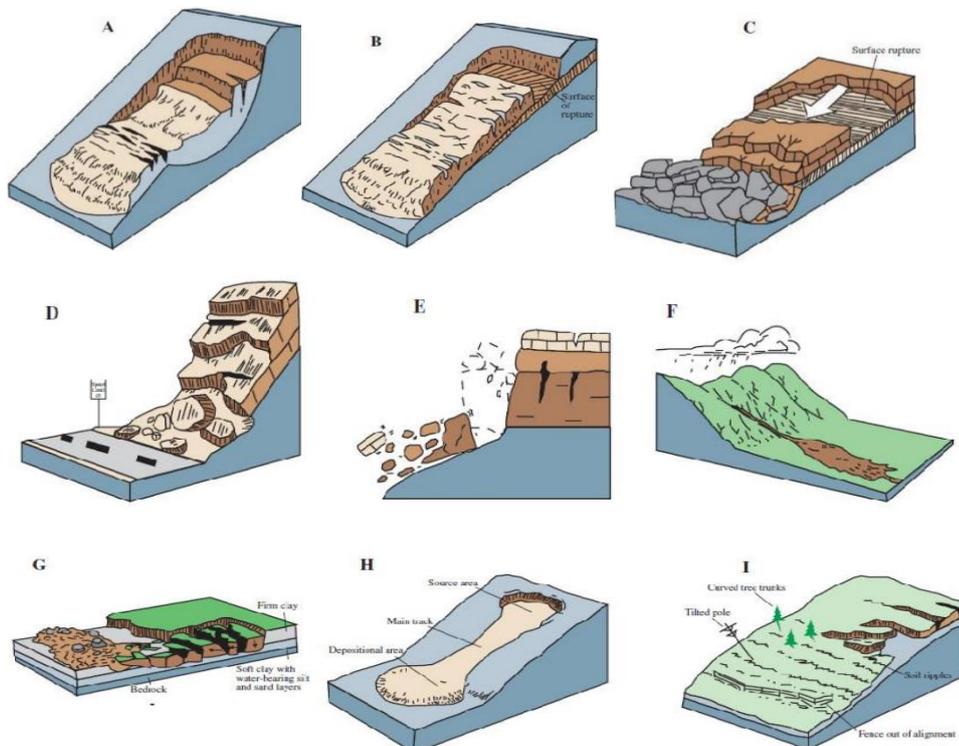


Imagen N° 1: tipos de remociones en masa (Varnes, 1978)

(A) Deslizamiento rotacional. (B) Deslizamiento Traslacional. (C) Deslizamiento en bloque. (D) Caída de rocas. (E) Volcamiento. (F) Flujo de detritos. (G) Extensión laterales. (H) Flujo de tierra. (I) Reptación.

Tabla 2: Escala de velocidad de remociones en masa ():

Clase según velocidad	Descripción	Velocidad (m/s)	Velocidad típica
7	Extremadamente rápido	5	5 m/s
6	Muy rápido	0.5	m/min
5	Rápido	5×10^{-4}	1.8 m/hr
4	Moderado	5×10^{-6}	13 m/mes
3	Lento	5×10^{-8}	1.6 m/año
2	Muy lento	5×10^{-10}	16 mm/año
1	Extremadamente lento	$< 5 \times 10^{-10}$	< 16 mm/año

Fuente: Cruden & Varnes, 1996

Tenemos otra clasificación según Keefer (1984) clasifica los tipos de remociones en masa generadas por terremotos como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3: Clasificación de remociones en masa basada en generación por sismos

Tipo de remoción	Velocidad	Profundidad
Caída de roca	Extremadamente rápido (>3 m/s)	Superficiales (<3 m)
Deslizamiento de roca	Rápido a extremadamente rápido (1,5 m/día - >3 m/s)	Superficiales (<3 m)
Avalancha de roca	Extremadamente rápido (>3 m/s)	Profundos (>3 m)
Caída de suelo	Extremadamente rápido (>3 m/s)	Superficiales (<3 m)
Suelo perturbado	Moderado a rápido (1,5 m/mes – 0,3 m/min)	Superficiales (<3 m)
Avalancha de suelo	Muy rápido a extremadamente rápido (0,3 m/min - >3 m/s)	Superficiales (<3 m)
Subsidencia de roca	Lento a rápido (1,5 m/año – 0,3 m/min)	Profundos (>3 m)
Deslizamiento de roca en bloque	Lento a rápido (1,5 m/año – 0,3 m/min)	Profundos (>3 m)
Subsidencia de suelo	Lento a rápido (1,5 m/año – 0,3 m/min)	Profundos (>3 m)
Deslizamiento de suelo en bloque	Lento a rápido (1,5 m/año – 0,3 m/min)	Profundos (>3 m)

Fuente: Keefer 1984

2.2.1.2 Factores condicionantes

Se conoce como factores condicionantes a aquellos elementos que determinan la estabilidad de una ladera debido a las propiedades naturales por las que están definidas. Hauser (1993) establece una relación entre los factores más relevantes con cada tipo de remoción. Los factores condicionantes son aquellos que generan una situación de potencial inestabilidad. Los principales factores que influyen en un proceso de remoción en masas son la geomorfología, geología, geotecnia y vegetación los cuales actúan controlando la susceptibilidad de una zona a generar fenómenos de remoción en masas, lo cual se puede interpretar como una zona potencial que puede ser afectada por un proceso de remoción en masas.

Los procesos de remoción en masas tienen un origen y comportamiento distinto, por lo cual pueden influir distintos factores condicionantes para que estos procesos sucedan, a continuación vamos a analizar cada uno de los factores en los cuales pueden generar un proceso de remoción en masas, estos estudios nos permiten identificar zonas en específico en las cuales pueden ocurrir este proceso.

Tabla 4: Factores condicionantes relevantes para cada tipo de remoción en masa

FACTORES CONDICIONANTES	TIPO DE REMOCIÓN EN MASA				
	Caídas	Deslizamientos	Toppling	Flujos	Extensiones laterales
Geología y Geotecnia	X	X	X	X	X
Geomorfología	X	X	X	X	X
Hidrología e Hidrogeología	X	X	X	X	X
Vegetación y Clima		X		X	X
Actividad Antrópica	X	X	X	X	

Fuente: Lara & Sepúlveda 2008.

a) Geología y Geotecnia

La geología y geotecnia es uno de los factores que influyen en mayor grado para que ocurran estos diversos eventos, ya que se considera al tipo de depósito y material el cual están constituidos, la plasticidad, densidad, permeabilidad, humedad, litología, estructura y meteorización son algunos agentes los cuales están considerados en este factor. También las características geológicas y la calidad de las rocas influyen en los diversos eventos de remoción en masas que existen.

Los depósitos presentes en una determinada área de estudio condicionan ciertas características en el comportamiento de los materiales para que puedan ocurrir los eventos de remoción en masas, Material superficial, generalmente se encuentra con poca a nula consolidación. Esto conlleva a una mayor susceptibilidad de ser movidos o removidos en un evento, debido a que son materiales permeables (Lara, 2008).

El tipo de depósito condiciona ciertas características en su comportamiento; por ejemplo, los depósitos volcanoclásticos, glaciales, escombros de falda, aluviales, coluviales, y de antiguos flujos de detritos son susceptibles a ser movilizados y/o removilizados, ya que son materiales permeables, donde el agua se infiltra fácilmente, superando su capacidad de infiltración y produciendo la saturación rápida y facilitando el escurrimiento rápido del agua en este material saturado (Hauser, 1997). En general, esto aplica a materiales sueltos, donde se incluyen también depósitos de deslizamientos antiguos y/o desprendimientos y laderas que presenten reptación lenta o solifluxión (Hauser, 1993). Por otro lado, en materiales menos permeables, como aquéllos de grano fino, densos, arcillosos y rocosos con escasas fracturas, el escurrimiento de agua superficial es relativamente más rápido debido a su poca capacidad de infiltración y a la menor rugosidad de sus estructuras (Jacoby, 2001).

Los parámetros de densidad es muy relevante para determinar la resistencia al cizalle del material, donde el suelo más denso presentara resistencias máximas a la resistencia de los suelos sueltos (Lambe & Whitman, 1972)

La permeabilidad influye directamente en la distribución del flujo de las aguas subterráneas y superficiales y por ende en la condición de saturación del suelo, donde una saturación del 100% representa la condición más desfavorable para la generación de deslizamientos y flujos (Lara, 2007)

La caracterización estructural en rocas es relevante puesto que se encuentra directamente relacionado con la generación de material detrítico o bloques que conforman zonas potencialmente inestables para ser removilizados. Es así como todas las remociones que afectaron la zona del Río Teno, en el centro-sur de Chile, en el año 2004, fueron vinculadas a la mala calidad geotécnica de la roca (Naranjo & Welkner, 2004).

b) Geomorfología

La geomorfología es uno de los factores que condicionan los eventos de remoción en masa, en los cuales influyen los rasgos tales como la topografía, pendientes de las laderas, estas son las principales características que inciden en la velocidad, energía y volumen de los eventos, por lo cual, cualquiera modificación de ellos pueden transformar una pendiente estable en inestable (popescu, 2002).

Cuando existen ángulos altos de pendientes en las laderas, suele ser el primer factor geomorfológico a considerar donde puede existir un proceso de remoción en masa siendo principalmente la generación de flujos, derrumbes y deslizamientos.

La geomorfología refleja las condiciones morfológicas de la superficie terrestre los cuales son reflejados en un modelo de elevaciones y mapa de pendientes para un posterior análisis.

c) Hidrología e Hidrogeología

La hidrología influye principalmente con la red de drenajes, el cual influye en el nivel freático, coeficiente de escorrentía y en el coeficiente de infiltración los cuales son considerados como factores hidrológicos e hidrogeológicos el cual condiciona la generación de movimientos en masa los cuales están relacionados con la incorporación de agua en el suelo y en el macizo rocoso el cual presentara variaciones en la cohesión dependiendo de la granulometría. También influye directamente en la pérdida de la resistencia del material disminuyendo su pensión efectiva producto de la generación de poros (Lambe & Whitman, 1972). En presencia de material rocoso el agua puede influir en la pérdida de la resistencia al infiltrarse en su estructura, ejerciendo tensiones que se oponen a las tensiones del material estable.

Cuando existe flujos, en su gran mayoría esto sucede porque existe saturación del material, esto provoca un aumento en la presión de los poros el cual disminuye la resistencia efectiva, la identificación de estas zonas ya sean húmedas o saturadas es muy importante ya que se puede identificar áreas críticas en el cual podría generarse movimientos en masa. También es importante conocer la posición del nivel freático ya que si se encuentra a poca profundidad al

incorporase agua de lluvia, este puede ascender rápidamente hasta saturar al material generando en el suelo un comportamiento del tipo flujo viscoso en el cual es más propenso para que exista una remoción en masa (Pathak & Nilsen, 2004)

d) Vegetación

Este factor es considerado como factor condicionante ya que su escasa presencia influye en la erosión de las pendientes. La vegetación contribuirá a disminuir los efectos erosivos sobre las laderas permitiendo la absorción de agua disminuyendo el grado de saturación del suelo, además sus raíces ayudan a estabilizar las laderas actuando como anclajes de reforzamiento, se debe considerar que esta estabilización solo es superficial (Selby, 1993).

Se establece que la vegetación ideal para la estabilización de laderas correspondería a bosques con suelos cubiertos de pasto o hierba, exponiendo los principales efectos de la vegetación sobre la estabilidad del suelo, los cuales incluyen: que la vegetación interceptaría el agua caída, disminuiría la capacidad de erosión provocada por el agua en las laderas y aumentaría la resistencia del suelo y su porosidad. Además, aumentaría la evapotranspiración del agua disminuyendo el grado de saturación del suelo y produciría compactación del suelo más profundo (Greenwood & Norris, 2006).

En tanto, el escaso desarrollo de vegetación pareciera contribuir a restar estabilidad a las laderas, además de demostrar una alta sensibilidad a la erosión hídrica (Jacoby, 2001), puesto que en general las raíces tenderían a actuar como agentes estabilizadores.

e) Clima

Es muy importante conocer el clima local ya que permite reconocer relativamente la humedad del suelo, también las precipitaciones es un factor muy importante el cual genera erosión y puede producir movimientos en masa.

Las precipitaciones son consideradas como un factor desencadenante ya que condiciona la estabilidad del macizo rocoso al disminuir la resistencia de la estructura cuando se incorpora agua entre las fracturas de material presente. Disminuye el coeficiente de fricción.

f) Actividad antrópica

Las laderas se encuentran en un estado de equilibrio hasta el momento en el que actividades antrópicas intervienen negativamente en cual provocan un desequilibrio en actividades tales como excavaciones, rellenos, construcciones de estructuras, urbanización, cambios de suelos el cual puede provocar un evento de remoción en masas, esta intervención también puede tener efectos positivos tales como la mitigación de estos problemas con obras de estabilidad de taludes, construcción de gaviones el cual reducen la susceptibilidad de estos peligros geológicos (Muños, 2013).

2.2.1.2 Agentes desencadenantes

Los agentes desencadenantes son los factores externos que genera una respuesta traducida en una remoción en masa mediante el rápido incremento de esfuerzos o la reducción de la resistencia del material de una ladera (Wieczorek, 1996). Estos factores se caracterizan por la existencia de un poco lapso de tiempo entre causa y efecto. Los principales agentes desencadenantes se pueden considerar a las precipitaciones de gran intensidad y a los sismos.

a) precipitaciones

Las precipitaciones como factor desencadenante se encuentra relacionada con la intensidad, duración y distribución. Por esta característica tenemos dos escenarios a tener en cuenta, cuando las precipitaciones es de poca intensidad pero en tiempos prolongados y cuando las precipitaciones son de gran intensidad pero en cortos periodos de tiempo. Ambos escenarios pueden provocar un evento de remoción en masas.

Tabla 5: Efectos de la saturación por precipitaciones (Prieto, 1985)

EFFECTOS ASOCIADOS	CONSECUENCIAS	INESTABILIDADES PRODUCIDAS
Lluvias intensas (Infiltración)	Elevación del nivel freático	Deslizamiento del suelo sobre roca Deslizamiento circular por empuje
	Carga de fisuras	Deslizamiento de taludes en suelo o roca blanda Vuelco de masas rocosas
	Saturación	Movilización de taludes en equilibrio estricto, reptaciones Hundimiento, desplazamiento en bloques
	Disminución de resistencia en zonas críticas	Deslizamiento por falta de resistencia
Inundación base del talud	Efecto desembalse	Deslizamiento por fricción de pie
	Arrastre superficial	Flujos sólidos en torrentes
Erosión de ladera	Acumulación en pie de conos de deyección	Deflación de cono
	Erosión interna	Hundimientos generalizados
Socavación	Eliminación de zonas resistentes	Deslizamiento progresivos desde el pie Vuelco de cornisas
	Creación de cavernas y túneles	Hundimiento en la cima Retroceso de cantiles

Fuente: Prieto, 1985

Hauser (1985) establece que las lluvias generadas en periodos estivales en la zona pre andina, con un umbral de 60 mm/día, son de crucial importancia para la generación de eventos de

remoción en masa, ya que esto se asocia con las características mecánicas tanto de los suelos superficiales como de las rocas que experimentan resecamiento por ausencia de lluvias, generándose un microfracturamiento superficial propicio para la generación de flujos ante la presencia de lluvias repentinas e intensas.

b) Sismos

Los sismos es otro de los factores desencadenantes de remociones en masa ya que estos generan un cambio temporal en los esfuerzos al que está sometida la pendiente, el cual genera inestabilidad la cual puede producir un movimiento en masa.

Tabla 6: Tipos de remociones en masa generadas por sismos

Magnitudes mínimas aprox. Según Keefer (1984)	Magnitudes mínimas aprox. Según Rodriguez et al. (1999)	Tipo de remoción en masa
4,0	5,5	Caídas de rocas, deslizamientos de roca, caídas de suelo, deslizamientos de suelo
4,5	5,5	Subsidencias de suelo, deslizamiento de suelo en bloques
5,0	6,5	Subsidencias de roca, deslizamientos de roca en bloque, flujos lentos de tierra, extensiones laterales de suelo, flujos rápidos de suelo.
6,0	6,5	Avalanchas de roca
6,5	6,0	Avalanchas de suelo

Fuente: Lara & Sepúlveda 2008

2.2.2 Enfoque para la evaluación de peligro y riesgo geológico

En el transcurso de los años se han desarrollado una serie de metodologías para la evaluación de los procesos de remociones en masa utilizando diferentes herramientas, estas herramientas están aplicadas para evaluaciones en zonas limitadas de estudio de acuerdo a características geológicas, geomorfológicas, climáticas, geotécnicas, etc. Las cuales brindan información sobre los peligros o riesgo geológicos a los cuales están presentes los pobladores en una determinada área.

Aleotti & Chowdhury (1999) dan a conocer escenarios cuantitativos y cualitativo en el cual se puede evaluar los peligros geológicos. El cual principalmente inicia con una evaluación visual

para la elaboración de mapas de parámetros para determinación cualitativa de la susceptibilidad y peligro geológico. Para el estudio cuantitativo se tiene que realizar un análisis estadístico, análisis geológico- geotécnico determinístico para evoluciones de riesgos geológicos.

En este apartado se va a presentar revisión bibliográfica para la evaluación del peligro o riesgos geológicos presentes en el área de investigación.

2.2.2.1 importancia social del riesgo Geológico – Geotécnico

El problema sobre catástrofes naturales es un tema de emergencia en la actualidad, es por ello que se debe de tener en cuenta al realizar construcciones civiles para no tener fallos en las infraestructuras. Se puede considerar lo siguiente:

a) Riesgo Geotécnico

Tomando por referencia al centro nacional de estimación, prevención y reducción del riesgo de desastres (CENEPRED, 2014) se entiende por riesgo geotécnico “todo proceso, situación o suceso en el medio geológico, natural, inducida o mixta, que puede generar un daño económico o social para alguna comunidad, y en cuya predicción, prevención o corrección han de emplearse criterios geotécnicos”.

Para Diaz et. al. (2005), el riesgo geotécnico de deslizamiento viene dado por la probabilidad de que un desastre suceda como consecuencia de la combinación de de peligro del deslizamiento con las condiciones vulnerables. Este puede ser estimado por el probable número y características de pérdidas humanas, heridos, propiedades dañadas, interrupciones de actividades económicas, que puede generarse luego de producirse el fenómeno de remoción en masas. Los procesos de remociones en masas van construyéndose con el desarrollo de las condiciones de riesgo es por ello que se debe de tener en cuenta para su análisis.

Uno de los aspectos clave que debemos tener en cuenta para la reducción de riesgos es información sobre los sucesos que están pasando en esta localidad, en casi todos los desastres la mayoría de las víctimas podrían haberse salvado con un comportamiento adecuado ya que con ellos las personas están preparadas ante cualquier eventualidad.

El Riesgo Geotécnico de Deslizamiento se define como el producto del Peligro por la Vulnerabilidad:

$$\text{Riesgo Geotécnico de Deslizamiento} = \text{Peligro} * \text{Vulnerabilidad}$$

b) Peligro de deslizamiento

Díaz et. al. (2005) define al peligro como la probabilidad de que ocurra un fenómeno natural o inducido por acción antrópica que puede ocasionar graves daños económicos o lesiones hacia las personas. Para el Instituto Geológico y Minero de España (1987), da el siguiente concepto: “Es una condición geotécnica, proceso o suceso potencial, que supone una amenaza para la salud, seguridad o bienestar de un grupo de ciudadanos o para las funciones o economía de una comunidad o entidad gubernamental mayor”.

Crozier y Glade (2004), el Peligro Geotécnico de Deslizamiento podría evaluarse tanto de manera cualitativa (mediante las características propias del deslizamiento), como cuantitativa (estado mortal, indicado por la probabilidad de ocurrencia) . Para un enfoque cuantitativo a escala local los ingenieros suelen usar, para resultados confiables, el método del Factor de Seguridad (FS). Se relaciona la probabilidad de ocurrencia del deslizamiento (Peligro de Geotécnico de Deslizamiento) con el Factor de Seguridad con respecto a la resistencia obtenido mediante las diferentes formas existentes (Fellenius, Bishop, Spencer, Morgenstern – Price, etc.).

2.2.2.2 métodos de evaluación de riesgos geológicos

Para definir y estratificar los niveles de peligro de un evento natural que se existe en un determinado lugar de interés se puede observar con el siguiente flujograma.

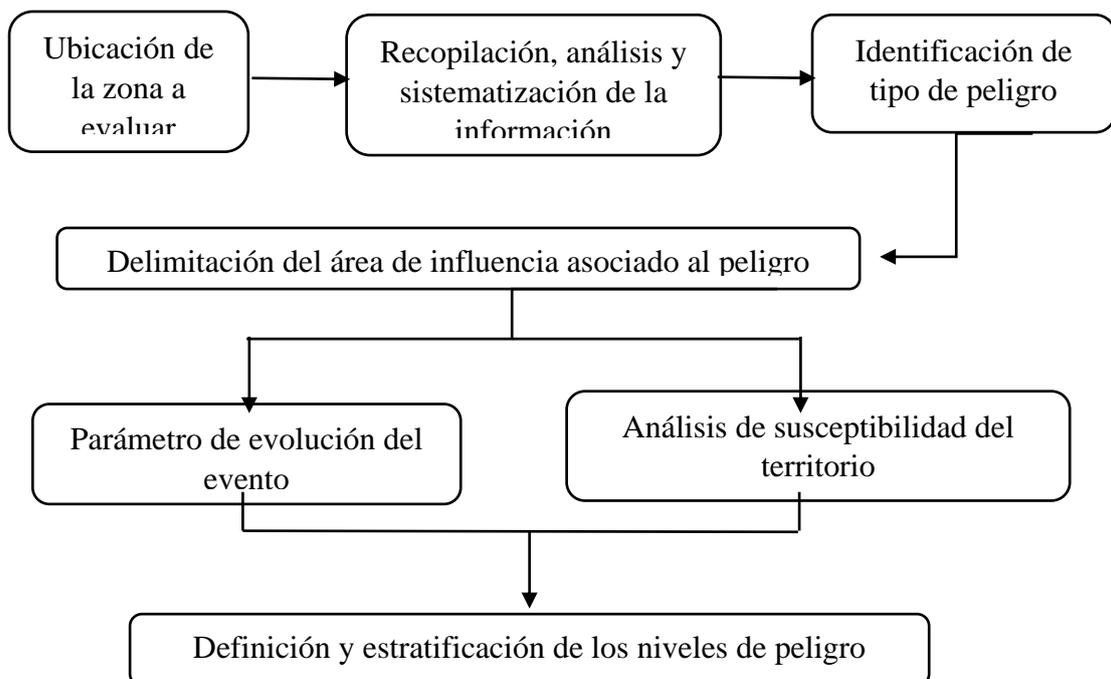


FIGURA 1: Flujograma para la definición y estratificación de los niveles del peligro.

Fuente: CENEPRED 2014

a) Ubicación de la zona en evaluación:

Como primer procedimiento para la evaluación del peligro de un evento natural es obtener datos de la jurisdicción a la que pertenece entre ellos está el Centro Poblado, Distrito, Provincia y Departamento. También se debe de tener en cuenta las vías de acceso, y otra información que facilite la ubicación de nuestra área de interés.

b) Recopilación, análisis y sistematización de la información

En este apartado se recopila información de acuerdo al evento natural el cual está ocurriendo y el peligro que este está generando, se toma en cuenta una análisis satelital y también la información existente del lugar, también es importante tener en cuenta los testimonios de los pobladores para ver si están enterados del peligro ocasionado por este evento natural que ocurre en su entorno.

c) identificación del tipo de peligro para la evaluación

En este apartado se determinara el peligro natural que se va a evaluar de acuerdo a la información adquirida. Tomando en cuenta el nivel de peligro existente se procede a realizar los planos de zonificaciones de riesgos del área de interés.

Se va a definir los posibles escenarios que ocurrirán ante tal eventualidad. Estos escenarios estarán definidos por la magnitud del factor que desencadena el peligro.

d) delimitación del área de influencia asociado al peligro

Posteriormente de haber realizado la identificación del tipo de peligro y los posibles escenarios, se procederá a delimitar el área de influencia asociado al evento natural. En este proceso se va a reconocer el área de investigación, reconocer las evidencias de los peligros ocurridos por el evento natural y servirá para delimitar nuestra área más afectada.

e) parámetros de evaluación

Los parámetros de evolución nos van a permitir definir los peligros existentes, para esto se tomara en cuenta los peligros delimitados en el punto anterior y plasmado en un los planos. También se debe de identificar los factores desencadenantes para generar la ocurrencia de este suceso.

En el manual CENEPRED 2014 recomienda utilizar 5 descriptores los cuales estarán en na análisis jerárquico de acuerdo a sus efectos hacia la infraestructura y personas. Cuando se evalúan peligros con registro de información, el parámetro a considerar será un cartografiado, identificando evidencias tales como volumen, área, del peligro natural.

f) Análisis de susceptibilidad del territorio

Este apartado está referido a la menor o mayor predisposición de que un peligro afecte u ocurra sobre un determinado ámbito geográfico. La susceptibilidad del territorio a evaluar se obtiene de acuerdo a los factores condicionantes:

$$\text{susceptibilidad} = f. \text{condicinante (1)} + f. \text{condicionante (2)} + \dots + f. \text{condicionante (n)}$$

Los factores condicionantes de cada ámbito geográfico son características específicas los cuales ayudan que el evento natural exista.

Estos resultados se estarán clasificando en 4 niveles según el siguiente cuadro

Tabla 7: niveles de susceptibilidad

Valores de rangos de la susceptibilidad	Niveles de susceptibilidad	Color indicado para susceptibilidad
n_1	Muy alta	
n_2	Alta	
n_3	Media	
n_4	Baja	

Fuente: CENEPRED 2014

Cada nivel se susceptibilidad identificadas deberán contener una descripción que estará relacionado a los factores condicionantes, el cual se mantiene el orden de prioridad de acuerdo al cuadro anteriormente mencionado.

2.2.3 Cálculo De Los Niveles De Vulnerabilidad

La Vulnerabilidad se define como “la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza”, el análisis de esta vulnerabilidad debe de estar relacionado a los factores de exposición, fragilidad y resiliencia de los elementos expuestos. Estos factores contienen información del elemento

expuesto, el cual debe ser clasificado en 4 dimensiones el cual es social, físico económico y ambiental.

Dimensión física: Esta referido a las condiciones físicas y geológicas ubicados en el ámbito geográfico los cuales pueden ser afectados por el peligro existente.

Dimensión social: esto está relacionado a las limitaciones, debilidades, comportamientos, y la forma de organización de la población ante la presencia del peligro.

Dimensión económica: se refiere a la ausencia de los recursos económicos y financieros de la población que se encuentra ubicada en el ámbito geográfico en donde esté presente el peligro.

Dimensión ambiental: relacionado de cómo la población utilizan los recursos que provee el capital natural ubicado el en ámbito geográfico de acción del peligro.

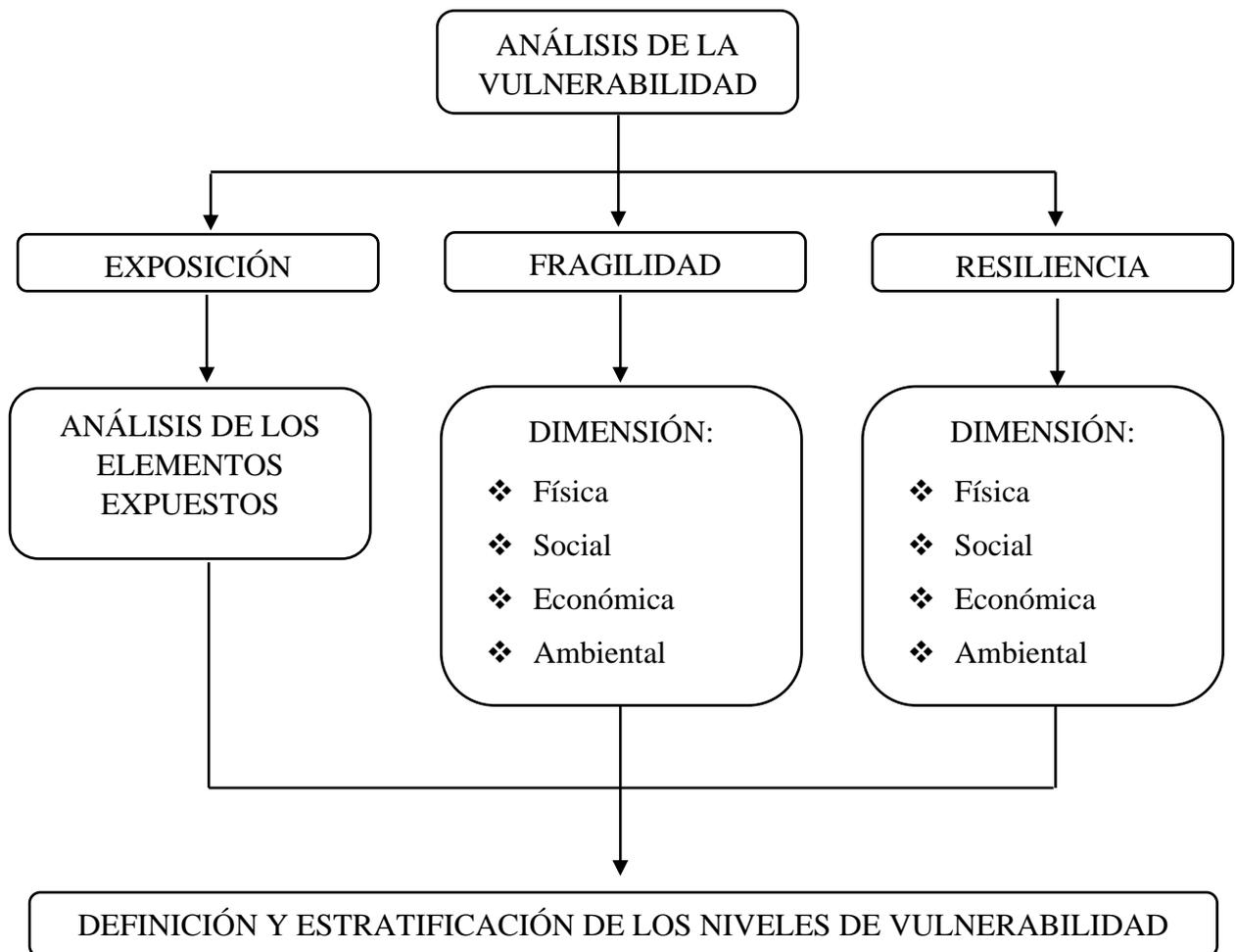


FIGURA 8: Flujograma para cálculo de vulnerabilidad asociado al peligro.

Fuente: CENEPRED. 2014

2.2.3.1 Exposición

Es la condición del elemento, estructura o persona que está expuesto al impacto del peligro.

Análisis del elemento expuesto: esto consiste en la identificación de los elementos expuestos al peligro ya sea viviendas, infraestructuras los cuales pueden sufrir daños. Estos peligros se pueden identificar intersectando el mapa de peligros con el mapa catastral en los cuales nos brindan los elementos que pueden sufrir daño.

Luego de haberse identificado los elementos expuestos se tendrá que obtener datos estadísticos para el cálculo de la vulnerabilidad. Para la obtención estadística de estos datos se va a utilizar el siguiente cuadro.

Tabla 8: cálculo de elementos expuestos para evaluación

TIPO DE ELEMENTO	CANTIDAD
Sector de trabajo	
Viviendas	
Población	
OTROS SECTORES	
Centros comerciales	
Comisarias	
Colegios	
Centros de salud	
Parcelas de cultivo	

Fuente: CENEPRED 2014

2.2.3.2 Fragilidades

Este apartado indica la condición de desventaja o debilidad del elemento expuesto al peligro. Se cumple que ha mayor fragilidad, mayor será la vulnerabilidad, se puede analizar en 4 dimensiones: física, social, económica y ambiental.

2.2.3.3 Resiliencia

La resiliencia es la capacidad del ser humano para asimilar, adaptarse y resistir al impacto del peligro, también implica en incrementar su capacidad de aprendizaje y recuperación antes estos peligros y/o desastres, se cumple que ha mayor resiliencia, menor será la vulnerabilidad. Se puede analizar en 4 dimensiones los cuales pueden ser física, social, económica y ambiental.

2.2.3.4 Definición y estratificación de los niveles de vulnerabilidad

Para obtener los niveles de vulnerabilidad se debe tener en cuenta la exposición, fragilidad y resiliencia.

$$\frac{\text{Exposición} * \text{Fragilidad}}{\text{Resiliencia}} = \text{Vulnerabilidad}$$

Tabla 9: estratificación de la vulnerabilidad (CENEPRED, 2014)

Niveles de susceptibilidad	Descripción	Color indicado para Vulnerabilidad
Muy alta	Se caracteriza por elementos que tienen una muy alta exposición al peligro.	Rojo
Alta	Se caracteriza por elementos que tienen una alta exposición al peligro.	Naranja
Media	Se caracteriza por elementos que tienen una media exposición al peligro.	Amarillo
Baja	Se caracteriza por elementos que tienen una baja exposición al peligro.	Verde

Fuente: CENEPRED 2014

2.2.4 Cálculo De Los Niveles De riesgo

Definición y estratificación de los niveles del riesgo

Para la estratificación de los niveles de riesgo se van a tener en cuenta el peligro y la vulnerabilidad de los elementos expuestos. Se representa la probabilidad de que los daños e infraestructuras evaluados sufran daños y pérdidas a consecuencia de la vulnerabilidad he impacto del peligro.

$$\text{Riesgo} = f(\text{peligro}, \text{vulnerabilidad})$$

2.2.5 cálculo de daños y perdidas

Es la cuantificación los daños y pérdidas debido a la ocurrencia de un peligro. Se manifiesta en los elementos expuestos y personas. Esto nos va a permitir tomar acciones preventivas para reducción del riesgo.

2.2.5.1 Cálculos de daños probables

Estos cálculos comprenden a la destrucción total o parcial de los elementos expuestos. También a las personas damnificadas. El nivel de daño se determina en una escala según la gravedad del daño existente.

2.2.5.2 Cálculos de las pérdidas probables.

Este cálculo se realiza de acuerdo al costo que deja al percibir la ocurrencia del peligro. Se estima los efectos en términos monetarios que podría originarse en las zonas de riesgo. Frente al i pacto del peligro.

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Acuífero. Es una formación geológica capaz de almacenar y transmitir agua subterránea a través de materiales porosos y permeables como gravas, arenas y materiales calcáreos. Estos materiales permiten que el agua se infiltre y se acumule en los espacios entre partículas y luego fluya hacia los pozos o manantiales. (González de Vallejo, 2002)

Colapso. Se refiere a una disminución rápida y significativa del volumen del suelo, que puede ser causada por varios factores, como la disminución del contenido de humedad, cambios en la estructura del suelo, pérdida de materia orgánica y cargas externas. (Redolfi, 2007)

Consolidación. Se refiere al proceso de reducción de volumen de los suelos finos cohesivos, como arcillas y limos plásticos, debido a la aplicación de cargas sobre su masa. Esta reducción gradual de volumen se produce por compresión y ocurre en el transcurso de un tiempo relativamente largo. La consolidación es un proceso natural que puede ocurrir en cualquier tipo de suelo y puede tener un impacto significativo en la estabilidad de las estructuras construidas sobre ellos. (Nij, 2009)

Estudio geotécnico. Este estudio permite obtener información sobre las características geológicas y geotécnicas del terreno donde se va a construir, lo que permite conocer sus propiedades mecánicas y determinar la capacidad de carga del suelo, así como la presencia de posibles riesgos geológicos y geotécnicos, como pueden ser deslizamientos, hundimientos, inestabilidad del terreno, entre otros. Toda esta información es fundamental para la correcta planificación y ejecución de una obra, lo que permite garantizar su seguridad y durabilidad (Lomoschitz, 2005)

Hidrogeología. Es una rama de la geología que se enfoca en el estudio del agua subterránea, incluyendo su comportamiento, distribución y calidad, así como las características geológicas y geofísicas del subsuelo que influyen en su movimiento y almacenamiento. (Dávila, 2011)

Litología. La litología es una rama de la geología que se enfoca en el estudio de las rocas y su origen, evolución y clasificación. Es cierto que el término litología se utiliza a menudo como sinónimo de petrología, La litología se centra en la descripción de las rocas y su clasificación según su composición mineralógica, textura, estructura y origen. También se dedica al estudio de las propiedades físicas y químicas de las rocas, y a la interpretación de sus características para comprender los procesos geológicos que han actuado en su formación y evolución. (Dávila, 2011)

Nivel freático. Se refiere al nivel en el cual el agua subterránea se encuentra en relación a la superficie del suelo. Es decir, es el nivel en el que se encuentra la superficie libre del agua subterránea en los acuíferos y zonas saturadas del suelo. El nivel freático puede variar dependiendo de factores como la estación del año, las lluvias, la porosidad del suelo y la extracción de agua subterránea. El conocimiento del nivel freático es importante para la gestión del agua subterránea y la planificación del uso del suelo. (Villalaz, 2004)

Remoción en masas: "La remoción en masa es el deslizamiento de un cuerpo de tierra o roca a lo largo de una superficie de falla o de debilidad. Puede ser un proceso gradual o repentino, y está impulsado principalmente por la fuerza de la gravedad, pero también puede ser influenciado por factores como la lluvia, el hielo, la nieve, la vegetación y la actividad humana". Hungr, O., et al. (2014)

Suelos. Es un material natural que se encuentra en la superficie terrestre y que está compuesto por partículas minerales, materia orgánica, agua y aire. La formación del suelo se produce a través de un proceso conocido como meteorización (Bañon, 2011)

CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1 Geográfica

La presente investigación se va a realizar en la parte noroccidental de territorio peruano. A 2.2 km de la provincia de Chota, a 140.5 km de la ciudad de Cajamarca (ver plano de ubicación) en las siguientes coordenadas:

Punto	Norte	Este	Cota
Laguna del Amor	9273739	761630	2492

3.1.2 Política

Políticamente se encuentra ubicado en:

- Departamento : Cajamarca
- Provincia : Chota
- Distrito : Chota
- Comunidad : Santa Rosa

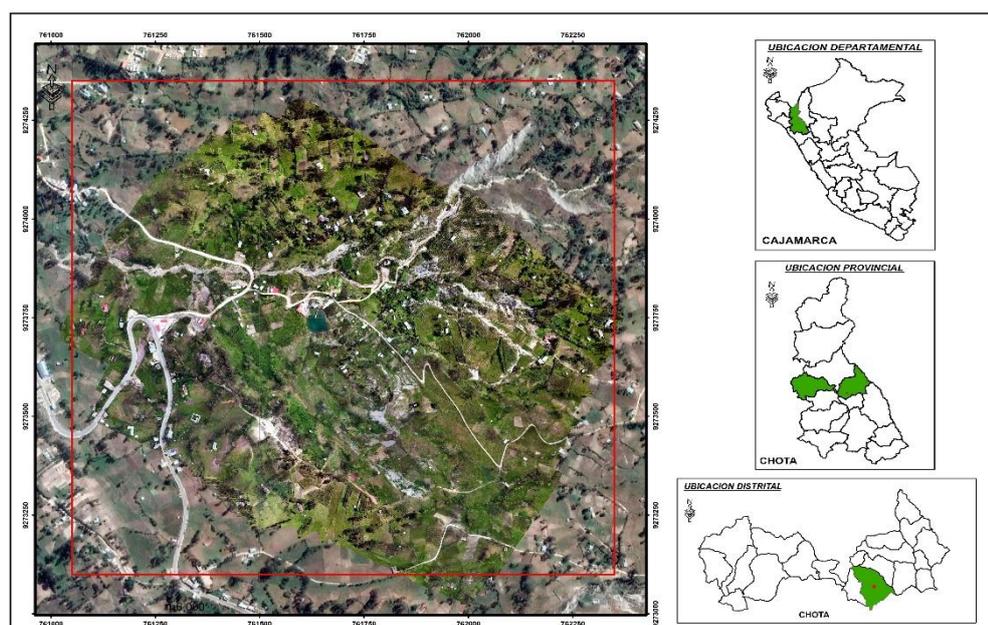


Imagen N° 2: Plano de ubicación de área de investigación

3.1.3 Accesibilidad

Para poder llegar a la comunidad de Santa Rosa desde la ciudad de Cajamarca, el lugar donde se encuentra ubicada la laguna del amor donde se va a desarrollar la siguiente investigación se procede según lo indicado en la siguiente tabla:

Tabla 10: Accesibilidad a laguna del amor desde Cajamarca

TRAMO	TIPO DE VÍA	DISTANCI A	TIEMPO
Cajamarca – Santa Rosa	Asfaltado	140 km	198 min
Santa Rosa – Laguna del Amor	Trocha	0.5 km	3 min

3.2 GEOLOGÍA

3.2.1 Geología Regional

La zona de estudio se encuentra en la región de Cajamarca, situada dentro de la cadena occidental de la Cordillera de los Andes. Esta región es geológicamente compleja y está marcada por la presencia de numerosos valles interandinos, que albergan redes hídricas intrincadas y diversas. El sistema de drenaje en esta área está dominado por las estructuras geológicas y topográficas presentes, incluyendo la Cordillera Occidental de los Andes, los relieves colinados y los valles que modelan el paisaje.

Desde un punto de vista estratigráfico, la región de Cajamarca presenta una rica y variada historia geológica. Se identifican varias formaciones pertenecientes al Cretácico Inferior, tales como la Formación Chimú, la Formación Santa, la Formación Carhuaz, la Formación Farrat, la Formación Inca, la Formación Chulec y la Formación Pariatambo. Estas formaciones ofrecen una visión detallada de los procesos geológicos y sedimentarios que ocurrieron durante el Cretácico Inferior.

En el Cretácico Superior, la región alberga formaciones como la Formación Yumagual, la Formación Quilquiñán, la Formación Mujarrún, la Formación Cajamarca, la Formación Celendín y la Formación Chota. Estas capas geológicas revelan eventos significativos y cambios en el ambiente deposicional durante esta era geológica. Además, la región incluye depósitos del periodo Paleógeno-Neógeno, representados por los eventos volcánicos de Huambos y Porculla. Estos depósitos volcánicos indican una actividad magmática significativa

que tuvo lugar durante el Paleógeno y el Neógeno, contribuyendo a la configuración actual del paisaje y la geología de la región.

Finalmente, los depósitos Cuaternarios completan el registro geológico, evidenciando los procesos más recientes que han moldeado la superficie terrestre en esta área. Estos depósitos son cruciales para entender la evolución geológica reciente y la dinámica del paisaje en la región de Cajamarca. En conjunto, estas características geológicas hacen de Cajamarca una región de gran interés para el estudio de la historia geológica y los procesos tectónicos de los Andes peruanos.

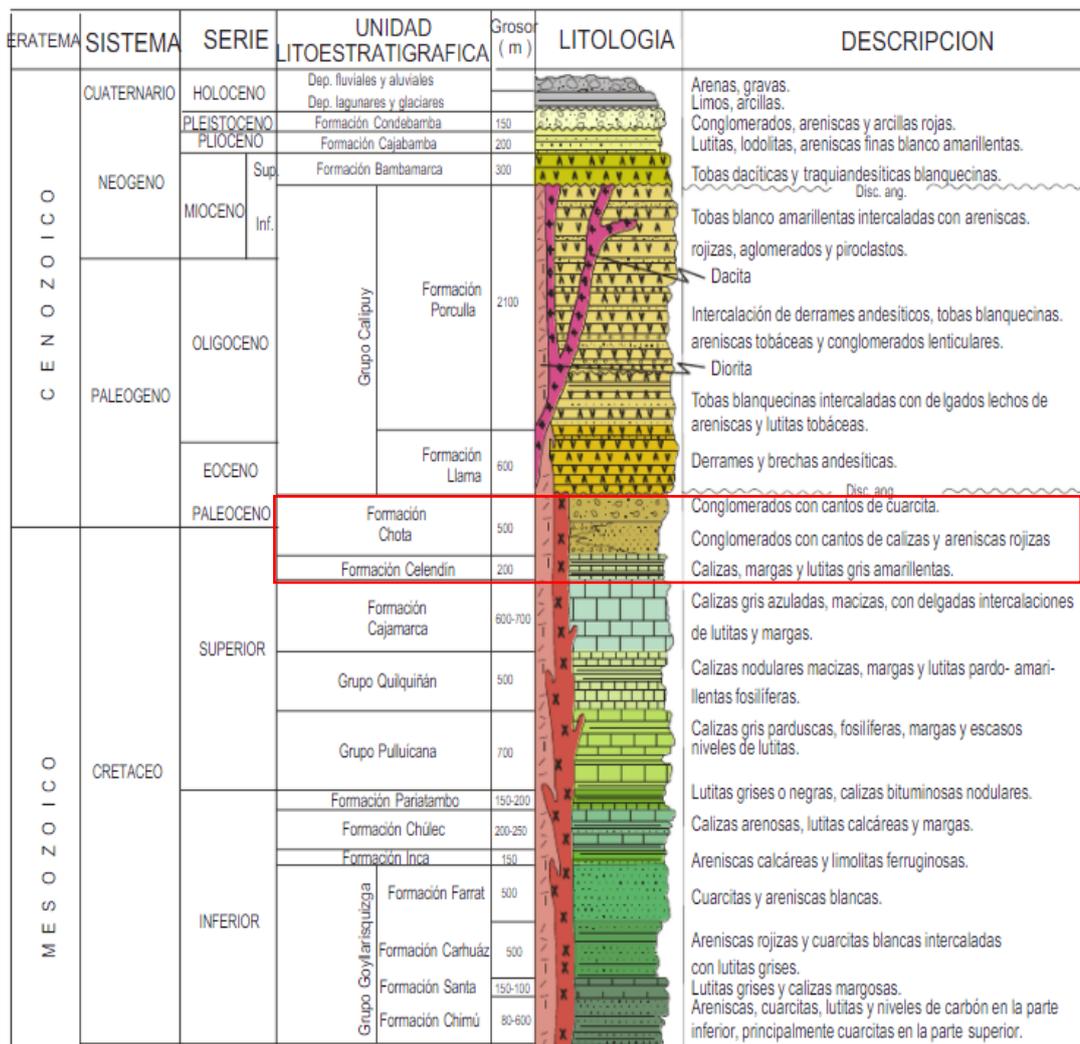


Imagen N° 3: Columna estratigráfica de la región Cajamarca
Fuente: Wilson (1984), Benavides (1999) & Noble

3.2.2 Geología local

Al realizar un Cartografiado se ha identificado las siguientes unidades las cuales pueden favorecer que exista un proceso de remoción en masas.

Formación Chota:

Esta formación fue definida por Broggi (1942), principalmente ubicada al oeste de la ciudad de Chota, en el departamento de Cajamarca, este afloramiento es reconocido por su color rojo que varía verticalmente ha purpura. Se distinguen dos miembros bien definidos, el miembro basal, constituido por sedimentos arcillosos como lutitas, lodolitas y margas color rojo y marrón amarillento, con intercalaciones de areniscas finas gris verdosas. Las lutitas y lodolitas se presentan en estratos gruesos con presencia de algunos clastos de material cuarzoso que aumenta hacia el tope en algunas de las capas. Mientras que el miembro superior está compuesta por areniscas y conglomerados de color rojo, también existe la presencia de algunas intercalaciones de lodolitas y lutitas en capas delgadas.



*Foto N°: 1: Sedimentos de la formación Chota ubicados al NW de la laguna del amor
Coordenadas: E: 761325.54 N: 9273758.36 C: 2473 m.s.n.m*

Formación Celendín:

Está compuesta principalmente por Margas y lutitas de color gris azulado y amarillo rojizo, con intercalaciones de calizas margosas y algunas calizas areniscosas en la parte superior. Además, se pueden observar láminas de yeso secundario distribuido en el material arcilloso y formando costras en los estratos calcáreos.

El contacto de la formación Celendín con la formación Cajamarca que se encuentra por debajo es concordante, lo que indica que la sedimentación fue continua durante el periodo en que se depositaron ambas formaciones. Sin embargo, el contacto suprayacente con la formación Chota no es claro debido a la presencia de material reciente que cubre esta zona. Se cree que la formación Celendín representa el final de la sedimentación marina del Cretáceo y el inicio de la sedimentación continental de las capas rojas.



*Foto N°: 2: Formación Celendín ubicados al NE de la Laguna del Amor
Coordenadas: E: 761513.89 N: 9273867.14 C: 2474 m.s.n.m*

Depósitos Lacustrinos

Los depósitos lacustrinos son acumulaciones sedimentarias que se forman en áreas donde existen cuerpos de agua estancada, como lagunas, pantanos o lagos poco profundos. Estos

depósitos suelen estar compuestos por material fino, principalmente arcillas y limos, que se deposita en el fondo del cuerpo de agua cuando las corrientes de agua disminuyen su velocidad. En algunos casos, estos depósitos pueden incluir también gravas y delgados conglomerados, que son rocas sedimentarias compuestas por fragmentos redondeados de diferentes tamaños unidos por un material más fino. Estos materiales pueden estar intercalados en los depósitos lagunares como resultado de cambios en las condiciones ambientales, como la entrada de corrientes fluviales o el aumento del caudal del cuerpo de agua.



*Foto N°: 3: depósitos lacustrinos presentes alrededor de la laguna
Coordenadas: E: 761609.74 N: 9273722.67 C: 2493 m.s.n.m*

3.2.4 Depósitos Coluvial

Estos depósitos se forman cuando los macizos rocosos en las pendientes se alteran y se desprenden in situ. Generalmente consisten en masas inestables de gravas angulosas, como guijarros, cantos y bloques, que son transportadas por la gravedad y el agua en forma de derrubios. Estos depósitos suelen tener una matriz limoarcillosa. Además, su resistencia es baja, especialmente en la zona donde se conectan con el sustrato rocoso, donde las altas presiones se generan debido al ingreso de agua intersticial. Por lo tanto, estos depósitos se encuentran comúnmente en regiones tanto húmedas como áridas.

3.2.5 Depósitos Coluvio – Deluvial

Estos depósitos se forman por la acumulación alternada de materiales de origen coluvial y deluvial, con poco transporte, y están entremezclados de manera que no se pueden distinguir claramente entre sí (según Vélchez et al., 2019). Están compuestos principalmente por bloques angulosos de diversos tamaños, con una matriz predominantemente limo-arenosa. Se encuentran tanto en los sectores de estudio, y debido a su composición y origen, son altamente inestables, con zonas propensas a derrumbes y caídas de rocas. Además, en estas áreas saturadas de agua se pueden observar zonas con reptación.



Foto N°: 4: Deposito Coluvio – Deluvial
Coordenadas: E: 761851.37 N: 9273301.56 C: 2553 m.s.n.m

3.2.6 Depósitos Proluvial

Los depósitos proluviales son aquellos que se forman a partir del transporte y la acumulación de materiales por la acción de corrientes temporales de agua y lluvia. Estos eventos provocan la acumulación de fragmentos rocosos, sedimentos y lodos en las zonas de desembocadura, dando lugar a la formación de lo que se conoce como conos de deyección. Estos conos se caracterizan por su forma cónica y suelen estar ubicados en la base de laderas o montañas.

Los materiales que componen estos depósitos son variados, pero suelen incluir gravas, arenas, limos y arcillas. Las gravas pueden estar acompañadas de partículas arenosas y limosas,

mientras que las gravas limo arcillosas contienen una mayor proporción de limo y arcilla en su composición. Esta diversidad de materiales confiere a los depósitos proluviales una estructura heterogénea y una capacidad para retener agua, lo que los convierte en importantes reservorios naturales en ciertos entornos.



Foto N°: 5: Deposito Proluvial
Coordenadas: E: 761911.44 N: 9273554.03 C: 2542 m.s.n.m

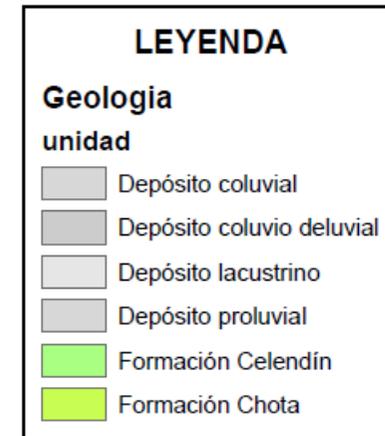
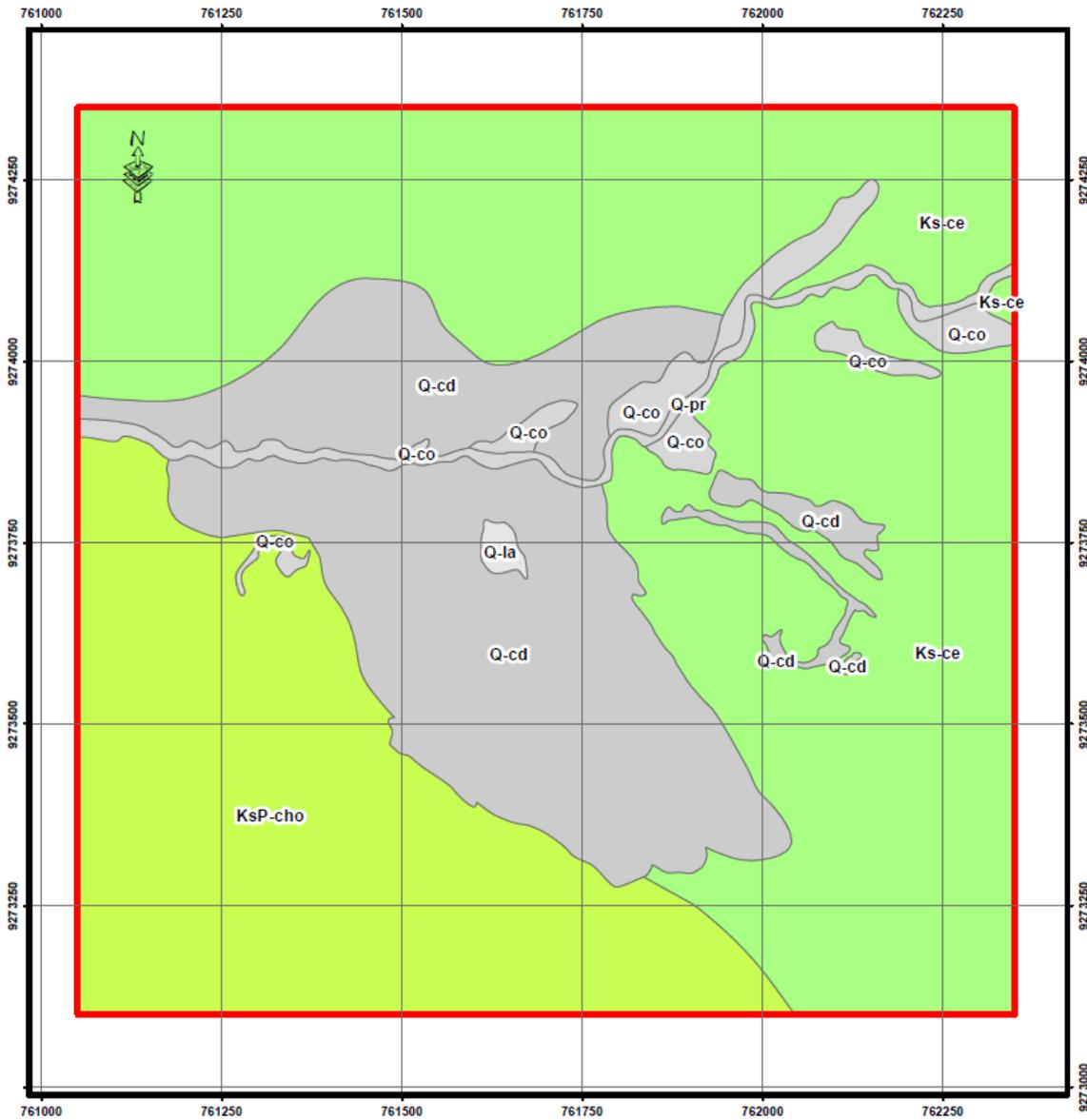


Imagen N° 4: Plano Geológico

3.3 PENDIENTE DEL TERRENO

Las pendientes en la zona son variables, abarcando desde suaves hasta muy escarpadas. El evento geológico en cuestión tiene lugar específicamente en pendientes moderadas, con un rango de inclinación de 5° a 15°. Estas pendientes están saturadas de agua, tanto natural como artificial, lo que aumenta el riesgo de inundación.

Al este de Lagunas, las pendientes son más pronunciadas, con inclinaciones que van desde 25° a 45°, clasificadas como pendientes escarpadas. Estas pendientes se observan en ambos márgenes de una quebrada intermitente que es afluente de la quebrada Potrera.

Además, se menciona que los cambios bruscos de pendiente describen los saltos en el escarpe del deslizamiento, lo que indica que estos cambios de inclinación del terreno delimitan y caracterizan la zona afectada por el evento geológico.



Foto N°: 6: Pendientes del terreno
Coordenadas: E: 761923.04 N: 9273520.42 C: 2547 m.s.n.m.

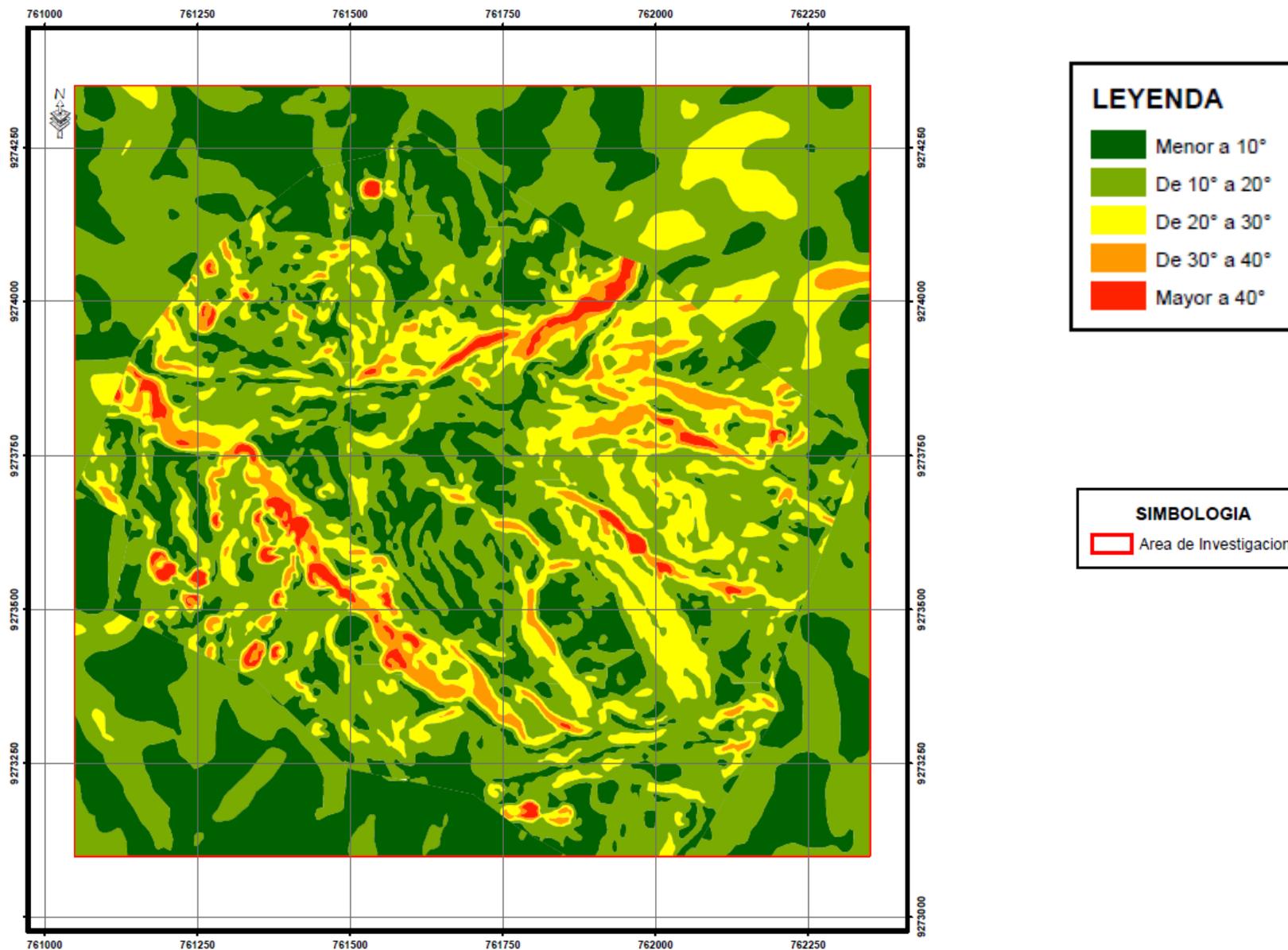


Imagen N° 5: Plano de pendientes

3.4 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

En el área de investigación se pueden visualizar la presencia de unidades geomorfológicas las cuales se detallan a continuación:

3.4.1 Lomada en roca sedimentaria

Una "lomada en roca sedimentaria" es una elevación topográfica formada por afloramientos de roca sedimentaria que han sido erosionados por procesos naturales como la acción del agua, el viento, el hielo y la gravedad. Estas elevaciones suelen tener forma alargada y laderas con pendientes de baja a moderada. Se forman debido a la resistencia diferencial de las capas de roca sedimentaria a la erosión. Las capas más resistentes permanecen elevadas, formando crestas o lomadas, mientras que las capas más blandas son erosionadas, creando valles entre las lomadas. La apariencia de las lomadas puede variar según la composición de las rocas sedimentarias y la intensidad de los procesos erosivos. Pueden presentarse como suaves colinas ondulantes o como crestas más pronunciadas, dependiendo de la historia geológica y los factores ambientales locales.



Foto N°: 7: Lomada en roca sedimentaria
Coordenadas: E: 761954.89 N: 9273506.85 C: 2556 m.s.n.m.

3.4.2 Piedemonte proluvial

El término "piedemonte proluvial" describe una forma geológica que adopta la apariencia de un cono y se origina principalmente debido a flujos de detritos, es decir, movimientos de material suelto y rocas que se desplazan por la pendiente de una montaña o ladera debido a la gravedad. Este tipo de formación se asocia comúnmente con quebradas que atraviesan asentamientos humanos.

El depósito de un piedemonte proluvial se caracteriza por tener una pendiente relativamente suave, generalmente menor a 20 grados. Esto se debe a que los materiales transportados por los flujos de detritos tienden a depositarse gradualmente a medida que descienden por la pendiente, formando un cono alargado en la base de la ladera.



Foto N°: 8: Piedemonte proluvial
Coordenadas: E: 761805.71 N: 9273341.87 C: 2543 m.s.n.m.

3.4.3 Terraza Lacustre Inundable

Una "terrazza lacustre inundable" es una característica geológica que se encuentra en las cercanías de lagos o cuerpos de agua similares. Se forma cuando los sedimentos se depositan en las orillas de un lago durante períodos de alta actividad fluvial o durante épocas en las que

el nivel del agua del lago es más alto. Estas terrazas suelen estar ubicadas en alturas ligeramente elevadas en relación con el lago actual.

La palabra "inundable" se añade para indicar que esta terraza tiene la capacidad de inundarse durante eventos de alta precipitación o aumentos repentinos en el nivel del agua del lago. Estas inundaciones pueden ser temporales y estacionales, dependiendo de las condiciones climáticas y la geología local.

Las terrazas lacustres inundables son importantes para el ecosistema circundante, ya que actúan como zonas de amortiguamiento durante las inundaciones, absorbiendo el exceso de agua y reduciendo la erosión. Además, suelen ser áreas de alto valor ecológico, ya que pueden albergar una variedad de especies de plantas y animales adaptadas a las fluctuaciones del nivel del agua.



Foto N°: 9: Terraza inundable
Coordenadas: E: 761639.39 N: 9273699.11 C: 2496 m.s.n.m.

3.4.4 Vertiente Coluvial De Detritos

La "vertiente coluvial de detritos" es una característica geológica que se forma en las laderas de montañas o colinas debido a la acumulación gradual de material suelto y rocoso conocido como coluvión. Este material se desplaza hacia abajo por la gravedad desde la cima de la

pendiente y se deposita en la base de la ladera. El proceso de formación implica la erosión de la roca madre en la cima debido a diversos factores como la meteorización y la acción de la gravedad. A medida que los fragmentos de roca se desprenden y desplazan, se acumulan en la base formando una capa de detritos sueltos. Esta capa suele tener una pendiente menos empinada que un talud y puede estar compuesta por una variedad de materiales, desde pequeñas rocas hasta sedimentos finos, dependiendo de la composición geológica local. Las vertientes coluviales son importantes en la geomorfología y pueden contribuir a la formación de deslizamientos de tierra durante eventos climáticos extremos. Además, son propensas a la erosión y pérdida de suelo, lo que puede afectar la estabilidad del terreno y la calidad del agua en la cuenca hidrográfica cercana.



Foto N°: 10: Vertiente Coluvial de Detritos
Coordenadas: E: 761855.18 N: 9273482.26 C: 2540 m.s.n.m.

3.4.5 Vertiente Con Depósito De Deslizamiento

Una "vertiente con depósito de deslizamiento" es una ladera donde ha ocurrido un deslizamiento de tierra en el pasado. Se caracteriza por la presencia de depósitos de materiales deslizados que se han acumulado en la base o parte media de la pendiente. Estos deslizamientos

son eventos súbitos impulsados por la gravedad y pueden ser causados por factores como la lluvia intensa, la actividad sísmica o la erosión. Los depósitos resultantes pueden ser irregulares y contener una mezcla de suelo, rocas y vegetación. Estas vertientes son importantes para evaluar riesgos naturales y pueden ser propensas a futuros deslizamientos, especialmente durante eventos extremos o cambios en las condiciones del terreno.



*Foto N°: 11: Vertiente con depósito de deslizamiento
Coordenadas: E: 761662.34 N: 9273879.55 C: 2492 m.s.n.m.*

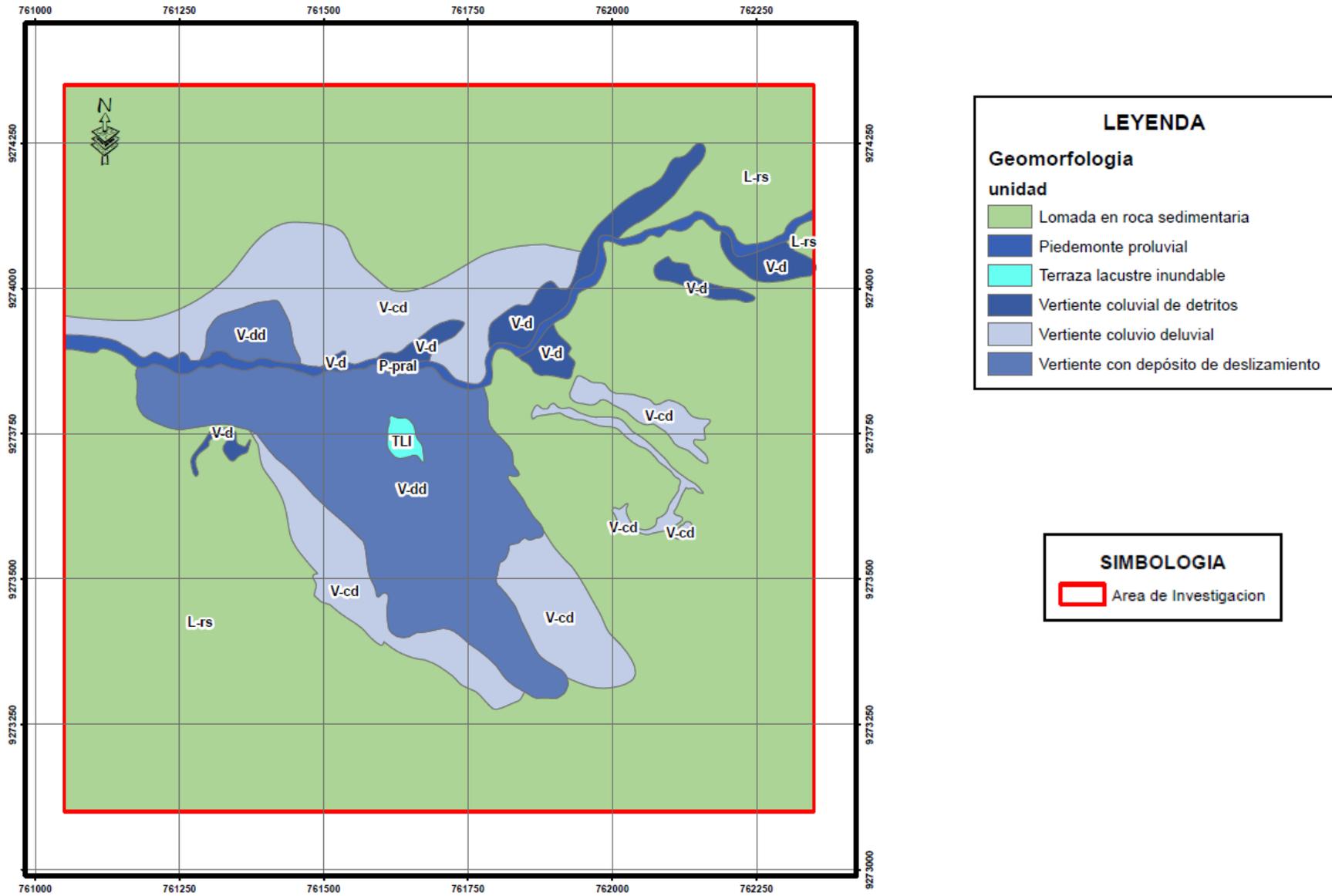


Imagen N° 7: Plano geomorfológico

3.5 Hidrogeología

Las aguas subterráneas son un recurso hídrico importante y su disponibilidad depende en gran medida de la cantidad de agua que se infiltra en el suelo y en el subsuelo, las características geológicas de la cuenca son fundamentales para el proceso de infiltración de agua.

El proceso de infiltración de agua depende de muchos factores, como la permeabilidad del suelo y del subsuelo, la cantidad de agua que cae en un determinado período de tiempo y la vegetación presente en la zona. En áreas bajo riego, la infiltración de agua en el suelo es un componente importante del flujo hacia los acuíferos. La cantidad de agua que se infiltra en el suelo dependerá de las características del suelo y del subsuelo, así como de otros factores como la topografía y la cantidad de lluvia que cae en la zona.

Este es uno de los factores principales los cuales influyen para que se genere la inestabilidad del terreno, el cual puede desencadenar en un proceso de remoción en masas que puede reflejar riesgo hacia los pobladores.



*Foto N°: 12: Manantial de agua al SW de la laguna del amor
Coordenadas: E: 761824.77 N: 9273437.74 C: 2535 m.s.n.m.*

3.6 Hidrología

La red hidrológica está conformada por el Rio Colpamayo el cual atraviesa gran parte de la área de investigación y que desemboca en el Rio Chotano. También se puede observar la presencia de una laguna llamada laguna del amor. En esta laguna desemboca gran parte del agua de lluvia. El exceso de precipitación produce inestabilidad el cual ha desencadenado el proceso de remoción en masas.



Foto N°: 13: Rio Colpamayo
Coordenadas: E: 761438.99 N: 9273867.24 C: 2466 m.s.n.m.



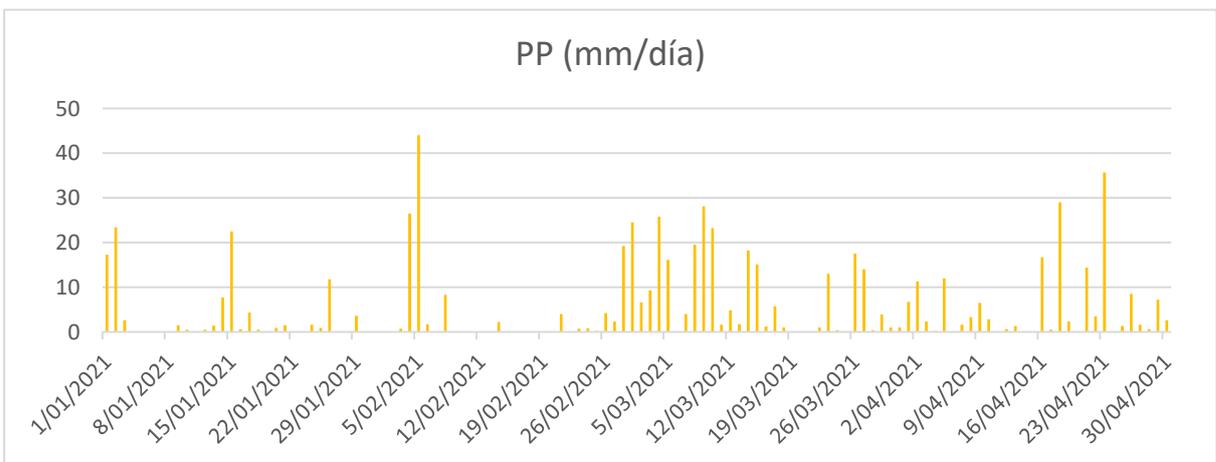
Foto N°: 14: Laguna del Amor
Coordenadas: E: 761600.36 N: 92737733.03 C: 2490 m.s.n.m.



*Foto N°: 15: Pequeños manantiales presentes el área de investigación:
 Coordenadas: E: 761695.54 N: 9273478.7 C: 2522 m.s.n.m.*

3.7 Condiciones Climatológicas

El clima presente en la localidad de Chota es cálido y templado, con presencia de mayor cantidad de precipitaciones en los meses de Marzo, Abril y Octubre en el cual influye principalmente que ocurran los procesos de remociones en masas que se pueden observar en el distrito de chota incluyendo el área de investigación.



*Grafico 1: Precipitación y temperatura en el distrito de chota
 Fuente: estación meteorológica Chota (SENAMHI 2021)*

3.8 Procedimiento

En esta investigación se va a utilizar el método de observación y análisis ya que vamos a identificar las características del terreno y analizar los riesgos existentes para los pobladores de esta localidad. Para conseguir este objetivo se va a seguir las etapas de a continuación se mencionan:

3.8.1 Etapa preliminar de gabinete

Esta etapa consiste en la recopilación de datos y análisis de la información existente del área de investigación, en esta etapa se utilizó fuentes escritas tales como libros, documentos y tesis. Se va a realizar mapas preliminares con esta información para tener referencia sobre nuestra investigación, en esta etapa también se determina unidades para muestreo de acuerdo a criterios geológicos y principalmente se identifica el acceso a nuestra área de investigación.

3.8.2 Etapa de campo

En esta etapa se va a realizar un estudio detallado sobre los procesos de remoción en masas que estamos estudiando, se realizara un estudio geológico, hidrológico, geotécnico y de riesgos el cual nos servirán para tener una evaluación general de las condiciones generales del terreno y analizar riesgos existentes para los moradores de la comunidad de Santa Rosa.

3.8.3 Etapa final de gabinete

En esta etapa se procederá con el procesamiento y compilación de la información recolectada en campo con su respectiva interpretación y elaboración de la tesis final.

3.9 Metodología

Según su tipo esta investigación va a ser descriptiva ya que se va a puntualizar las características de la población de estudio, en este apartado nos vamos a centrar más en lo que esta pasado mas no en el por qué está pasando y explicativo por qué con este métodos va a encontrar las causas por el cual están ocasionando este fenomeno. Según su diseño la investigación va a ser de campo ya que los datos usados van a ser recolectados in situ, y según su finalidad va a ser Aplicativa: ya que esta investigación busca aplicar los conocimientos adquiridos en nuestra etapa universitaria y evaluar los riesgos presentes en la comunidad de santa rosa para que se tengan en cuenta.

3.9.1 Poblaciones de estudio

La población de análisis será la comunidad de Santa Rosa ya que esta área es la más afectada por este proceso de remoción en masas.

3.9.2 muestra

Muestra será el tipo de litología, geomorfología y clima de la comunidad de Santa Rosa.

3.9.3 unidades de análisis

Tablas y datos obtenidos en campo.

3.10 Identificación De Variables

3.10.1 independientes

Litología: Es el tipo de rocas presentes en un determinado lugar.

Geomorfología: Rama de la geología encargada de estudiar las formas de la superficie terrestre.

Hidrología: Estudio de las propiedades físicas, químicas y mecánicas del agua, su distribución y circulación en la superficie.

3.10.2 dependientes

Deslizamiento: Movimiento en masa de suelo o roca sólida.

3.11 Técnicas

En general, para la recolección de información es importante seguir una metodología rigurosa y sistemática, que permita obtener datos precisos y confiables para la investigación. Esto implica utilizar diferentes técnicas y herramientas adecuadas para cada tipo de información que se quiera recopilar.

En el caso de la recolección de datos bibliográficos, es importante utilizar fuentes confiables y relevantes para el tema de investigación. Se pueden utilizar diferentes herramientas como bases de datos, catálogos de bibliotecas, revistas especializadas, entre otros, para buscar la información necesaria.

En cuanto a la técnica observacional, es importante tener un plan detallado de observación que permita registrar la información relevante y descartar la información irrelevante para el estudio. Además, se pueden utilizar diferentes técnicas de registro de datos, como notas de campo, grabaciones de audio o video, fotografías, entre otros. En el caso de la toma de fotografías, es importante seguir técnicas específicas para obtener imágenes claras y precisas del objeto que se quiere estudiar.

En el caso de la toma de coordenadas con GPS, es importante tener en cuenta que la precisión de las coordenadas puede variar dependiendo de las condiciones del entorno, por lo que es recomendable esperar a que se carguen suficientes satélites para obtener una lectura más precisa.

3.12 Instrumentos y Equipos

Imágenes satelitales: estas imágenes nos servirán para identificar las áreas de mayor peligro, también identificar las zonas más vulnerables si ocurre el proceso de remoción en masas.

Laptop: la cual se utilizara para el procesamiento de información recolectada en campo hasta llegar a los resultados finales.

Flexómetro y wincha: este instrumento nos servirá para para medir longitudes los cuales han cedido el terreno en el proceso de remoción en masas.

Picota de Geólogo. Herramienta imprescindible para extraer las muestras de roca y suelo en campo para análisis.

Libreta de campo: Herramienta usada para el registro de las observaciones que se realizan en campo y gabinete, se utiliza para recabar información necesaria para un posterior análisis.

**CAPITULO IV:
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

4.1 DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD

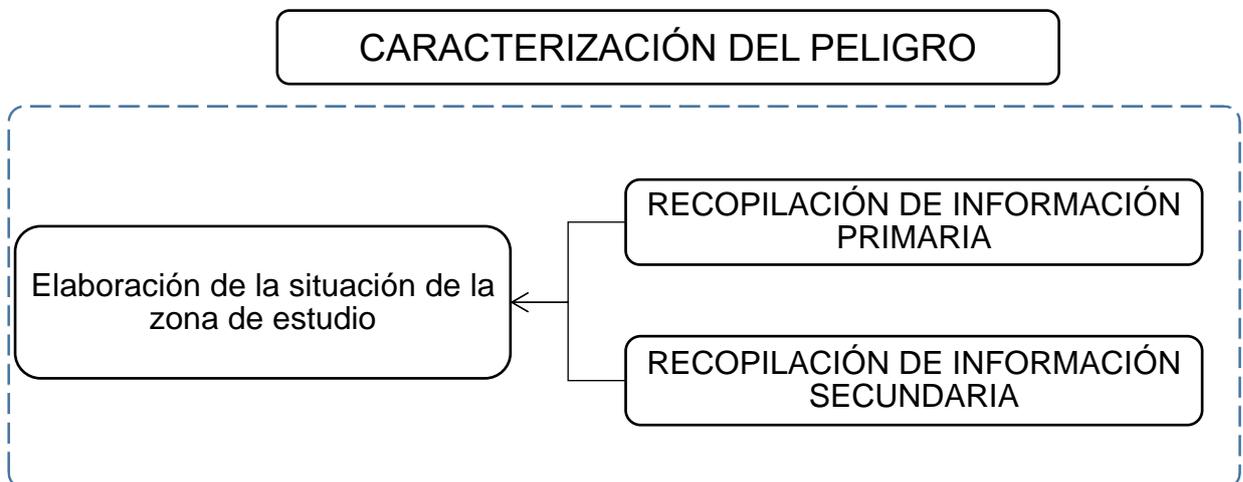
4.1 Metodología

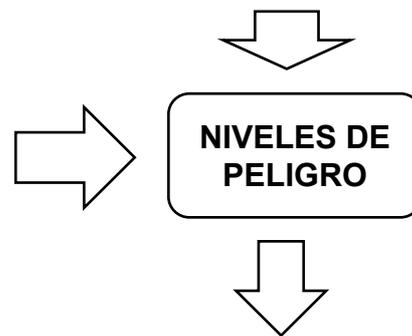
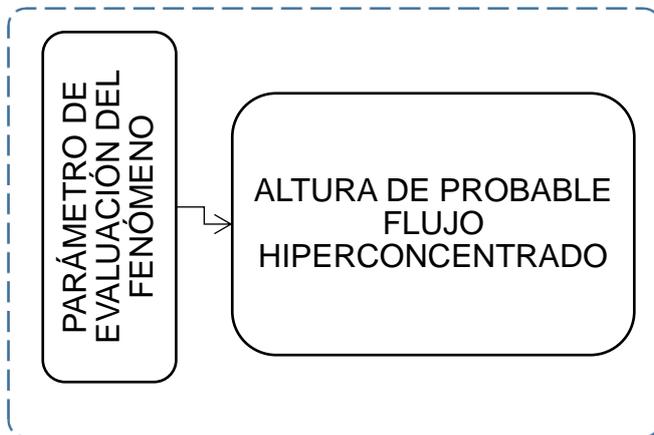
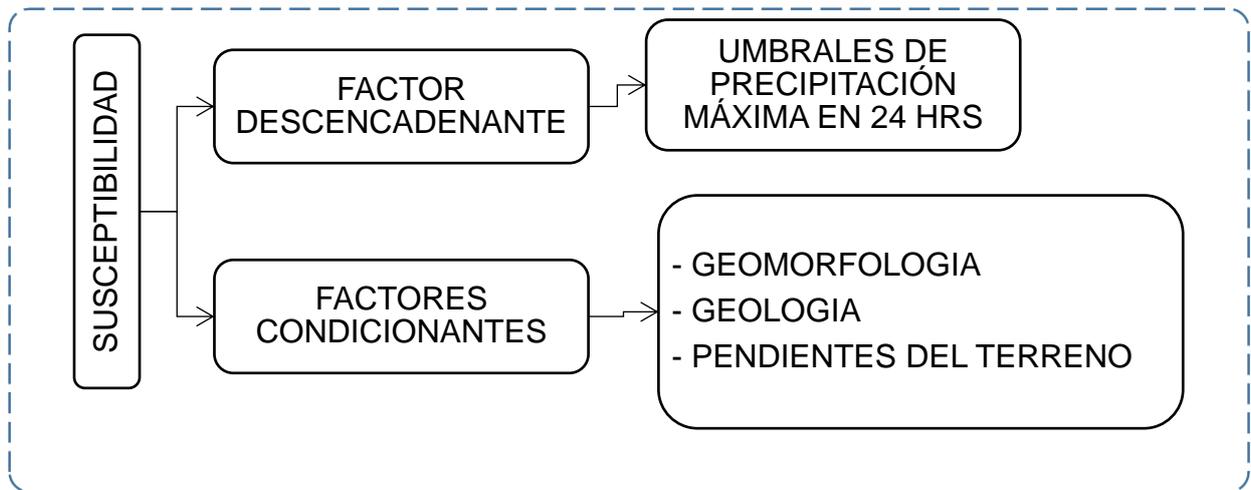
La metodología propuesta por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED, 2014) para determinar los niveles de peligrosidad por deslizamiento de suelos suele ser bastante detallada y considera una serie de factores geológicos, topográficos, hidrológicos y antropogénicos que pueden influir en los niveles de peligrosidad de un área a los deslizamientos.

Generalmente, esta metodología involucra la recopilación de datos geológicos, así como el análisis de la topografía del terreno, la vegetación, la precipitación y otros factores relevantes. Con estos datos, se pueden identificar las áreas con mayor riesgo de deslizamiento y clasificarlas según su nivel de peligrosidad.

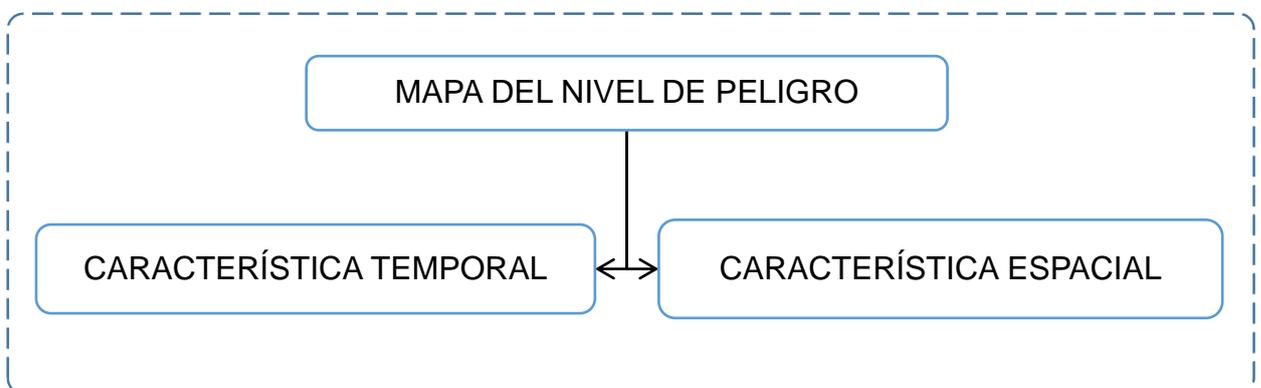
Es por que para determinar los niveles de peligrosidad del deslizamiento de suelos se va a utilizar la metodología propuesta por el CENEPRED segunda versión la cual se describe en el siguiente gráfico:

Gráfico 2: Metodología general para determinar los niveles de peligrosidad





NIVELES DE PELIGRO			
NIVEL	RANGO		
MUY ALTO	0.264	≤ R ≤	0.490
ALTO	0.142	≤ R <	0.264
MEDIO	0.066	≤ R <	0.142
BAJO	0.037	≤ R <	0.066



Fuente: Adaptado del Manual CENEPRED 2014)

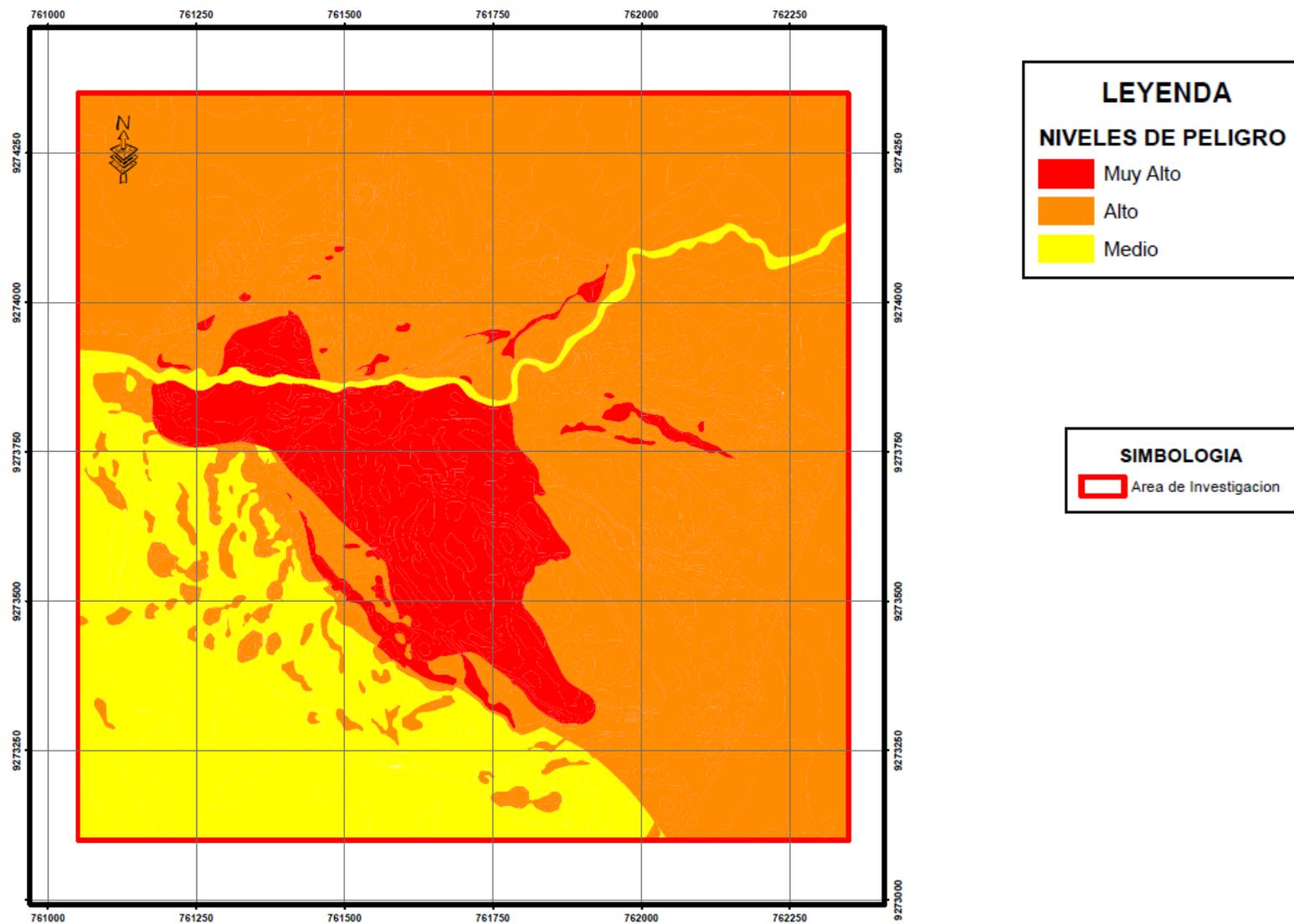


Imagen N° 8: Plano de niveles de peligro por deslizamiento

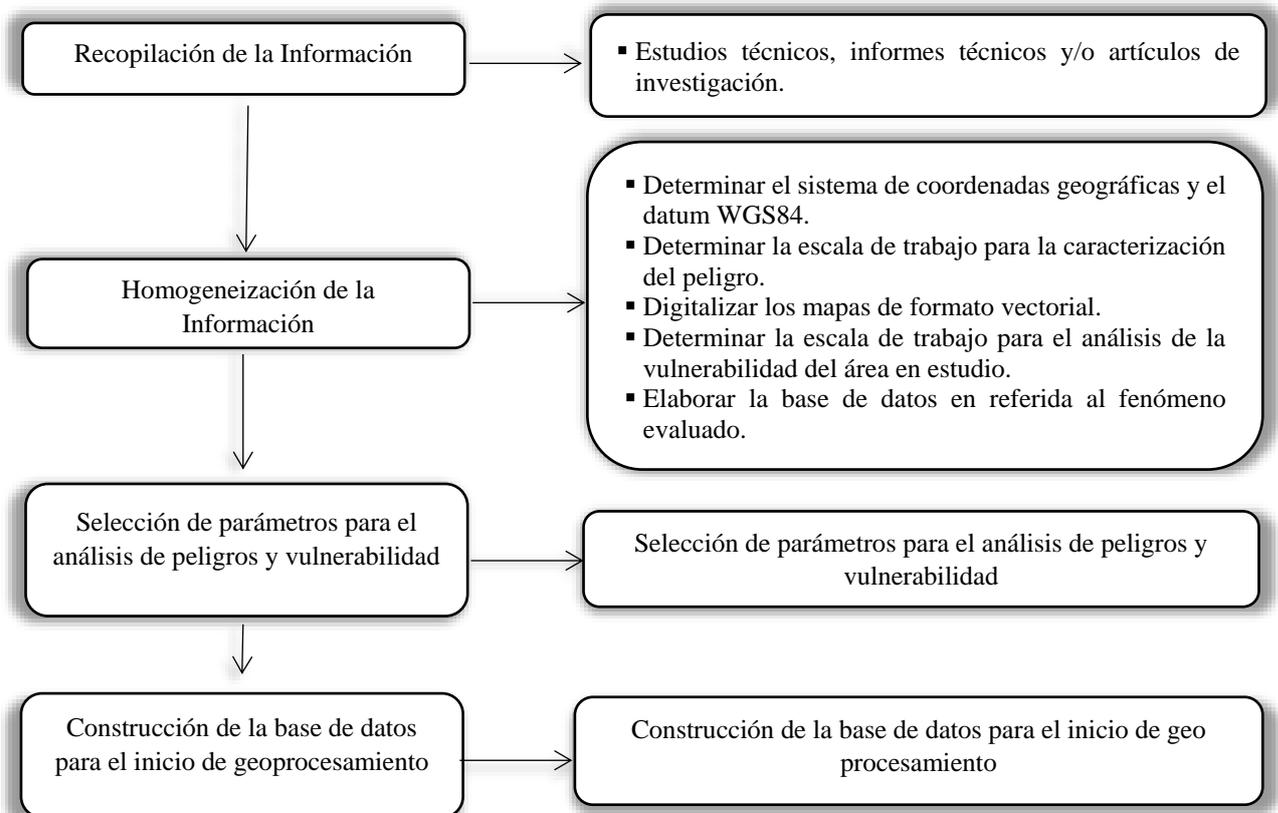
4.2 Recopilación De La Información

Se ha recopilado información de diversas fuentes para evaluar el nivel de peligrosidad en la zona. Se han consultado estudios realizados por entidades técnicas y científicas como INGEMMET y SENAMHI, así como información histórica, estudios de peligros, cartografía, topografía, hidrografía, climatología y geológica. Todo esto se ha realizado siguiendo una metodología específica para determinar el nivel de peligrosidad.

En desde marzo del 2022 a marzo del 2024 se ha llevado a cabo una recolección de información en campo utilizando un dron DJI Mavic Air 3 para capturar una ortofoto detallada de la zona y un Modelo Digital de Elevaciones (MDE) para analizar las pendientes del terreno. Además, se realizó un mapeo y documentación en campo de las características físicas principales, como la geomorfología y la geología.

El gráfico muestra el flujograma utilizado para construir la base de datos inicial para el análisis, utilizando la información recopilada en campo y de otras fuentes complementarias.

Grafico 3 Flujograma general del proceso de análisis de información.



Fuente: CENEPRED 2014.



Foto N°: 16: Dron usado para la recolección de datos



Foto N°: 17: trabajo de recolección de datos en campo

4.3 Identificación Del Peligro

El SINPAD (INDECI, 2018) es la plataforma oficial del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, diseñada para registrar, mantener, consultar y utilizar información sobre peligros inminentes, emergencias y desastres. De acuerdo con este sistema, los principales riesgos que han impactado al distrito Chota del departamento de Cajamarca son las lluvias intensas, vientos fuertes, y deslizamientos.

Aunque las lluvias intensas y vientos fuertes causan un alto impacto en la población y en las infraestructuras del distrito de Chota, su efecto se limita principalmente a las edificaciones y otros elementos expuestos, sin afectar significativamente el terreno circundante. Estos fenómenos actúan como "factores desencadenantes" de otros eventos más graves que pueden ser evaluados en términos de tiempo y espacio específicos, como movimientos en masa e inundaciones, desencadenados por lluvias intensas, influenciados por la intensidad o dirección de los vientos fuertes.

No obstante, con el objetivo de proteger la vida y salud de los pobladores de la comunidad de Santa Rosa en Chota, se proporcionarán recomendaciones tanto estructurales como no estructurales para tomar medidas de Control, para mitigar los posibles daños causados por lluvias intensas.

Según el Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres SIGRID (CENEPRED, 2018), se tiene documentados 1 peligros geológicos en las proximidades de la zona evaluada, el cual corresponde a un deslizamiento el cual va a ser evaluado,

Debido a esta posibilidad del desencadenamiento de un deslizamiento en el área evaluada, es que la presente investigación de evaluación de riesgos será ante deslizamiento de suelos en la conocida como laguna del amor en la comunidad de santa rosa perteneciente a la provincia de Chota.



Imagen N° 9: identificación satelital de los deslizamientos evaluados



*Foto N°: 18: vista del movimiento en masa
 Coordenadas: E: 761883.08 N: 9273572.52 C: 2538 m.s.n.m.*



Foto N°: 19: Vista del deslizamiento principal
Coordenadas: E: 761840.82 N: 9273552.96 C: 2534 m.s.n.m.



Foto N°: 20: vista del escarpe principal
Coordenadas: E: 761863.84 N: 9273561.51 C: 2535 m.s.n.m.



*Foto N°: 21: vista al SO del deslizamiento
Coordenadas: E: 761837.34 N: 9273360.48 C: 2445 m.s.n.m.*



*Foto N°: 22: Agrietamiento observado en la corona del deslizamiento
Coordenadas: E: 761926.36 N: 9273318.87 C: 2557 m.s.n.m.*



*Foto N°: 23: Agrietamiento en la corona del deslizamiento al SW de la alguna del amor
Coordenadas: E: 761829.42 N: 9273305.70 C: 2550 m.s.n.m.*



*Foto N°: 24: Inclinação de los arboles por la reptación de suelos existente
Coordenadas: E: 761582.30 N: 9273559.47 C: 2511 m.s.n.m.*

4.4 Morfometría del deslizamiento.

El deslizamiento principal se clasifica como deslizamiento rotacional debido a la naturaleza de su movimiento a lo largo de una superficie de rotura que tiene una forma curvilínea, parecida a la superficie cóncava de una cuchara. Este tipo de superficie provoca que el terreno desplazado rote alrededor de ella, generando un movimiento rotacional característico. La velocidad de este deslizamiento no es constante y puede variar significativamente; en el caso específico descrito, la velocidad es lenta. Este movimiento lento y no canalizado del terreno provoca deformaciones en la superficie, manifestándose en forma de ondulaciones. Estas ondulaciones indican que el terreno está experimentando tensiones y ajustes mientras se desplaza, lo que puede tener implicaciones importantes para la estabilidad de la zona afectada y la planificación de medidas de mitigación.

Las características principales de este deslizamiento se describen en la siguiente tabla:

Tabla 11: características del deslizamiento

CARACTERÍSTICA	VALOR
Altura de escarpe principal	15 m
Ancho de deslizamiento	350 m
Longitud de deslizamiento	500 m.



Foto N°: 25: Morfometría del deslizamiento
Coordenadas: E: 761438.99 N: 9273867.24 C: 2466 m.s.n.m



*Foto N°: 26: Altura del escarpe principal
Coordenadas: E: 761837.34 N: 9273360.48 C: 2445 m.s.n.m.*

4.5 Caracterización Del Peligro

Los movimientos en masa forman parte de los procesos de erosión que moldean la topografía terrestre. Se originan debido a una variedad de factores geológicos, meteorológicos, químicos y físicos que ocurren en la superficie terrestre. La meteorización, las precipitaciones, los terremotos y otros eventos, incluida la actividad humana, provocan la inestabilidad en las pendientes y alteran el relieve hacia una forma más suave. Los riesgos geológicos identificados incluyen movimientos en masa, como deslizamientos rotacionales antiguos que están siendo reactivados.

Este evento de remoción en masas es un evento significativo con varias implicaciones para la infraestructura y la seguridad de la comunidad circundante. A continuación hay una descripción más detallada de las características del deslizamiento:

- ✓ Ubicación y dirección del deslizamiento:
 - Dirección: N310 (aproximadamente al noroeste)
 - El deslizamiento se dispone casi perpendicularmente a la dirección de la quebrada Potrera, que tiene un rumbo este-oeste.

- ✓ Impacto en la quebrada Potrera:
 - Embalsamiento de la quebrada.
 - Estrechamiento del cauce.
- ✓ Características del escarpe principal:
 - Salto de 15 metros.
 - Longitud de 500 metros.
 - Presencia de grietas tensionales con aperturas de hasta 50 cm.
 - Extensión de las grietas: 20 metros.
- ✓ Nivel freático superficial:
 - Indicativo de saturación del suelo, lo que sugiere una mayor susceptibilidad a deslizamientos.
- ✓ Impacto en la vegetación y las estructuras:
 - Caída de árboles (eucaliptos).
 - Agrietamiento y colapso de viviendas.
 - Afectación de áreas de cultivo.
 - Impacto en la infraestructura vial:
 - Interrupción de la carretera Chota – Santa Rosa Bajo.
 - La interrupción abarca un tramo de 500 metros.
- ✓ Forma de la Superficie de Rotura:
 - Circular
- ✓ Hectáreas afectadas :
 - El área afectada es de 28.144 hectáreas como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 12: media en hectáreas de los eventos presentes

TIPO DE EVENTO	NºAREAS	MEDIDA (HA)
Derrumbe activo	7	4.283
Deslizamiento rotacional activo	3	19.044
Erosión en cárcava activa	1	1.059
Erosión en surcos activa	2	1.441
Flujo de detritos inactivo latente	1	2.318
TOTAL	14	28.144



Foto N°: 27: Grietas observadas en el momento que ocurrió el deslizamiento
Coordenadas: E: 761437.28 N: 9273784.92 C: 2490 m.s.n.m.



Foto N°: 28: Vista del material deslizado
Coordenadas: E: 761748.67 N: 9273657.01 C: 2505 m.s.n.m.

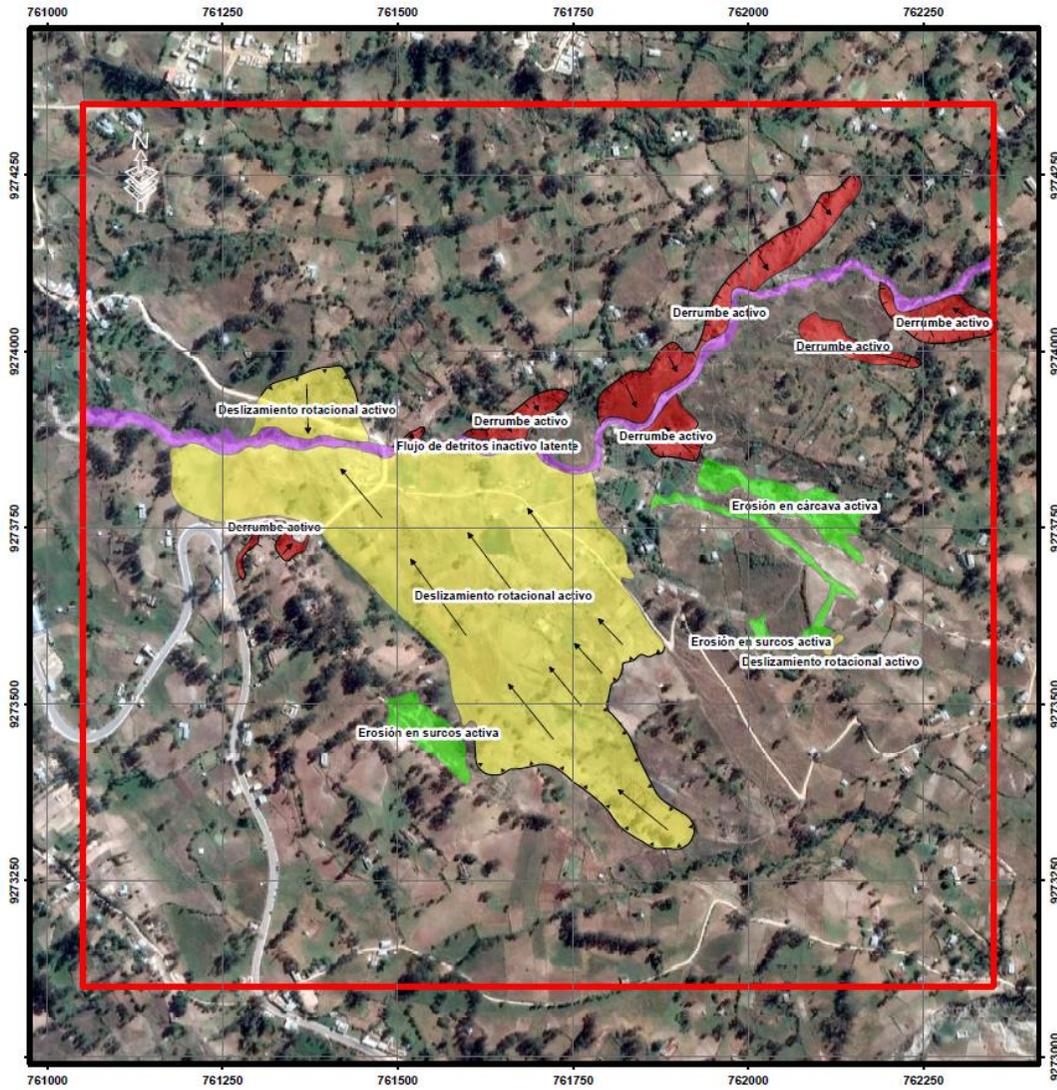
4.5 Parámetros De Evaluación

Para la presente evaluación, se ha considerado como único parámetro de evaluación: el volumen de la masa desplazada en el cual para calcular el volumen de masa desplazada se ha considerado los siguientes parámetros:

$$\text{Volumen desplazado} = \frac{1}{6} \pi * Dr * Wr * Lr * Fex$$

Tabla 13: Factores para calcular el volumen de masa desplazada

FACTOR		VALOR
Altura de escarpe	Dr	15 m
Ancho de deslizamiento	Wr	350 m
Longitud de deslizamiento	Lr	500 m.
Factor	Fex	1.2
Volumen De Masa Desplazada		1649336.14m³



LEYENDA

Peligros

Tipo

	Flujo de detritos inactivo latente
	Erosión en cárcava activa
	Erosión en surcos activa
	Deslizamiento rotacional activo
	Derrumbe activo

SIMBOLOGIA

TIPO

	Dirección de movimiento
	Escarpe de derrumbe
	Escarpe de deslizamiento
	Área de Investigación

Imagen N° 10: plano geodinámica

a) **Parámetro: Volumen de masa desplazada**

Tabla 14: Matriz de comparación de pares del parámetro volumen en remoción.

Volumen probable de la masa desplazada	Mayor a 10 000 000 m3	De 1 000 000 a 10 000 000 m3	De 100 000 a 1 000 000 m3	De 10 000 a 100 000 m3	Menor a 10 000 m3
Mayor a 10 000 000 m3	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
De 1 000 000 a 10 000 000 m3	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
De 100 000 a 1 000 000 m3	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
De 10 000 a 100 000 m3	0.143	0.200	0.333	1.000	2.000
Menor a 10 000 m3	0.111	0.143	0.200	0.500	1.000
SUMA	1.787	4.676	9.533	16.500	24.000
1/SUMA	0.560	0.214	0.105	0.061	0.042

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 15 Matriz de normalización de pares del parámetro Volumen en remoción

Volumen probable de la masa desplazada	Mayor a 10 000 000 m3	De 1 000 000 a 10 000 000 m3	De 100 000 a 1 000 000 m3	De 10 000 a 100 000 m3	Menor a 10 000 m3	Vector Priorización
Mayor a 10 000 000 m3	0.560	0.642	0.524	0.424	0.375	0.505
De 1 000 000 a 10 000 000 m3	0.187	0.214	0.315	0.303	0.292	0.262
De 100 000 a 1 000 000 m3	0.112	0.071	0.105	0.182	0.208	0.136
De 10 000 a 100 000 m3	0.080	0.043	0.035	0.061	0.083	0.060
Menor a 10 000 m3	0.062	0.031	0.021	0.030	0.042	0.037

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 16: calculando vector suma ponderado

Resultados de la operación de matrices					Vector Suma Ponderado
0.505	0.786	0.678	0.422	0.334	2.725
0.168	0.262	0.407	0.302	0.260	1.399
0.101	0.087	0.136	0.181	0.186	0.691
0.072	0.052	0.045	0.060	0.074	0.304
0.056	0.037	0.027	0.030	0.037	0.188

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 17: Calculando el vector suma promedio

	VSP/VP
	5.397
	5.340
	5.091
	5.045
	5.062
SUMA	25.935
λ_{max}=PROMEDIO	5.187

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Para determinar el índice aleatorio que ayuda a determinar la relación de consistencia se utilizó la tabla obtenida por Aguarón y Moreno, 2001. Donde "n" es el número de parámetros en la matriz.

Donde IA es el índice Aleatorio de una Matriz de Comparaciones Pareadas generada, como su nombre sugiere, de forma aleatoria. Los Valor del índice Aleatorio para las diferentes "n", obtenidos mediante la simulación de 1000,000 matrices (Aguarón y Moreno-Jumenez,2001), son :

Tabla 18: Valores para calcular índice aleatorio

n	3	4	5	6	7	8	9	10
AI	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 19: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro Volumen de los materiales en remoción.

$(\lambda_{max} - n)/(n-1)$	IC	0.047
IC/ IA	RC	0.042

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

4.5.1 Susceptibilidad Del Territorio

Para evaluar la susceptibilidad del territorio, es fundamental considerar una serie de factores que pueden influir en el resultado final, para este evento se ha considerado los siguientes factores:

Tabla 20: Factores de susceptibilidad considerados.

FACTORES CONDICIONANTES	FACTOR DESENCADENANTE
Unidades geomorfológicas Geología Pendientes del terreno	Umbrales de precipitación máxima en 24 horas

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Se mapearon las unidades geológicas y geomorfológicas como factores determinantes y se determinaron las pendientes utilizando un modelo digital de elevación mediante geoprocesamiento. Se priorizó la pendiente del terreno debido a su relación directa con la intensidad y velocidad de posibles movimientos en masa. Luego, se consideró el tipo de unidad geológica, que está vinculado con los tipos de suelos presentes en el área, y finalmente, las unidades geomorfológicas que representan los distintos tipos de relieve del terreno.

Como factor desencadenante, se eligieron los umbrales de precipitación máxima en 24 horas, basándose en la clasificación proporcionada por el Senamhi.

4.5.2 Análisis De Factores Condicionantes

Tabla 21: Matriz de comparación de pares del factor condicionante

PARAMETROS	Geomorfología	Geología	Pendientes del terreno
Geomorfología	1.000	2.000	5.000
Geología	0.500	1.000	3.000
Pendientes del terreno	0.200	0.333	1.000
SUMA	1.700	3.333	9.000
1/SUMA	0.588	0.300	0.111

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 22: Matriz de normalización de pares del factor condicionante.

PARAMETROS	Geomorfología	Geología	Pendientes del terreno	Vector Priorización
Geomorfología	0.588	0.600	0.556	0.581
Geología	0.294	0.300	0.333	0.309
Pendientes del terreno	0.118	0.100	0.111	0.110

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 23: Índice de consistencia y relación de consistencia del factor condicionante.

IC	0.002
RC	0.004

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

a) Parámetro: Geomorfología

Tabla 24: Matriz de comparación de pares del parámetro geomorfología

Geomorfología	Vertiente con depósito de deslizamiento y Terraza lacustre inundable	Vertiente coluvio deluvial	Vertiente coluvial de detritos	Lomada en roca sedimentaria	Piedemonte proluvial
Vertiente con depósito de deslizamiento y Terraza lacustre inundable	1.000	2.000	5.000	6.000	9.000
Vertiente coluvio deluvial	0.500	1.000	2.000	4.000	7.000
Vertiente coluvial de detritos	0.200	0.500	1.000	3.000	5.000
Lomada en roca sedimentaria	0.167	0.250	0.333	1.000	3.000
Piedemonte proluvial	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
SUMA	1.978	3.893	8.533	14.333	25.000
1/SUMA	0.506	0.257	0.117	0.070	0.040

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 25: Matriz de normalización de pares del parámetro geomorfología

Geomorfología	Vertiente con depósito de deslizamiento y Terraza lacustre inundable	Vertiente coluvio deluvial	Vertiente coluvial de detritos	Lomada en roca sedimentaria	Piedemonte proluvial	Vector Priorización
Vertiente con depósito de deslizamiento y Terraza lacustre inundable	0.506	0.514	0.586	0.419	0.360	0.477
Vertiente coluvio deluvial	0.253	0.257	0.234	0.279	0.280	0.261
Vertiente coluvial de detritos	0.101	0.128	0.117	0.209	0.200	0.151
Lomada en roca sedimentaria	0.084	0.064	0.039	0.070	0.120	0.075
Piedemonte proluvial	0.056	0.037	0.023	0.023	0.040	0.036

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 26: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro geomorfología

IC	0.037
RC	0.034

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

b) Parámetro: Geología

Tabla 27: Matriz de comparación de pares del parámetro geología

Geología	Depósito coluvio deluvial y Depósito lacustrino	Depósito coluvial	Formación Celendín	Formación Chota	Depósito proluvial
Depósito coluvio deluvial y Depósito lacustrino	1.000	3.000	4.000	7.000	9.000
Depósito coluvial	0.333	1.000	3.000	5.000	6.000
Formación Celendín	0.250	0.333	1.000	3.000	5.000
Formación Chota	0.143	0.200	0.333	1.000	2.000
Depósito proluvial	0.111	0.167	0.200	0.500	1.000
SUMA	1.837	4.700	8.533	16.500	23.000
1/SUMA	0.544	0.213	0.117	0.061	0.043

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 28: Matriz de normalización de pares del parámetro geología

Geología	Depósito coluvio deluvial y Depósito lacustrino	Depósito coluvial	Formación Celendín	Formación Chota	Depósito proluvial	Vector Priorización
Depósito coluvio deluvial y Depósito lacustrino	0.544	0.638	0.469	0.424	0.391	0.493
Depósito coluvial	0.181	0.213	0.352	0.303	0.261	0.262
Formación Celendín	0.136	0.071	0.117	0.182	0.217	0.145
Formación Chota	0.078	0.043	0.039	0.061	0.087	0.061
Depósito proluvial	0.060	0.035	0.023	0.030	0.043	0.039

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 29: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro geología

IC	0.044
RC	0.040

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

c) Parámetro: Geología

Tabla 30: Matriz de comparación de pares del parámetro pendiente de terreno

Pendientes del terreno	Mayor a 40°	De 30° a 40°	De 20° a 30°	De 10° a 20°	Menor a 10°
Mayor a 40°	1.000	2.000	5.000	7.000	9.000
De 30° a 40°	0.500	1.000	2.000	5.000	7.000
De 20° a 30°	0.200	0.500	1.000	2.000	5.000
De 10° a 20°	0.143	0.200	0.500	1.000	2.000
Menor a 10°	0.111	0.143	0.200	0.500	1.000
SUMA	1.954	3.843	8.700	15.500	24.000
1/SUMA	0.512	0.260	0.115	0.065	0.042

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 31: Matriz de normalización de pares del parámetro pendiente del terreno

Pendientes del terreno	Mayor a 40°	De 30° a 40°	De 20° a 30°	De 10° a 20°	Menor a 10°	Vector Priorización
Mayor a 40°	0.512	0.520	0.575	0.452	0.375	0.487
De 30° a 40°	0.256	0.260	0.230	0.323	0.292	0.272
De 20° a 30°	0.102	0.130	0.115	0.129	0.208	0.137
De 10° a 20°	0.073	0.052	0.057	0.065	0.083	0.066
Menor a 10°	0.057	0.037	0.023	0.032	0.042	0.038

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 32: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro pendiente del terreno

IC	0.021
RC	0.019

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

4.5.3 Análisis De Factor Desencadenante

Se empleó el método de análisis jerárquico para calcular los pesos ponderados del factor desencadenante, tomando como referencia los niveles de precipitación de la estación meteorológica Chota según Senamhi (2014). Los resultados obtenidos se presentan a continuación:

a) Parámetro: Umbrales de precipitación máxima en 24 horas

Tabla 33: Matriz de comparación de pares del parámetro Umbrales de precipitación máxima en 24 horas

Umbrales de precipitación máxima en 24 hrs	Extremadamente lluvioso - Mayor a 36.6 mm/día	Muy lluvioso - De 23.4 a 36.6 mm/día	Lluvioso - De 17.4 a 23.4 mm/día	Moderadamente lluvioso - De 9.6 a 17.4 mm/día	Poco lluvioso - Menor a 9.6 mm/día
Extremadamente lluvioso - Mayor a 36.6 mm/día	1.000	2.000	5.000	7.000	9.000
Muy lluvioso - De 23.4 a 36.6 mm/día	0.500	1.000	2.000	5.000	7.000
Lluvioso - De 17.4 a 23.4 mm/día	0.200	0.500	1.000	2.000	5.000
Moderadamente lluvioso - De 9.6 a 17.4 mm/día	0.143	0.200	0.500	1.000	2.000
Poco lluvioso - Menor a 9.6 mm/día	0.111	0.143	0.200	0.500	1.000
SUMA	1.954	3.843	8.700	15.500	24.000
1/SUMA	0.512	0.260	0.115	0.065	0.042

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 34: Matriz de normalización de pares del parámetro Umbrales de precipitación máxima en 24 horas

Umbrales de precipitación máxima en 24 hrs	Extremadamente lluvioso - Mayor a 36.6 mm/día	Muy lluvioso - De 23.4 a 36.6 mm/día	Lluvioso - De 17.4 a 23.4 mm/día	Moderadamente lluvioso - De 9.6 a 17.4 mm/día	Poco lluvioso - Menor a 9.6 mm/día	Vector Priorización
Extremadamente lluvioso - Mayor a 36.6 mm/día	0.512	0.520	0.575	0.452	0.375	0.487
Muy lluvioso - De 23.4 a 36.6 mm/día	0.256	0.260	0.230	0.323	0.292	0.272
Lluvioso - De 17.4 a 23.4 mm/día	0.102	0.130	0.115	0.129	0.208	0.137
Moderadamente lluvioso - De 9.6 a 17.4 mm/día	0.073	0.052	0.057	0.065	0.083	0.066
Poco lluvioso - Menor a 9.6 mm/día	0.057	0.037	0.023	0.032	0.042	0.038

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 35: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro Umbrales de precipitación máxima en 24 horas.

IC	0.021
RC	0.019

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

La información meteorológica de la estación Chota indica que las precipitaciones más intensa se ha realizado en el transcurso de los días que se ha realizado el evento de movimiento en masas.

4.6 Definición De Escenarios

Por la ocurrencia de lluvias intensas con una intensidad muy elevada de 23.4 a 36.6 mm/día, en áreas con pendientes que superan los 30° y características geológicas de depósitos antropogénicos tanto consolidados como no consolidados, así como geoformas de vertientes aluviales; existe un riesgo significativo de deslizamientos en terrenos donde la altura de los materiales en movimiento supera los 15 metros. Estos deslizamientos podrían causar daños graves en la comunidad de Santa Rosa, afectando sus aspectos sociales, económicos y ambientales.

4.7 Niveles De Peligro – Movimiento En Masas

A continuación se presentan los niveles de peligro asociados con los deslizamientos en la zona evaluada, junto con sus rangos correspondientes determinados mediante el análisis jerárquico.

Tabla 36: Determinación del peligro

	Parámetro de Evaluación	Análisis de peligro del Territorio				Valor Peligro
Peso	0.3	0.7				
Peso	1	0.7			0.3	
	Parámetro de Evaluación	Factor Condicionante 1	Factor Condicionante 2	Factor Condicionante 3	Factor Desencadenante	
Peso	1.000	0.581	0.309	0.110	1.000	
	Volumen probable de la masa desplazada	1. Geomorfología	2. Geología	3. Pendientes del terreno	Umbrales de precipitación máxima en 24 hrs	
Descriptor 1	0.505	0.477	0.493	0.487	0.487	
Descriptor 2	0.262	0.261	0.262	0.272	0.272	0.264
Descriptor 3	0.136	0.151	0.145	0.137	0.137	0.142
Descriptor 4	0.060	0.075	0.061	0.066	0.066	0.066
Descriptor 5	0.037	0.036	0.039	0.038	0.038	0.037

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 37: Niveles de Peligro por movimiento en masas

NIVELES DE PELIGRO			
NIVEL	RANGO		
MUY ALTO	0.264	≤ R ≤	0.490
ALTO	0.142	≤ R <	0.264
MEDIO	0.066	≤ R <	0.142
BAJO	0.037	≤ R <	0.066

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

4.8 Estratificación Del Nivel De Peligro

En el siguiente cuadro muestra la matriz de peligrosidad obtenida, en el cual se ha determinado que existe niveles de peligrosidad en el terreno de: Muy Alto, Alto y Medio

Tabla 38: Matriz de peligro por movimientos en masas

N. Peligro	Descripción	Rangos
Muy Alto	Zonas de predominancia de pendiente del terreno mayor a 40°, con geología de depósito antropogénico inconsolidado o consolidado y geomorfología de vertiente aluvial, Con un umbral de precipitación máxima de intensidad Muy Lluviosa de 23.4 a 36.6 mm/día, se generarían deslizamientos de con volúmenes entre 1000000 a 10000000 m ³	0.264 < P ≤ 0.490
Alto	Zonas de predominancia de pendiente del terreno de 10° a 20°, con geología de depósito aluvial y geomorfología de montaña en rocas sedimentarias. Con un umbral de precipitación máxima de intensidad Muy Lluviosa de 17.4 a 23.4 mm/día, se generarían deslizamientos de con volúmenes entre 100000 a 1000000 m ³	0.142 < P ≤ 0.264
Medio	Zonas de predominancia de pendiente del terreno de 5° a 10°, con geología de Centro Volcánico Rumiorco-3 y geomorfología de montaña volcano sedimentaria antropizada. Con un umbral de precipitación máxima de intensidad Muy Lluviosa de 9.6 a 17.4 mm/día, se generarían deslizamientos de con volúmenes entre 10000 a 100000 m ³	0.066 < P ≤ 0.142
Bajo	Zonas de predominancia de pendiente del terreno menor a 5°, con geología de Formación Inca y geomorfología de montaña sedimentaria antropizada. Con un umbral de precipitación máxima de intensidad Muy Lluviosa de menos de 9.6 mm/día, se generarían deslizamientos de con volúmenes menores a 10000 m ³	0.037 ≤ P ≤ 0.066

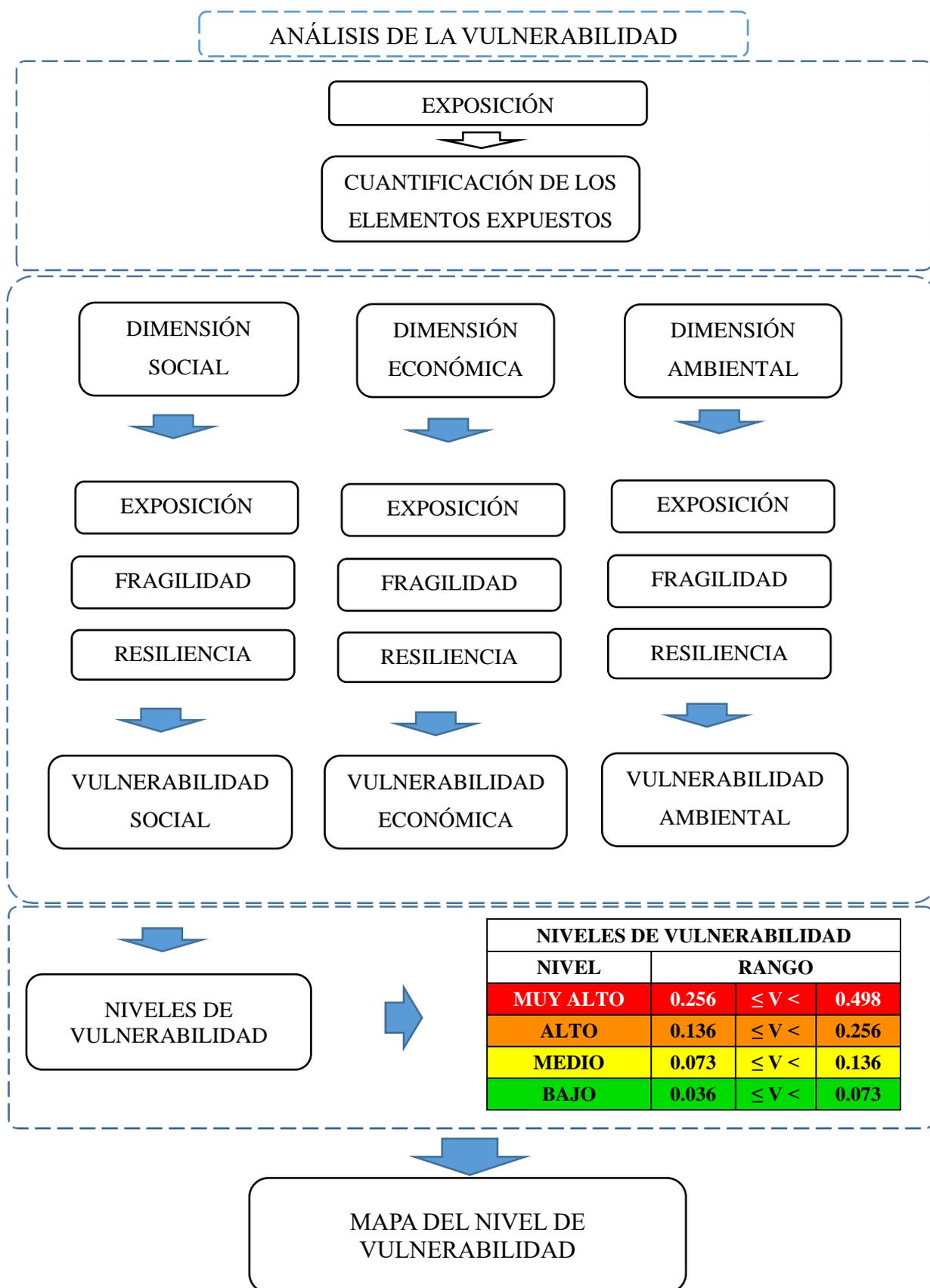
Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

4.2 ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

4.2.1. Metodología Para El Análisis De La Vulnerabilidad

Para evaluar los niveles de vulnerabilidad de los elementos expuestos que podrían sufrir daños debido a peligros, se llevó a cabo un análisis de los factores de vulnerabilidad en las dimensiones social, económica y ambiental. Se emplearon parámetros proyectados para identificar los aspectos de exposición, fragilidad y resiliencia en el entorno. El gráfico siguiente ilustra el proceso metodológico utilizado para determinar estos niveles de vulnerabilidad.

Grafico 4: Metodología del análisis de la vulnerabilidad.



Fuente: CENEPRED 2014

Los pesos ponderados para las dimensiones analizadas se obtuvieron mediante el siguiente proceso:

Tabla 39: Matriz de comparación de pares de los parámetros utilizados en el factor fragilidad.

Dimensión Social	Social	Económico	Ambiental
Social	1.00	3.00	4.00
Económico	0.33	1.00	2.00
Ambiental	0.25	0.50	1.00
SUMA	1.58	4.50	7.00
1/SUMA	0.63	0.22	0.14

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 40: Matriz de normalización de pares de los parámetros utilizados en el factor fragilidad.

Dimensión Social	Social	Económico	Ambiental	Vector Priorización
Social	0.632	0.667	0.571	0.623
Económico	0.211	0.222	0.286	0.239
Ambiental	0.158	0.111	0.143	0.137

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 41: Obtención de los resultados de la operación de matrices

Resultados de la operación de matrices			Vector Suma Ponderada
0.623	0.718	0.549	1.891
0.208	0.239	0.275	0.722
0.156	0.120	0.137	0.413

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 42: Calculando el vector suma promedio

Vector Suma Ponderado / Vector Priorización	
3.034	
3.014	
3.007	
SUMA	9.055
PROMEDIO	3.018

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 43: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico.

$(\lambda_{max} - n)/(n-1)$	IC	0.009
IC/ IA	RC	0.017

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

4.2.2. Análisis De La Dimensión Social

Tabla 44: Parámetros a utilizar en los factores (Exposición, Fragilidad, Resiliencia) de la Dimensión Social.

Dimensión Social		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Número de personas en el inmueble	Grupo etario de los habitantes	Participación en simulacros multipeligro
----	Tipo de discapacidad	Capacitación en gestión de riesgos de desastres
----	Tipo de acceso al agua de consumo	Conocimiento de peligros de la zona de localización
----	Tipo de servicios higiénicos	----

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 45: Matriz de comparación de pares de los factores de la Dimensión Social.

Dimensión Social	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	1.00	2.00	4.00
Fragilidad	0.50	1.00	3.00
Resiliencia	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.75	3.33	8.00
1/SUMA	0.57	0.30	0.13

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 46: Matriz de normalización de pares de los factores de la Dimensión Social.

Dimensión Social	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector Priorización
Exposición	0.571	0.600	0.500	0.557
Fragilidad	0.286	0.300	0.375	0.320
Resiliencia	0.143	0.100	0.125	0.123

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 47: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) de los factores de la Dimensión Social

IC	0.009
RC	0.017

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

4.2.2.1. Análisis de la Exposición en la Dimensión Social

Tabla 48: Parámetros utilizados en el factor Exposición de la Dimensión Social

Exposición Social	Vector Priorización
Número de personas en el inmueble	1.00
SUMA	1.00

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

a) Parámetro: Número de habitantes en la casa.

Tabla 49: Matriz de Comparación de pares del parámetro número de habitantes en la casa

Número de personas en el inmueble	Más de 11	De 6 a 10	De 3 a 5	De 1 a 2	Ninguna
Más de 11	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
De 6 a 10	0.33	1.00	2.00	4.00	7.00
De 3 a 5	0.20	0.50	1.00	2.00	5.00
De 1 a 2	0.14	0.25	0.50	1.00	3.00
Ninguna	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.89	8.70	14.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.20	0.11	0.07	0.04

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 50: Matriz de Normalización de pares del parámetro número de habitantes en la casa

Número de personas en el inmueble	Más de 11	De 6 a 10	De 3 a 5	De 1 a 2	Ninguna	Vector Priorización
Más de 11	0.560	0.613	0.575	0.488	0.360	0.519
De 6 a 10	0.187	0.204	0.230	0.279	0.280	0.236
De 3 a 5	0.112	0.102	0.115	0.140	0.200	0.134
De 1 a 2	0.080	0.051	0.057	0.070	0.120	0.076
Ninguna	0.062	0.029	0.023	0.023	0.040	0.036

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 51: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro número de habitantes en la casa

IC	0.035
RC	0.031

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

4.2.2.2 Análisis de la fragilidad en la Dimensión Social

Tabla: Parámetros utilizados en el factor fragilidad de la Dimensión Social

Fragilidad Social	Grupo etario de los habitantes	Tipo de discapacidad	Tipo de acceso al agua de consumo	Tipo de servicios higiénicos
Grupo etario de los habitantes	1.00	2.00	5.00	7.00
Tipo de discapacidad	0.50	1.00	3.00	5.00
Tipo de acceso al agua de consumo	0.20	0.33	1.00	2.00
Tipo de servicios higiénicos	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.84	3.53	9.50	15.00
1 / SUMA	0.54	0.28	0.11	0.07

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 52: Matriz de Normalización de pares del factor Fragilidad de la Dimensión Social.

Fragilidad Social	Grupo etario de los habitantes	Tipo de discapacidad	Tipo de acceso al agua de consumo	Tipo de servicios higiénicos	Vector Priorización
Grupo etario de los habitantes	0.543	0.566	0.526	0.467	0.525
Tipo de discapacidad	0.271	0.283	0.316	0.333	0.301
Tipo de acceso al agua de consumo	0.109	0.094	0.105	0.133	0.110
Tipo de servicios higiénicos	0.078	0.057	0.053	0.067	0.063

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 53: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del factor fragilidad de la dimensión social

IC	0.007
RC	0.008

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

a) Parámetro: Grupo etario de los habitantes

Tabla 54: Matriz de Comparación de pares del parámetro Grupo etario de los habitantes

Grupo etario de los habitantes	Menor a 18 o mayor a 65 años	De 18 a 25 años o entre 56 a 64 años	De 46 a 55 años	De 36 a 45 años	De 26 a 35 años
Menor a 18 o mayor a 65 años	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
De 18 a 25 años o entre 56 a 64 años	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
De 46 a 55 años	0.20	0.33	1.00	2.00	5.00
De 36 a 45 años	0.14	0.20	0.50	1.00	3.00
De 26 a 35 años	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.70	15.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.07	0.04

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 55: Matriz de Normalización de pares del parámetro Grupo etario de los habitantes

Grupo etario de los habitantes	Menor a 18 o mayor a 65 años	De 18 a 25 años o entre 56 a 64 años	De 46 a 55 años	De 36 a 45 años	De 26 a 35 años	Vector Priorización
Menor a 18 o mayor a 65 años	0.560	0.642	0.515	0.457	0.360	0.507
De 18 a 25 años o entre 56 a 64 años	0.187	0.214	0.309	0.326	0.280	0.263
De 46 a 55 años	0.112	0.071	0.103	0.130	0.200	0.123
De 36 a 45 años	0.080	0.043	0.052	0.065	0.120	0.072
De 26 a 35 años	0.062	0.031	0.021	0.022	0.040	0.035

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 56: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Grupo etario de los habitantes

IC	0.049
RC	0.044

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

b) Parámetro: tipo de discapacidad

Tabla 57: Matriz de Comparación de pares del parámetro tipo de discapacidad

Tipo de discapacidad	Visual	Motriz	Para oír y/o hablar	Mental Intelectual	Ninguna
Visual	1.00	2.00	5.00	6.00	9.00
Motriz	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Para oír y/o hablar	0.20	0.33	1.00	2.00	5.00
Mental Intelectual	0.17	0.20	0.50	1.00	3.00
Ninguna	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.98	3.68	9.70	14.33	25.00
1/SUMA	0.51	0.27	0.10	0.07	0.04

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 58: Matriz de Normalización de pares del parámetro tipo de discapacidad

Tipo de discapacidad	Visual	Motriz	Para oír y/o hablar	Mental Intelectual	Ninguna	Vector Priorización
Visual	0.506	0.544	0.515	0.419	0.360	0.469
Motriz	0.253	0.272	0.309	0.349	0.280	0.293
Para oír y/o hablar	0.101	0.091	0.103	0.140	0.200	0.127
Mental Intelectual	0.084	0.054	0.052	0.070	0.120	0.076
Ninguna	0.056	0.039	0.021	0.023	0.040	0.036

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 59: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro tipo de discapacidad

IC	0.036
RC	0.032

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

c) Parámetro: tipo de acceso a agua de consumo

Tabla 60: Matriz de Comparación de pares del parámetro tipo de acceso a agua de consumo

Tipo de acceso al agua de consumo	No tiene	De río sin tratamiento	De manantial sin tratamiento	Solo clorada	Potabilizada
No tiene	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
De río sin tratamiento	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
De manantial sin tratamiento	0.20	0.33	1.00	2.00	5.00
Solo clorada	0.14	0.20	0.50	1.00	3.00
Potabilizada	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.70	15.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.07	0.04

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 61: Matriz de Normalización de pares del parámetro tipo de acceso a agua de consumo

Tipo de acceso al agua de consumo	No tiene	De río sin tratamiento	De manantial sin tratamiento	Solo clorada	Potabilizada	Vector Priorización
No tiene	0.560	0.642	0.515	0.457	0.360	0.507
De río sin tratamiento	0.187	0.214	0.309	0.326	0.280	0.263
De manantial sin tratamiento	0.112	0.071	0.103	0.130	0.200	0.123
Solo clorada	0.080	0.043	0.052	0.065	0.120	0.072
Potabilizada	0.062	0.031	0.021	0.022	0.040	0.035

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 62: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro tipo de acceso a agua de consumo

IC	0.049
RC	0.044

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

d) Parámetro: tipo de servicios higiénicos

Tabla 63: Matriz de Comparación de pares del parámetro tipo de servicios higiénicos

Tipo de servicios higiénicos	No tiene	Río, quebrada, acequia	Pozo ciego, letrina	Biodigestor, tanque imhoff	Red pública de alcantarillado
No tiene	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Río, quebrada, acequia	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Pozo ciego, letrina	0.20	0.33	1.00	2.00	5.00
Biodigestor, tanque imhoff	0.14	0.20	0.50	1.00	3.00
Red pública de alcantarillado	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.70	15.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.07	0.04

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 64: Matriz de Normalización de pares del parámetro tipo de servicios higiénicos

Tipo de servicios higiénicos	No tiene	Río, quebrada, acequia	Pozo ciego, letrina	Biodigestor, tanque imhoff	Red pública de alcantarillado	Vector Priorización
No tiene	0.560	0.642	0.515	0.457	0.360	0.507
Río, quebrada, acequia	0.187	0.214	0.309	0.326	0.280	0.263
Pozo ciego, letrina	0.112	0.071	0.103	0.130	0.200	0.123
Biodigestor, tanque imhoff	0.080	0.043	0.052	0.065	0.120	0.072
Red pública de alcantarillado	0.062	0.031	0.021	0.022	0.040	0.035

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 65: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro tipo de servicios higiénicos

IC	0.049
RC	0.044

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

4.2.2.3 Análisis de la resiliencia en la Dimensión Social

Tabla 66: Parámetros utilizados en el factor resiliencia de la Dimensión Social

Resiliencia Social	Participación en simulacros multipeligro	Capacitación en gestión de riesgos de desastres	Conocimiento de peligros de la zona de localización
Participación en simulacros multipeligro	1.00	2.00	5.00
Capacitación en gestión de riesgos de desastres	0.50	1.00	2.00
Conocimiento de peligros de la zona de localización	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.70	3.50	8.00
1/SUMA	0.59	0.29	0.13

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 67: Matriz de Normalización de pares del factor resiliencia de la Dimensión Social.

Resiliencia Social	Participación en simulacros multipeligro	Capacitación en gestión de riesgos de desastres	Conocimiento de peligros de la zona de localización	Vector Priorización
Participación en simulacros multipeligro	0.588	0.571	0.625	0.595
Capacitación en gestión de riesgos de desastres	0.294	0.286	0.250	0.277
Conocimiento de peligros de la zona de localización	0.118	0.143	0.125	0.129

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 68: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del factor resiliencia de la dimensión social

IC	0.003
RC	0.005

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

a) Parámetro: participación en simulacro multipeligro

Tabla 69: Matriz de Comparación de pares del parámetro participación en simulacro multipeligro

Participación en simulacros multipeligro	No muestra interés	Muestra interés de vez en cuando	Actúa si hay incentivos	Participa para cumplir con la directiva	Participa proactivamente y lidera el ejercicio
No muestra interés	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Muestra interés de vez en cuando	0.33	1.00	2.00	5.00	8.00
Actúa si hay incentivos	0.20	0.50	1.00	3.00	5.00
Participa para cumplir con la directiva	0.14	0.20	0.33	1.00	2.00
Participa proactivamente y lidera el ejercicio	0.11	0.13	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.79	4.83	8.53	16.50	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.12	0.06	0.04

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 70: Matriz de Normalización de pares del parámetro participación en simulacro multipeligro

Participación en simulacros multipeligro	No muestra interés	Muestra interés de vez en cuando	Actúa si hay incentivos	Participa para cumplir con la directiva	Participa proactivamente y lidera el ejercicio	Vector Priorización
No muestra interés	0.560	0.622	0.586	0.424	0.360	0.510
Muestra interés de vez en cuando	0.187	0.207	0.234	0.303	0.320	0.250
Actúa si hay incentivos	0.112	0.104	0.117	0.182	0.200	0.143
Participa para cumplir con la directiva	0.080	0.041	0.039	0.061	0.080	0.060
Participa proactivamente y lidera el ejercicio	0.062	0.026	0.023	0.030	0.040	0.036

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 71: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro participación en simulacro multipeligro

IC	0.036
RC	0.033

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

b) Parámetro: capacitación en gestión de riesgos de desastres

Tabla 72: Matriz de Comparación de pares del parámetro capacitación en gestión de riesgos de desastres

Capacitación en gestión de riesgos de desastres	Nunca	1 vez cada 5 años	1 vez cada 3 años	1 vez cada 2 años	1 vez a año
Nunca	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
1 vez cada 5 años	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
1 vez cada 3 años	0.20	0.33	1.00	2.00	5.00
1 vez cada 2 años	0.14	0.20	0.50	1.00	3.00
1 vez a año	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.95	3.68	9.70	15.33	25.00
1/SUMA	0.51	0.27	0.10	0.07	0.04

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 73: Matriz de Normalización de pares del parámetro capacitación en gestión de riesgos de desastres

Capacitación en gestión de riesgos de desastres	Nunca	1 vez cada 5 años	1 vez cada 3 años	1 vez cada 2 años	1 vez a año	Vector Priorización
Nunca	0.512	0.544	0.515	0.457	0.360	0.478
1 vez cada 5 años	0.256	0.272	0.309	0.326	0.280	0.289
1 vez cada 3 años	0.102	0.091	0.103	0.130	0.200	0.125
1 vez cada 2 años	0.073	0.054	0.052	0.065	0.120	0.073
1 vez a año	0.057	0.039	0.021	0.022	0.040	0.036

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 74: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro capacitación en gestión de riesgos de desastres

IC	0.036
RC	0.032

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

c) Parámetro: conocimiento de peligro de la zona de localización

Tabla 75: Matriz de Comparación de pares del parámetro conocimiento de peligro de la zona de localización

Conocimiento de peligros de la zona de localización	No tiene conocimiento	Escaso conocimiento	Regular conocimiento	Tiene conocimiento	Conoce las causas y consecuencias
No tiene conocimiento	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Escaso conocimiento	0.33	1.00	2.00	5.00	7.00
Regular conocimiento	0.20	0.50	1.00	2.00	5.00
Tiene conocimiento	0.14	0.20	0.50	1.00	3.00
Conoce las causas y consecuencias	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.84	8.70	15.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.11	0.07	0.04

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 76: Matriz de Normalización de pares del parámetro conocimiento de peligro de la zona de localización

Conocimiento de peligros de la zona de localización	No tiene conocimiento	Escaso conocimiento	Regular conocimiento	Tiene conocimiento	Conoce las causas y consecuencias	Vector Priorización
No tiene conocimiento	0.560	0.619	0.575	0.457	0.360	0.514
Escaso conocimiento	0.187	0.206	0.230	0.326	0.280	0.246
Regular conocimiento	0.112	0.103	0.115	0.130	0.200	0.132
Tiene conocimiento	0.080	0.041	0.057	0.065	0.120	0.073
Conoce las causas y consecuencias	0.062	0.029	0.023	0.022	0.040	0.035

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 77: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro conocimiento de peligro de la zona de localización

IC	0.041
RC	0.037

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

4.2.3 Análisis De La Dimensión Económica

Tabla 78: Parámetros a utilizar en los factores (Exposición, Fragilidad, Resiliencia) de la Dimensión económica.

Dimensión Económica		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Cercanía del ambiente a la fuente del peligro	Sistemas de drenaje pluvial	Cumplimiento de la normatividad RNE en el diseño y construcción del inmueble
----	Material predominante - pared	Documento que acredita la titularidad del terreno
----	Material predominante - techo	Organización dentro de la comunidad

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 79: Matriz de comparación de pares de los factores de la Dimensión económica.

Dimensión Económica	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	1.00	3.00	5.00
Fragilidad	0.33	1.00	3.00
Resiliencia	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.53	4.33	9.00
1/SUMA	0.65	0.23	0.11

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 80: Matriz de normalización de pares de los factores de la Dimensión económica.

Dimensión Económica	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector Priorización
Exposición	0.652	0.692	0.556	0.633
Fragilidad	0.217	0.231	0.333	0.260
Resiliencia	0.130	0.077	0.111	0.106

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 81: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) de los factores de la Dimensión económica.

IC	0.019
RC	0.037

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

4.2.3.1 Análisis de la Exposición en la Dimensión económico

Tabla 82: Parámetros utilizados en el factor Exposición de la Dimensión económico

Exposición Económica	Vector Priorización
Cercanía del ambiente a la fuente del peligro	1.00
SUMA	1.00

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

a) Parámetro: cercanía de la vivienda al peligro

Tabla 83: Matriz de Comparación de pares del parámetro cercanía de la vivienda al peligro

Cercanía del ambiente a la fuente del peligro	Menor a 5m	Entre 5 a 15m	Entre 15 a 30m	Entre 30 a 50m	Mayor a 50m
Menor a 5m	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
Entre 5 a 15m	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
Entre 15 a 30m	0.25	0.50	1.00	3.00	5.00
Entre 30 a 50m	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Mayor a 50m	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.00	3.84	7.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.50	0.26	0.13	0.06	0.04

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 84: Matriz de Normalización de pares del parámetro cercanía de la vivienda al peligro

Cercanía del ambiente a la fuente del peligro	Menor a 5m	Entre 5 a 15m	Entre 15 a 30m	Entre 30 a 50m	Mayor a 50m	Vector Priorización
Menor a 5m	0.499	0.520	0.531	0.429	0.360	0.468
Entre 5 a 15m	0.250	0.260	0.265	0.306	0.280	0.272
Entre 15 a 30m	0.125	0.130	0.133	0.184	0.200	0.154
Entre 30 a 50m	0.071	0.052	0.044	0.061	0.120	0.070
Mayor a 50m	0.055	0.037	0.027	0.020	0.040	0.036

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 85: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro cercanía de la vivienda al peligro

IC	0.032
RC	0.028

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

4.2.3.2 Análisis de la fragilidad en la Dimensión Económica

Tabla 86: Parámetros utilizados en el factor fragilidad de la Dimensión económico

Fragilidad Económica	Sistemas de drenaje pluvial	Material predominante - pared	Material predominante - techo
Sistemas de drenaje pluvial	1.00	2.00	4.00
Material predominante - pared	0.50	1.00	2.00
Material predominante - techo	0.25	0.50	1.00
SUMA	1.75	3.50	7.00
1 / SUMA	0.57	0.29	0.14

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 87: Matriz de Normalización de pares del factor Fragilidad de la Dimensión económico

Fragilidad Económica	Sistemas de drenaje pluvial	Material predominante - pared	Material predominante - techo	Vector Priorización
Sistemas de drenaje pluvial	0.571	0.571	0.571	0.571
Material predominante - pared	0.286	0.286	0.286	0.286
Material predominante - techo	0.143	0.143	0.143	0.143

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 88: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del factor fragilidad de la dimensión económica.

IC	0.000
RC	0.000

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

a) Parámetro: Sistema de drenaje

Tabla 89: Matriz de Comparación de pares del parámetro Sistema de drenaje

Sistemas de drenaje pluvial	Ausente	No derivado al sistema de drenaje vial	Canalizado de tierra	Canalizado de geomembrana	Canalizado de concreto
Ausente	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
No derivado al sistema de drenaje vial	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Canalizado de tierra	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Canalizado de geomembrana	0.14	0.20	0.33	1.00	2.00
Canalizado de concreto	0.11	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.50	24.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 90: Matriz de Normalización de pares del parámetro Sistema de drenaje

Sistemas de drenaje pluvial	Ausente	No derivado al sistema de drenaje vial	Canalizado de tierra	Canalizado de geomembrana	Canalizado de concreto	Vector Priorización
Ausente	0.560	0.642	0.524	0.424	0.375	0.505
No derivado al sistema de drenaje vial	0.187	0.214	0.315	0.303	0.292	0.262
Canalizado de tierra	0.112	0.071	0.105	0.182	0.208	0.136
Canalizado de geomembrana	0.080	0.043	0.035	0.061	0.083	0.060
Canalizado de concreto	0.062	0.031	0.021	0.030	0.042	0.037

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 91: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Sistema de drenaje

IC	0.047
RC	0.042

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

b) Parámetro: Material predominante - pared

Tabla 92: Matriz de Comparación de pares del parámetro Material predominante - pared

Material predominante - pared	Rustico o improvisado (plástico y cartón)	Madera y estera	Tapial o adobe	Ladrillo y/o bloqueta de cemento	Concreto armado
Rustico o improvisado (plástico y cartón)	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
Madera y estera	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Tapial o adobe	0.20	0.33	1.00	2.00	5.00
Ladrillo y/o bloqueta de cemento	0.14	0.20	0.50	1.00	3.00
Concreto armado	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.95	3.68	9.70	15.33	25.00
1/SUMA	0.51	0.27	0.10	0.07	0.04

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 93: Matriz de Normalización de pares del parámetro Material predominante – pared

Material predominante - pared	Rustico o improvisado (plástico y cartón)	Madera y estera	Tapial o adobe	Ladrillo y/o bloqueta de cemento	Concreto armado	Vector Priorización
Rustico o improvisado (plástico y cartón)	0.512	0.544	0.515	0.457	0.360	0.478
Madera y estera	0.256	0.272	0.309	0.326	0.280	0.289
Tapial o adobe	0.102	0.091	0.103	0.130	0.200	0.125
Ladrillo y/o bloqueta de cemento	0.073	0.054	0.052	0.065	0.120	0.073
Concreto armado	0.057	0.039	0.021	0.022	0.040	0.036

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 94: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro tipo Material predominante - pared

IC	0.036
RC	0.032

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

c) Parámetro: material predominante – techo

Tabla 95: Matriz de Comparación de pares del parámetro material predominante – techo

Material predominante - techo	Caña o estera con torta de barro	Triplay / estera / carrizo	Teja	Planchas de calamina, calamina eternit o similares	Concreto armado o techo aligerado
Caña o estera con torta de barro	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Triplay / estera / carrizo	0.33	1.00	2.00	4.00	7.00
Teja	0.20	0.50	1.00	2.00	5.00
Planchas de calamina, calamina eternit o similares	0.14	0.25	0.50	1.00	3.00
Concreto armado o techo aligerado	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.89	8.70	14.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.20	0.11	0.07	0.04

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 96: Matriz de Normalización de pares del parámetro material predominante – techo

Material predominante - techo	Caña o estera con torta de barro	Triplay / estera / carrizo	Teja	Planchas de calamina, calamina eternit o similares	Concreto armado o techo aligerado	Vector Priorización
Caña o estera con torta de barro	0.560	0.613	0.575	0.488	0.360	0.519
Triplay / estera / carrizo	0.187	0.204	0.230	0.279	0.280	0.236
Teja	0.112	0.102	0.115	0.140	0.200	0.134
Planchas de calamina, calamina eternit o similares	0.080	0.051	0.057	0.070	0.120	0.076
Concreto armado o techo aligerado	0.062	0.029	0.023	0.023	0.040	0.036

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 97: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro material predominante – techo

IC	0.035
RC	0.031

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

4.2.3.3 Análisis de la resiliencia en la Dimensión económico

Tabla 98: Parámetros utilizados en el factor resiliencia de la Dimensión económico

Resiliencia Económica	Cumplimiento de la normatividad RNE en el diseño y construcción del inmueble	Documento que acredita la titularidad del terreno	Organización dentro de la comunidad
Cumplimiento de la normatividad RNE en el diseño y construcción del inmueble	1.00	2.00	4.00
Documento que acredita la titularidad del terreno	0.50	1.00	3.00
Organización dentro de la comunidad	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.75	3.33	8.00
1 / SUMA	0.57	0.30	0.13

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 99: Matriz de Normalización de pares del factor resiliencia de la Dimensión económico

Resiliencia Económica	Cumplimiento de la normatividad RNE en el diseño y construcción del inmueble	Documento que acredita la titularidad del terreno	Organización dentro de la comunidad	Vector Priorización
Cumplimiento de la normatividad RNE en el diseño y construcción del inmueble	0.571	0.600	0.500	0.557
Documento que acredita la titularidad del terreno	0.286	0.300	0.375	0.320
Organización dentro de la comunidad	0.143	0.100	0.125	0.123

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 100: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del factor resiliencia de la dimensión económico

IC	0.009
RC	0.017

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

a) Parámetro: Cumplimiento de la normatividad RNE en el diseño y construcción del inmueble

Tabla 101: Matriz de Comparación de pares del parámetro Cumplimiento de la normatividad rne en el diseño y construcción del inmueble

Cumplimiento de la normatividad RNE en el diseño y construcción del inmueble	No contempla mecanismos	Contempla solo un mecanismo	Contempla de 2 mecanismos	Contempla de 3 a 4 mecanismos	Contempla de 5 a más mecanismos
No contempla mecanismos	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Contempla solo un mecanismo	0.33	1.00	2.00	5.00	7.00
Contempla de 2 mecanismos	0.20	0.50	1.00	3.00	5.00
Contempla de 3 a 4 mecanismos	0.14	0.20	0.33	1.00	2.00
Contempla de 5 a más mecanismos	0.11	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.79	4.84	8.53	16.50	24.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.12	0.06	0.04

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 102: Matriz de Normalización de pares del parámetro Cumplimiento de la normatividad rne en el diseño y construcción del inmueble

Cumplimiento de la normatividad RNE en el diseño y construcción del inmueble	No contempla mecanismos	Contempla solo un mecanismo	Contempla de 2 mecanismos	Contempla de 3 a 4 mecanismos	Contempla de 5 a más mecanismos	Vector Priorización
No contempla mecanismos	0.560	0.619	0.586	0.424	0.375	0.513
Contempla solo un mecanismo	0.187	0.206	0.234	0.303	0.292	0.244
Contempla de 2 mecanismos	0.112	0.103	0.117	0.182	0.208	0.144
Contempla de 3 a 4 mecanismos	0.080	0.041	0.039	0.061	0.083	0.061
Contempla de 5 a más mecanismos	0.062	0.029	0.023	0.030	0.042	0.037

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 103: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Cumplimiento de la normatividad rne en el diseño y construcción del inmueble

IC	0.035
RC	0.032

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

b) Parámetro: Documento que acredita la titularidad del terreno

Tabla 104: Matriz de Comparación de pares del parámetro Documento que acredita la titularidad del terreno

Documento que acredita la titularidad del terreno	Posesión precaria, invasión	Constancia de posesión	Local alquilado	Título de propiedad no inscrito en RR. PP.	Título de propiedad inscrito en RR. PP.
Posesión precaria, invasión	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Constancia de posesión	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Local alquilado	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Título de propiedad no inscrito en RR. PP.	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Título de propiedad inscrito en RR. PP.	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 105: Matriz de Normalización de pares del parámetro Documento que acredita la titularidad del terreno

Documento que acredita la titularidad del terreno	Posesión precaria, invasión	Constancia de posesión	Local alquilado	Título de propiedad no inscrito en RR. PP.	Título de propiedad inscrito en RR. PP.	Vector Priorización
Posesión precaria, invasión	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Constancia de posesión	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Local alquilado	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Título de propiedad no inscrito en RR. PP.	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Título de propiedad inscrito en RR. PP.	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 106: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Documento que acredita la titularidad del terreno

IC	0.061
RC	0.054

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

c) Parámetro: Organización dentro de la comunidad

Tabla 107: Matriz de Comparación de pares del parámetro Organización dentro de la comunidad

Organización dentro de la comunidad	No cuenta con brigadas	Cuenta con brigadas externas	Tiene brigadas en formación	Tiene brigadas de emergencia	Tiene brigadas de emergencia equipadas y operativas
No cuenta con brigadas	1.00	2.00	4.00	6.00	7.00
Cuenta con brigadas externas	0.50	1.00	2.00	3.00	6.00
Tiene brigadas en formación	0.25	0.50	1.00	3.00	5.00
Tiene brigadas de emergencia	0.17	0.33	0.33	1.00	3.00
Tiene brigadas de emergencia equipadas y operativas	0.14	0.17	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.06	4.00	7.53	13.33	22.00
1/SUMA	0.49	0.25	0.13	0.08	0.05

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 108: Matriz de Normalización de pares del parámetro Organización dentro de la comunidad

Organización dentro de la comunidad	No cuenta con brigadas	Cuenta con brigadas externas	Tiene brigadas en formación	Tiene brigadas de emergencia	Tiene brigadas de emergencia equipadas y operativas	Vector Priorización
No cuenta con brigadas	0.486	0.500	0.531	0.450	0.318	0.457
Cuenta con brigadas externas	0.243	0.250	0.265	0.225	0.273	0.251
Tiene brigadas en formación	0.121	0.125	0.133	0.225	0.227	0.166
Tiene brigadas de emergencia	0.081	0.083	0.044	0.075	0.136	0.084
Tiene brigadas de emergencia equipadas y operativas	0.069	0.042	0.027	0.025	0.045	0.042

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 109: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Organización dentro de la comunidad

IC	0.042
RC	0.037

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

4.2.4 análisis de la dimensión ambiental

Tabla 110: Parámetros a utilizar en los factores (Exposición, Fragilidad, Resiliencia) de la Dimensión ambiental.

Dimensión Ambiental		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Ubicación de botadero de basura	Disposición final de aguas residuales	Segregación de residuos en fuente
----	Estado de conservación de la infraestructura de agua de consumo	Cercanía del inmueble a áreas verdes
----	Generación de residuos sólidos	----

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 111: Matriz de comparación de pares de los factores de la Dimensión ambiental.

Dimensión Ambiental	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	1.00	2.00	5.00
Fragilidad	0.50	1.00	2.00
Resiliencia	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.70	3.50	8.00
1/SUMA	0.59	0.29	0.13

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 112: Matriz de normalización de pares de los factores de la Dimensión ambiental.

Dimensión Ambiental	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector Priorización
Exposición	0.588	0.571	0.625	0.595
Fragilidad	0.294	0.286	0.250	0.277
Resiliencia	0.118	0.143	0.125	0.129

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 113: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) de los factores de la Dimensión ambiental.

IC	0.003
RC	0.005

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

4.2.4.1 Análisis de la Exposición en la Dimensión ambiental

Tabla 114: Parámetros utilizados en el factor Exposición de la Dimensión económico

Exposición Ambiental	Vector Priorización
Ubicación de botadero de basura	1.00
SUMA	1.00

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

a) Parámetro: ubicación de botadero de basura

Tabla 115: Matriz de Comparación de pares del parámetro ubicación de botadero de basura

Ubicación de botadero de basura	Menor a 30m del ambiente	Entre 30 a 50m del ambiente	Entre 50 a 100m del ambiente	Entre 100 a 200m del ambiente	Mayor a 200m del ambiente
Menor a 30m del ambiente	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Entre 30 a 50m del ambiente	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
Entre 50 a 100m del ambiente	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
Entre 100 a 200m del ambiente	0.17	0.25	0.50	1.00	3.00
Mayor a 200m del ambiente	0.13	0.17	0.25	0.33	1.00
SUMA	2.04	3.92	7.75	13.33	22.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.08	0.05

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 116: Matriz de Normalización de pares del parámetro ubicación de botadero de basura

Ubicación de botadero de basura	Menor a 30m del ambiente	Entre 30 a 50m del ambiente	Entre 50 a 100m del ambiente	Entre 100 a 200m del ambiente	Mayor a 200m del ambiente	Vector Priorización
Menor a 30m del ambiente	0.490	0.511	0.516	0.450	0.364	0.466
Entre 30 a 50m del ambiente	0.245	0.255	0.258	0.300	0.273	0.266
Entre 50 a 100m del ambiente	0.122	0.128	0.129	0.150	0.182	0.142
Entre 100 a 200m del ambiente	0.082	0.064	0.065	0.075	0.136	0.084
Mayor a 200m del ambiente	0.061	0.043	0.032	0.025	0.045	0.041

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 117: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro ubicación de botadero de basura

IC	0.023
RC	0.020

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

4.2.4.2 Análisis de la fragilidad en la Dimensión Ambiental

Tabla 118: Parámetros utilizados en el factor fragilidad de la Dimensión ambiental

Fragilidad Ambiental	Disposición final de aguas residuales	Estado de conservación de la infraestructura de agua de consumo	Generación de residuos sólidos
Disposición final de aguas residuales	1.00	3.00	4.00
Estado de conservación de la infraestructura de agua de consumo	0.33	1.00	2.00
Generación de residuos sólidos	0.25	0.50	1.00
SUMA	1.58	4.50	7.00
1 / SUMA	0.63	0.22	0.14

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 119: Matriz de Normalización de pares del factor Fragilidad de la Dimensión ambiental

Fragilidad Ambiental	Disposición final de aguas residuales	Estado de conservación de la infraestructura de agua de consumo	Generación de residuos sólidos	Vector Priorización
Disposición final de aguas residuales	0.632	0.667	0.571	0.623
Estado de conservación de la infraestructura de agua de consumo	0.211	0.222	0.286	0.239
Generación de residuos sólidos	0.158	0.111	0.143	0.137

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 120: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del factor fragilidad de la dimensión ambiental.

IC	0.009
RC	0.017

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

a) Parámetro: Disposición final de aguas residuales

Tabla 121: Matriz de Comparación de pares del parámetro Disposición final de aguas residuales

Disposición final de aguas residuales	Terrenos aledaños	Directamente al río, quebrada o acequia	Emisario sub acuático en el río	Poza de oxidación	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
Terrenos aledaños	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Directamente al río, quebrada o acequia	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
Emisario sub acuático en el río	0.25	0.50	1.00	3.00	5.00
Poza de oxidación	0.17	0.20	0.33	1.00	2.00
Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	0.13	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	2.04	3.84	7.53	15.50	23.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.06	0.04

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 122: Matriz de Normalización de pares del parámetro Disposición final de aguas residuales

Disposición final de aguas residuales	Terrenos aledaños	Directamente al río, quebrada o acequia	Emisario sub acuático en el río	Poza de oxidación	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	Vector Priorización
Terrenos aledaños	0.490	0.520	0.531	0.387	0.348	0.455
Directamente al río, quebrada o acequia	0.245	0.260	0.265	0.323	0.304	0.280
Emisario sub acuático en el río	0.122	0.130	0.133	0.194	0.217	0.159
Poza de oxidación	0.082	0.052	0.044	0.065	0.087	0.066
Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	0.061	0.037	0.027	0.032	0.043	0.040

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 123: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Disposición final de aguas residuales

IC	0.024
RC	0.022

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

b) Parámetro: Estado de conservación de la infraestructura de agua de consumo

Tabla 124: Matriz de Comparación de pares del parámetro Estado de conservación de la infraestructura de agua de consumo

Estado de conservación de la infraestructura de agua de consumo	Muy mala	Mala	Regular	Buena	Muy buena
Muy mala	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Mala	0.33	1.00	2.00	4.00	7.00
Regular	0.20	0.50	1.00	2.00	5.00
Buena	0.14	0.25	0.50	1.00	3.00
Muy buena	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.89	8.70	14.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.20	0.11	0.07	0.04

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 125: Matriz de Normalización de pares del parámetro Estado de conservación de la infraestructura de agua de consumo

Estado de conservación de la infraestructura de agua de consumo	Muy mala	Mala	Regular	Buena	Muy buena	Vector Priorización
Muy mala	0.560	0.613	0.575	0.488	0.360	0.519
Mala	0.187	0.204	0.230	0.279	0.280	0.236
Regular	0.112	0.102	0.115	0.140	0.200	0.134
Buena	0.080	0.051	0.057	0.070	0.120	0.076
Muy buena	0.062	0.029	0.023	0.023	0.040	0.036

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 126: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Estado de conservación de la infraestructura de agua de consumo

IC	0.035
RC	0.031

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

c) Parámetro: Generación de residuos sólidos

Tabla 127: Matriz de Comparación de pares del parámetro Generación de residuos sólidos

Generación de residuos sólidos	Siempre	Casi siempre	A menudo	Pocas veces	Nunca
Siempre	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Casi siempre	0.33	1.00	2.00	5.00	7.00
A menudo	0.20	0.50	1.00	2.00	5.00
Pocas veces	0.14	0.20	0.50	1.00	3.00
Nunca	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.84	8.70	15.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.11	0.07	0.04

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 128: Matriz de Normalización de pares del parámetro Generación de residuos sólidos

Generación de residuos sólidos	Siempre	Casi siempre	A menudo	Pocas veces	Nunca	Vector Priorización
Siempre	0.560	0.619	0.575	0.457	0.360	0.514
Casi siempre	0.187	0.206	0.230	0.326	0.280	0.246
A menudo	0.112	0.103	0.115	0.130	0.200	0.132
Pocas veces	0.080	0.041	0.057	0.065	0.120	0.073
Nunca	0.062	0.029	0.023	0.022	0.040	0.035

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 129: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Generación de residuos sólidos

IC	0.041
RC	0.037

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

4.2.4.3 Análisis de la resiliencia en la Dimensión ambiental

Tabla 130: Parámetros utilizados en el factor resiliencia de la Dimensión ambiental

Resiliencia Ambiental	Vector Priorización
Segregación de residuos en fuente	0.40
Cercanía del inmueble a áreas verdes	0.60
SUMA	1.00

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

a) Parámetro: Segregación de residuos en fuente

Tabla 131: Matriz de Comparación de pares del parámetro Segregación de residuos en fuente

Segregación de residuos en fuente	Nunca	Pocas veces	A menudo	Casi siempre	Siempre
Nunca	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
Pocas veces	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
A menudo	0.25	0.50	1.00	3.00	5.00
Casi siempre	0.14	0.25	0.33	1.00	3.00
Siempre	0.11	0.17	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.00	3.92	7.53	15.33	24.00
1/SUMA	0.50	0.26	0.13	0.07	0.04

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 132: Matriz de Normalización de pares del parámetro Segregación de residuos en fuente

Segregación de residuos en fuente	Nunca	Pocas veces	A menudo	Casi siempre	Siempre	Vector Priorización
Nunca	0.499	0.511	0.531	0.457	0.375	0.474
Pocas veces	0.250	0.255	0.265	0.261	0.250	0.256
A menudo	0.125	0.128	0.133	0.196	0.208	0.158
Casi siempre	0.071	0.064	0.044	0.065	0.125	0.074
Siempre	0.055	0.043	0.027	0.022	0.042	0.038

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 133: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Segregación de residuos en fuente

IC	0.031
RC	0.028

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

b) Parámetro: Cercanía del inmueble a áreas verdes

Tabla 134: Matriz de Comparación de pares del parámetro Cercanía del inmueble a áreas verdes

Cercanía del inmueble a áreas verdes	Mayor a 200m del ambiente	Entre 100 a 200m del ambiente	Entre 50 a 100m del ambiente	Entre 30 a 50m del ambiente	Menor a 30m del ambiente
Mayor a 200m del ambiente	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Entre 100 a 200m del ambiente	0.33	1.00	2.00	5.00	7.00
Entre 50 a 100m del ambiente	0.20	0.50	1.00	2.00	5.00
Entre 30 a 50m del ambiente	0.14	0.20	0.50	1.00	3.00
Menor a 30m del ambiente	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.84	8.70	15.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.11	0.07	0.04

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 135: Matriz de Normalización de pares del parámetro Cercanía del inmueble a áreas verdes

Cercanía del inmueble a áreas verdes	Mayor a 200m del ambiente	Entre 100 a 200m del ambiente	Entre 50 a 100m del ambiente	Entre 30 a 50m del ambiente	Menor a 30m del ambiente	Vector Priorización
Mayor a 200m del ambiente	0.560	0.619	0.575	0.457	0.360	0.514
Entre 100 a 200m del ambiente	0.187	0.206	0.230	0.326	0.280	0.246
Entre 50 a 100m del ambiente	0.112	0.103	0.115	0.130	0.200	0.132
Entre 30 a 50m del ambiente	0.080	0.041	0.057	0.065	0.120	0.073
Menor a 30m del ambiente	0.062	0.029	0.023	0.022	0.040	0.035

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 136: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Cercanía del inmueble a áreas verdes

IC	0.041
RC	0.037

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

4.2.5. Nivel De Vulnerabilidad

En el siguiente cuadro resume el análisis de la vulnerabilidad realizado, centrándose en las dimensiones, factores, parámetros y sus respectivos descriptores. Estos elementos se evaluaron y priorizaron mediante el análisis jerárquico presentado.

Tabla 137: Resumen de los descriptores, parámetros, factores y dimensiones utilizados en el análisis de la vulnerabilidad, y sus pesos ponderados obtenidos mediante el análisis jerárquico.

DIMENSIÓN		FACTOR		PARÁMETRO		DESCRIPTOR					
NOMBRE	PESO	NOMBRE	PESO	NOMBRE	PESO	CLASIFICACIÓN	PESO				
SOCIAL	0.623	EXPOSICIÓN SOCIAL	0.557	Número de personas en el inmueble	1.000	Más de 11	0.519				
						De 6 a 10	0.236				
						De 3 a 5	0.134				
						De 1 a 2	0.076				
						Ninguna	0.036				
		FRAGILIDAD SOCIAL	0.320	Grupo etario de los habitantes	0.525			Menor a 18 o mayor a 65 años	0.507		
								De 18 a 25 años o entre 56 a 64 años	0.263		
								De 46 a 55 años	0.123		
								De 36 a 45 años	0.072		
								De 26 a 35 años	0.035		
				Tipo de discapacidad	0.301					Visual	0.469
										Motriz	0.293
										Para oír y/o hablar	0.127
				Tipo de acceso al agua de consumo	0.110					Mental Intelectual	0.076
										Ninguna	0.036
										No tiene	0.507
										De río sin tratamiento	0.263
				Tipo de servicios higiénicos	0.063					De manantial sin tratamiento	0.123
										Solo clorada	0.072
										Potabilizada	0.035
										No tiene	0.507
										Río, quebrada, acequia	0.263
		Resiliencia SOCIAL	0.123	Participación en simulacros multipeligro	0.595			Pozo ciego, letrina	0.123		
								Biodigestor, tanque imhoff	0.072		
								Red pública de alcantarillado	0.035		
								No muestra interés	0.510		
								Muestra interés de vez en cuando	0.250		
Capacitación en gestión de riesgos de desastres	0.277							Actúa si hay incentivos	0.143		
								Participa para cumplir con la directiva	0.060		
								Participa proactivamente y lidera el ejercicio	0.036		
								Nunca	0.478		
								1 vez cada 5 años	0.289		
	0.129					1 vez cada 3 años	0.125				
						1 vez cada 2 años	0.073				
						1 vez a año	0.036				
						No tiene conocimiento	0.514				

ECONÓMICA	0.239		Conocimiento de peligros de la zona de localización	Escaso conocimiento	0.246		
				Regular conocimiento	0.132		
				Tiene conocimiento	0.073		
				Conoce las causas y consecuencias	0.035		
		EXPOSICIÓN ECONÓMICA	0.633	Cercanía del ambiente a la fuente del peligro	1.000	Menor a 5m	0.468
						Entre 5 a 15m	0.272
						Entre 15 a 30m	0.154
						Entre 30 a 50m	0.070
						Mayor a 50m	0.036
		FRAGILIDAD ECONÓMICA	0.260	Sistemas de drenaje pluvial	0.571	Ausente	0.505
						No derivado al sistema de drenaje vial	0.262
						Canalizado de tierra	0.136
						Canalizado de geomembrana	0.060
						Canalizado de concreto	0.037
				Material predominante - pared	0.286	Rústico o improvisado (plástico y cartón)	0.478
						Madera y estera	0.289
						Tapial o adobe	0.125
						Ladrillo y/o bloqueta de cemento	0.073
				Material predominante - techo	0.143	Concreto armado	0.036
						Caña o estera con torta de barro	0.519
						Triplay / estera / carrizo	0.236
		Teja	0.134				
		Planchas de calamina, calamina eternit o similares	0.076				
		RESILIENCIA ECONÓMICA	0.106	Cumplimiento de la normatividad RNE en el diseño y construcción del inmueble	0.557	Concreto armado o techo aligerado	0.036
						No contempla mecanismos	0.513
						Contempla solo un mecanismo	0.244
						Contempla de 2 mecanismos	0.144
Contempla de 3 a 4 mecanismos	0.061						
Documento que acredita la titularidad del terreno	0.320			Contempla de 5 a más mecanismos	0.037		
				Poseción precaria, invasión	0.503		
				Constancia de posesión	0.260		
				Local alquilado	0.134		
				Título de propiedad no inscrito en RR. PP.	0.068		
Organización dentro de la comunidad	0.123			Título de propiedad inscrito en RR. PP.	0.035		
				No cuenta con brigadas	0.457		
				Cuenta con brigadas externas	0.251		
				Tiene brigadas en formación	0.166		
				Tiene brigadas de emergencia	0.084		
				Tiene brigadas de emergencia equipadas y operativas	0.042		

AMBIENTAL	0.137	EXPOSICIÓN AMBIENTAL	0.595	Ubicación de botadero de basura	1.000	Menor a 30m del ambiente	0.466
						Entre 30 a 50m del ambiente	0.266
						Entre 50 a 100m del ambiente	0.142
						Entre 100 a 200m del ambiente	0.084
						Mayor a 200m del ambiente	0.041
		FRAGILIDAD AMBIENTAL	0.277	Disposición final de aguas residuales	0.623	Terrenos aledaños	0.514
						Directamente al río, quebrada o acequia	0.246
						Emisario sub acuático en el río	0.132
						Poza de oxidación	0.073
						Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	0.035
				Estado de conservación de la infraestructura de agua de consumo	0.239	Muy mala	0.519
						Mala	0.236
						Regular	0.134
						Buena	0.076
						Muy buena	0.036
		Generación de residuos sólidos	0.137	Siempre	0.455		
				Casi siempre	0.280		
				A menudo	0.159		
				Pocas veces	0.066		
				Nunca	0.040		
Resiliencia AMBIENTAL	0.129	Segregación de residuos en fuente	0.400	Nunca	0.474		
				Pocas veces	0.256		
				A menudo	0.158		
				Casi siempre	0.074		
				Siempre	0.038		
		Cercanía del inmueble a áreas verdes	0.600	Mayor a 200m del ambiente	0.514		
				Entre 100 a 200m del ambiente	0.246		
				Entre 50 a 100m del ambiente	0.132		
				Entre 30 a 50m del ambiente	0.073		
				Menor a 30m del ambiente	0.035		

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

A continuación se presentan los niveles de vulnerabilidad calculados

Tabla 138: niveles de vulnerabilidad

NIVELES DE VULNERABILIDAD			
NIVEL	RANGO		
MUY ALTO	0.256	$\leq V <$	0.498
ALTO	0.136	$\leq V <$	0.256
MEDIO	0.073	$\leq V <$	0.136
BAJO	0.036	$\leq V <$	0.073

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

4.2.6 Estratificación De La Vulnerabilidad

A continuación se muestra la matriz de vulnerabilidad obtenida

Tabla 139: Estratificación de la Vulnerabilidad

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
MUY ALTO	presencia de personas menores de 18 o mayores de 70 años siempre; presencia de personas con algún tipo de discapacidad siempre; no tienen acceso al agua de consumo; no tienen servicios higiénicos; no muestran interés en participar en simulacros multipeligro; nunca han sido capacitado en temas de gestión de riesgo; no tienen conocimiento de los peligros con los que conviven; cercanía del ambiente a la fuente del peligro menor a 5m; material predominante - pared rustico o improvisado (plástico y cartón); material predominante – techo de caña o estera con torta de barro o cemento; estado de conservación del ambiente calamitoso; no contempla mecanismos ante la ocurrencia de desastres; no cuenta con brigadas; ubicación de botadero de basura menor a 30m del ambiente; disposición final de las aguas residuales en terrenos aledaños; estado de conservación de la infraestructura de agua de consumo muy mala; sin recojo de residuos sólidos; no tiene capacitación en temas de conservación ambiental; no tiene conocimientos de reciclaje.	$0.256 \leq V < 0.497$
ALTO	presencia de personas menores de 18 o mayores de 70 años la mayoría de veces; presencia de personas con algún tipo de discapacidad la mayoría de veces; no tienen acceso al agua de consumo; tipo de acceso al agua de consumo del río sin tratamiento; el río, quebrada o acequia como tipo de servicios higiénicos; muestra interés de vez en cuando en participación en simulacros multipeligro; cercanía del ambiente a la fuente del peligro de entre 5 a 15m; contempla solo un mecanismo ante la ocurrencia de desastres; cuenta con brigadas externas; ubicación de botadero de basura de entre 30 a 50m del ambiente; estado de conservación de la infraestructura de agua de consumo mala; botadero en el cauce del río; ha oído capacitaciones en temas de conservación ambiental; ha oído temas de reciclaje.	$0.136 \leq V < 0.256$
MEDIO	presencia de personas menores de 18 o mayores de 70 años a veces; presencia de personas con algún tipo de discapacidad a veces; no tienen acceso al agua de consumo; tipo de servicios higiénicos de pozo ciego, letrina; actúan si hay incentivos en simulacros multipeligro; son capacitados en temas de gestión de riesgo 1 vez cada 3 años; tienen regular conocimiento de los peligros con los que convive;; material predominante – techo de tejas; ambiente con refacciones; contempla 2 mecanismos ante la ocurrencia de desastres; disposición final de las aguas residuales emisario subacuático en el río; manejo y disposición de residuos sólidos recojo de moto furgón (reciclador); sabe poco de temas de conservación ambiental; sabe poco de temas de reciclaje.	$0.073 \leq V < 0.136$
BAJO	presencia de personas menores de 18 o mayores de 70 años muy esporádico o nunca; presencia de personas con algún tipo de discapacidad muy esporádico o nunca; no tienen acceso al agua de consumo; participa para cumplir con la directiva o participa proactivamente y lidera el ejercicio en simulacros multipeligro; cercanía del ambiente a la fuente del peligro de entre 30 a 50m o mayor a 50m; material predominante – techo de planchas de calamina, calamina eternit o similares o de concreto armadotiene brigadas de emergencia o tiene brigadas de emergencia equipadas y operativas; ubicación de botadero de basura entre 100 a 200m del ambiente o mayor a 200m del ambiente; manejo y disposición de residuos sólidos de recojo municipal (compactadora) o no genera (ambiente abandonado); sabe o sabe y aplica lo entendido en temas de conservación ambiental; sabe o sabe y aplica lo entendido sobre temas de reciclaje.	$0.036 \leq V < 0.073$

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)



LEYENDA

Nivel de Vulnerabilidad

- Muy Alto
- Alto
- Medio

SIMBOLOGIA

- Area de Investigación

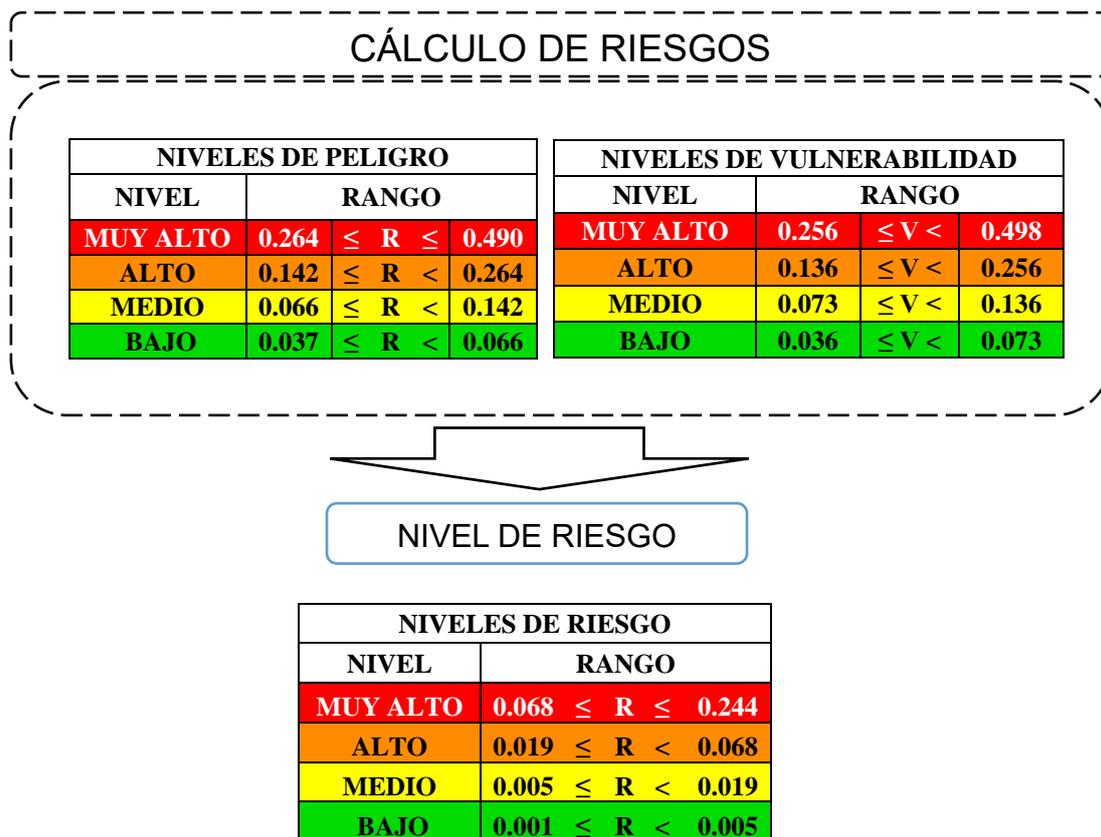
Imagen N° 11: Plano De Vulnerabilidad

4.3 CÁLCULO DE RIESGO

4.3.1 Metodología Para El Cálculo Del Riesgo

Para calcular el riesgo asociado con los movimientos en masa en la comunidad de Santa Rosa, se aplican los métodos descritos en el Manual de Evaluación de Riesgos por fenómenos naturales (versión 2 – CENEPRED).

Grafico 5: Flujograma para estimar los niveles del riesgo.



Fuente: CENEPRED, 2014

En líneas generales, el riesgo se define al vincular el peligro con la vulnerabilidad de los elementos afectados, con el propósito de identificar las posibles repercusiones y efectos sociales, físicos y económicos derivados de los eventos analizados. Los términos peligro, vulnerabilidad y riesgo son universalmente reconocidos y se basan en la ecuación establecida por la Ley N°29664, que establece el Sistema Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres. Esta ecuación expresa el riesgo como una función $f()$ del peligro y la vulnerabilidad.

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

Dónde:

R = Riesgo

f = En función

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

V_e = Vulnerabilidad de un elemento expuesto e

4.3.2 Nivel De Riesgo Por Deslizamiento De Suelos

Los niveles de riesgo por deslizamiento de suelos de la zona del proyecto evaluado, se detallan a continuación:

Tabla 140: Cálculo de los valores de riesgo por Deslizamiento de suelos

VALOR DE PELIGRO (P)	VALOR DE LA VULNERABILIDAD (V)	RIESGO (P*V=R)
0.490	0.498	0.244
0.264	0.256	0.068
0.142	0.136	0.019
0.066	0.073	0.005
0.037	0.036	0.001

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Tabla 141: Niveles de Riesgo por Deslizamiento de suelos.

NIVELES DE RIESGO	
NIVEL	RANGO
MUY ALTO	0.068 ≤ R ≤ 0.244
ALTO	0.019 ≤ R < 0.068
MEDIO	0.005 ≤ R < 0.019
BAJO	0.001 ≤ R < 0.005

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

4.3.3 Matriz de riesgo por deslizamiento

Tabla 142: Matriz del Riesgo por Deslizamiento de suelos.

PMA	0.490	0.036	0.067	0.125	0.244
PA	0.264	0.019	0.036	0.068	0.132
PM	0.142	0.010	0.019	0.036	0.071
PB	0.066	0.005	0.009	0.017	0.033
		0.073	0.136	0.256	0.498
		VB	VM	VA	VMA

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

4.3.4 Estratificación del nivel de riesgo por deslizamiento de suelos

Tabla 143: Estratificación del nivel de riesgo por deslizamiento de suelos.

Nivel de riesgo	Descripción	Rangos
Muy Alto	Zonas de predominancia de pendiente del terreno mayor a 40°, con geología de depósito antropogénico inconsolidado o consolidado y geomorfología de vertiente aluvial, Con un umbral de precipitación máxima de intensidad Muy Lluviosa de 23.4 a 36.6 mm/día, se generarían deslizamientos de con volúmenes entre 1000000 a 10000000 m ³ , presencia de personas menores de 18 o mayores de 70 años siempre; presencia de personas con algún tipo de discapacidad siempre; no tienen acceso al agua de consumo; no tienen servicios higiénicos; no muestran interés en participar en simulacros multipeligro; nunca han sido capacitado en temas de gestión de riesgo; no tienen conocimiento de los peligros con los que conviven; cercanía del ambiente a la fuente del peligro menor a 5m; material predominante - pared rustico o improvisado (plástico y cartón); material predominante – techo de caña o estera con torta de barro o cemento; estado de conservación del ambiente calamitoso; no contempla mecanismos ante la ocurrencia de desastres; no cuenta con brigadas; ubicación de botadero de basura menor a 30m del ambiente; disposición final de las aguas residuales en terrenos aledaños; estado de conservación de la infraestructura de agua de consumo muy mala; sin recojo de residuos sólidos; no tiene capacitación en temas de conservación ambiental; no tiene conocimientos de reciclaje.	0.068 <R≤0.244
Riesgo Alto	Zonas de predominancia de pendiente del terreno de 10° a 20°, con geología de depósito aluvial y geomorfología de montaña en rocas sedimentarias. Con un umbral de precipitación máxima de intensidad Muy Lluviosa de 17.4 a 23.4 mm/día, se generarían deslizamientos de con volúmenes entre 100000 a 1000000 m ³ , presencia de personas menores de 18 o mayores de 70 años la mayoría de veces; presencia de personas con algún tipo de discapacidad la mayoría de veces; no tienen acceso al agua de consumo; tipo de acceso al agua de consumo del río sin tratamiento; el río, quebrada o acequia como tipo de servicios higiénicos; muestra interés de vez en cuando en participación en simulacros multipeligro; cercanía del ambiente a la fuente del peligro de entre 5 a 15m; contempla solo un mecanismo ante la ocurrencia de desastres; cuenta con brigadas externas; ubicación de botadero de basura de entre 30 a 50m del ambiente; disposición final de las aguas residuales directamente al río, quebrada o acequia; estado de conservación de la infraestructura de agua de consumo mala; botadero en el cauce del río; ha oído capacitaciones en temas de conservación ambiental; ha oído temas de reciclaje	0.019 <R≤ 0.068

Nivel de riesgo	Descripción	Rangos
Riesgo Medio	<p>Zonas de predominancia de pendiente del terreno de 5° a 10°, con geología de Centro Volcánico Rumiorco-3 y geomorfología de montaña volcánica sedimentaria antropizada. Con un umbral de precipitación máxima de intensidad Muy Lluviosa de 9.6 a 17.4 mm/día, se generarían deslizamientos de con volúmenes entre 10000 a 100000 m³, presencia de personas menores de 18 o mayores de 70 años a veces; presencia de personas con algún tipo de discapacidad a veces; no tienen acceso al agua de consumo; tipo de servicios higiénicos de pozo ciego, letrina; actúan si hay incentivos en simulacros multipeligro; son capacitados en temas de gestión de riesgo 1 vez cada 3 años; tienen regular conocimiento de los peligros con los que convive; cercanía del ambiente a la fuente del peligro entre 15 a 30m; material predominante – pared de tapial o adobe; material predominante – techo de tejas; ambiente con refacciones; contempla 2 mecanismos ante la ocurrencia de desastres; disposición final de las aguas residuales emisario subacuático en el río; manejo y disposición de residuos sólidos recojo de moto furgón (reciclador); sabe poco de temas de conservación ambiental; sabe poco de temas de reciclaje.</p>	0.005<R≤0.019
Riesgo Bajo	<p>Zonas de predominancia de pendiente del terreno menor a 5°, con geología de Formación Inca y geomorfología de montaña sedimentaria antropizada. Con un umbral de precipitación máxima de intensidad Muy Lluviosa de menos de 9.6 mm/día, se generarían deslizamientos de con volúmenes menores a 10000 m³, presencia de personas menores de 18 o mayores de 70 años muy esporádico o nunca; presencia de personas con algún tipo de discapacidad muy esporádico o nunca; no tienen acceso al agua de consumo; tipo de servicios higiénicos de biodigestor, tanque imhoff o red pública de alcantarillado; participa para cumplir con la directiva o participa proactivamente y lidera el ejercicio en simulacros multipeligro; son capacitados en temas de gestión de riesgo 1 vez cada 2 años o 1 vez a año; tiene conocimiento o conoce las causas y consecuencias de los peligros con los que convive; cercanía del ambiente a la fuente del peligro de entre 30 a 50m o mayor a 50m; material predominante – pared de ladrillo y/o bloqueta de cemento o de concreto armado; material predominante – techo de planchas de calamina, calamina eternit o similares o de concreto armado tiene brigadas de emergencia o tiene brigadas de emergencia equipadas y operativas; ubicación de botadero de basura entre 100 a 200m del ambiente o mayor a 200m del ambiente; manejo y disposición de residuos sólidos de recojo municipal (compactadora) o no genera (ambiente abandonado); sabe o sabe y aplica lo entendido en temas de conservación ambiental; sabe o sabe y aplica lo entendido sobre temas de reciclaje</p>	0.001≤R<0.005

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

4.3.5 Calculo de perdidas

En la zona bajo evaluación se han registrado los siguientes daños materiales.

- Cinco viviendas han sido completamente destruidas
- Doce viviendas ya no son habitables.
- treinta viviendas han sido afectadas, mostrando grietas en sus paredes y losas.
- Se ha perdido una superficie de 28.144 hectáreas de terrenos destinados a la agricultura.
- Un tramo de 500 metros de la carretera Chota – Santa Rosa Bajo ha sido afectado.
- Se ha observado un daño significativo en los muros de contención y el estribo izquierdo del puente Las Lagunas.
- Han surgido nuevas corrientes de agua en la zona del deslizamiento.
- La quebrada Potrera ha experimentado embalsamiento.



*Foto N°: 29: Vivienda completamente destruida a causa del deslizamiento
Coordenadas: E: 761403.98 N: 9273801.52 C: 2466 m.s.n.m.*



*Foto N°: 30: Vivienda inhabitable a causa del deslizamiento
Coordenadas: E: 761455.45 N: 9273813.06 C: 2470 m.s.n.m.*



*Foto N°: 31: Tramo de la carretera afectado
Coordenadas: E: 761427.02 N: 9273780.77 C: 2470 m.s.n.m.*



Foto N°: 32: Fracturas en las casas en el deslizamiento
Coordenadas: E: 761788.14 N: 9273631.17 C: 2515 m.s.n.m.



Foto N°: 33: Área afectada por el deslizamiento
Coordenadas: E: 761648.71 N: 9273777.49 C: 2488 m.s.n.m.

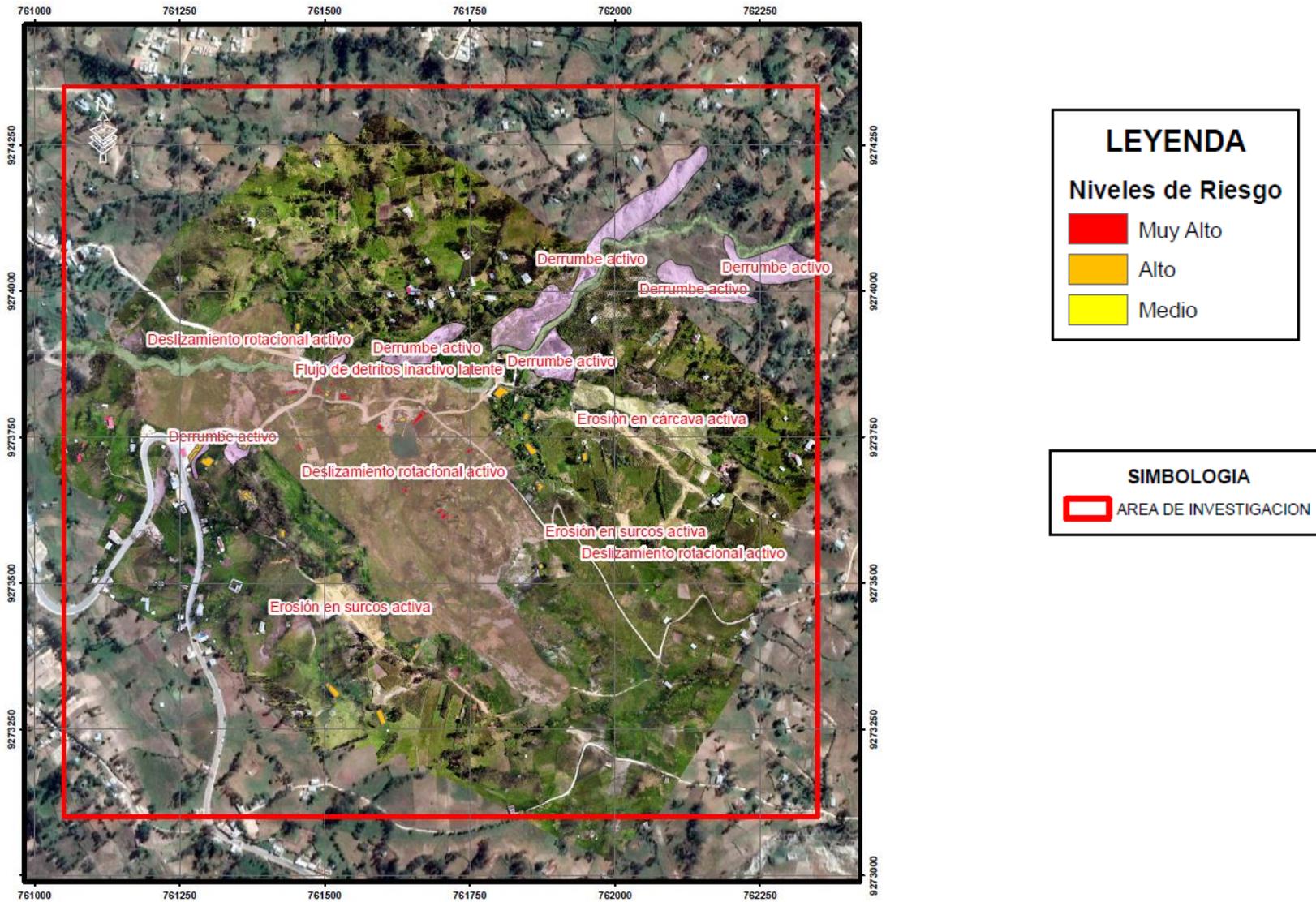


Imagen N° 12: Plano De Riesgos

4.4. CONTROL DEL RIESGO

4.4.1 Aceptabilidad O Tolerancia Del Riesgo

a) Valorización de consecuencias

Tabla 144: Valoración de consecuencias.

Valor	Nivel	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	Medio	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con los recursos disponibles.
1	Baja	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad.

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Del cuadro anterior, obtenemos que las consecuencias debidas al impacto de un fenómeno natural pueden ser catastróficas es decir poseen un nivel muy alto de riesgo.

b) Valoración de frecuencia.

Tabla 145: Valoración de la frecuencia de ocurrencia

Valor	Nivel	Descripción
4	Muy Alta	Puede ocurrir en la mayoría de las circunstancias.
3	Alta	Puede ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos según las circunstancias.
2	Medio	Puede ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias.
1	Baja	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales.

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Del cuadro anterior, se obtiene que el evento de Deslizamiento de suelos puede ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias, es decir, posee el **nivel 3 – Alto**

c) **Nivel de consecuencia y daños**

Tabla 146: Nivel de consecuencia y daños por Deslizamiento de suelos

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

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

De lo anterior se obtiene que para las estructuras existentes el nivel de consecuencia y daño es de **muy alta**

d) **Aceptabilidad y/o Tolerancia**

Tabla 147: Aceptabilidad y/o Tolerancia.

Valor	Descriptor	Descripción
4	Inadmisible	Se debe aplicar inmediatamente medida de control físico y de ser posible transferir inmediatamente 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	Aceptable	El riesgo no presenta un peligro significativo

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Del cuadro anterior se obtiene que el riesgo es **INADMISIBLE** por lo tanto se deben aplicar inmediatamente medidas de control físico y si es posible transferir inmediatamente los riesgos es decir reubicar a la población en riesgo. La matriz de Aceptabilidad y/o Tolerancia del Riesgo se indica a continuación:

Tabla 148: Matriz de aceptabilidad y/o tolerancia – Deslizamiento de suelos.

Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisibles	Riesgo Inadmisibles
Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisibles
Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable
Riesgo Aceptable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable

Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

e) **Prioridad de Intervención**

Cuadro 1. Prioridad de Intervención.

Valor	Descriptor	Nivel de priorización
4	Inadmisibles	I
3	Inaceptable	II
2	Tolerable	III
1	Aceptable	IV

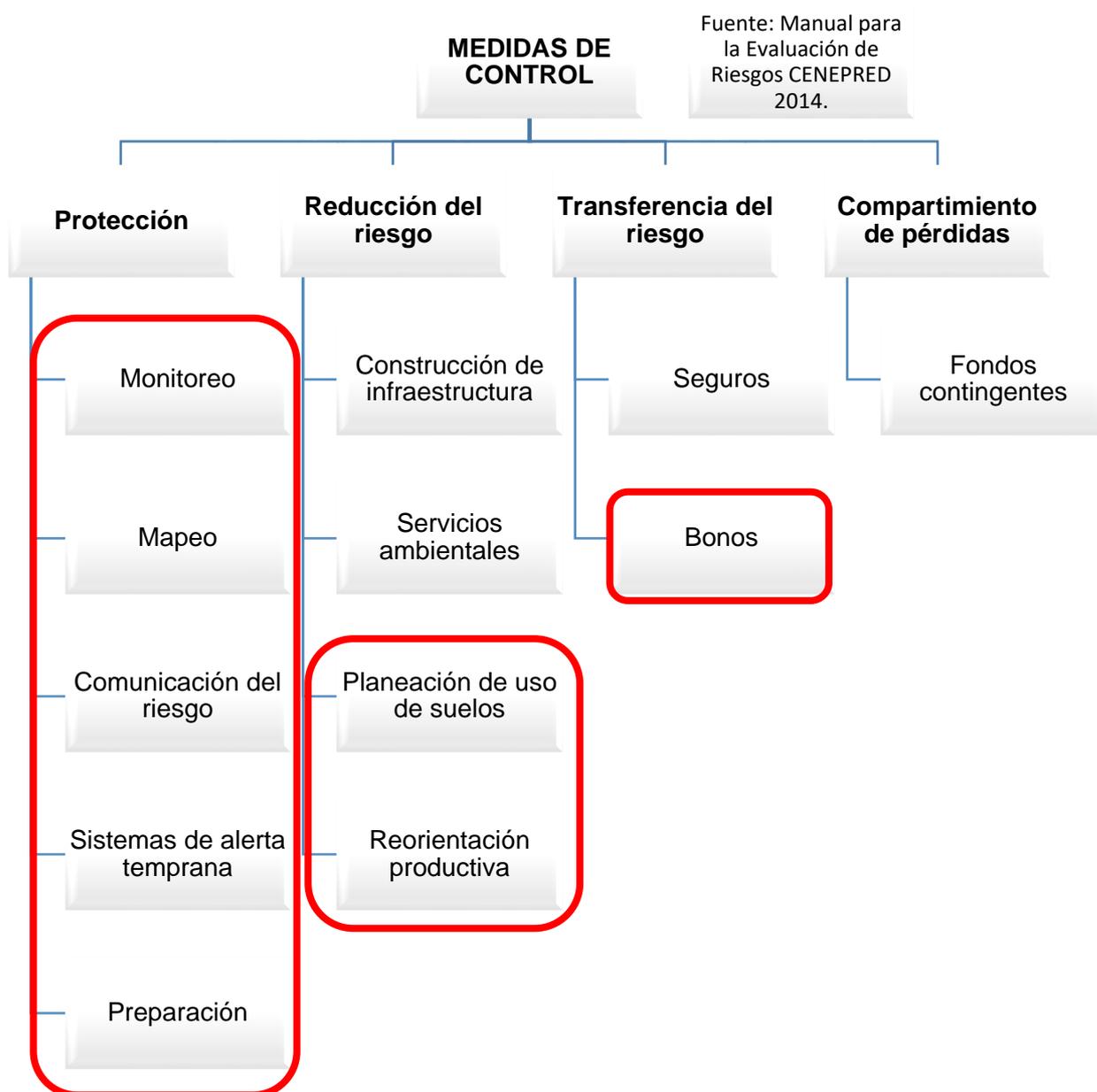
Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

Del cuadro anterior se obtiene que el **nivel de priorización es I**, el cual constituye el soporte para desarrollar actividades para el manejo de riesgos, como los que se presentan a continuación.

4.4.2 Medidas De Control

Con el fin de mitigar el peligro, la vulnerabilidad de la población en peligro deberá cumplir con las siguientes medidas de control:

Grafico 6: muestras las principales medidas de control a seguir



Elaboración: propia; Fuente: Manual EVAR (CENEPRED, 2014)

4.4.2.1 Protección

- **Instalación de hitos monumentados:** La instalación de hitos monumentados para monitoreo del movimiento en masa es crucial en áreas propensas a deslizamientos de tierra y otros eventos geológicos. Los pasos clave incluyen la evaluación del sitio, la selección de ubicaciones estratégicas, la preparación del terreno, la instalación de los hitos, el marcado y registro de coordenadas, la implementación de sistemas de monitoreo y el análisis de datos para la toma de decisiones. Es esencial contar con personal capacitado y colaborar con autoridades locales para una gestión efectiva del riesgo de desastres naturales.
- **Mapeo satelital:** El mapeo satelital es una herramienta crucial para analizar la reactivación de movimientos en masa. Se utilizan imágenes satelitales de alta resolución para detectar cambios en la topografía del terreno, como desplazamientos o deformaciones, que podrían indicar la reactivación de movimientos en masa. El análisis de estas imágenes, junto con otros datos como mediciones in situ y registros climáticos, permite una evaluación precisa del riesgo y la generación de mapas de riesgo para la planificación de la mitigación y la gestión de desastres.
- **Capacitaciones:** La capacitación sobre eventos de riesgo prepara a individuos y comunidades para enfrentar situaciones peligrosas. Incluye la identificación de riesgos, conciencia del peligro, planificación de emergencia, entrenamiento práctico y promoción de la resiliencia comunitaria. Se enfatiza el reconocimiento de riesgos, procedimientos de seguridad, desarrollo de planes de evacuación y uso de tecnología y recursos disponibles. El objetivo es mejorar la capacidad de respuesta y la preparación para emergencias, fortaleciendo la seguridad y la protección ante eventos adversos.
- **Sistemas de alerta temprano:** La implementación de sistemas de alerta temprana utilizan tecnología para detectar eventos peligrosos y alertar a las comunidades en riesgo mediante sirenas, mensajes de texto y otras formas de comunicación. Requieren monitoreo constante, educación pública y simulacros de evacuación, para esto también es necesario la instalación de albergues los cuales son Lugares designados para ofrecer refugio temporal a personas evacuadas durante un desastre. Deben estar ubicados estratégicamente, equipados con recursos básicos y gestionados por personal capacitado. La accesibilidad y las necesidades especiales deben ser consideradas.

Ambos aspectos son cruciales para proteger vidas y mitigar los efectos de desastres naturales, requiriendo planificación cuidadosa, coordinación interinstitucional y participación comunitaria.

4.4.2.2 Reducción del riesgo

- **Evacuación:** La evacuación por peligro de remoción en masa es un proceso crucial para proteger a las personas de deslizamientos de tierra y eventos similares. Involucra la detección temprana del riesgo, la evaluación de la amenaza, la emisión de alertas, la coordinación de la evacuación, la comunicación con la población, la guía hacia áreas seguras, la provisión de refugio y asistencia, y la evaluación posterior para mejorar la respuesta en el futuro. Requiere una planificación cuidadosa, coordinación entre autoridades y participación comunitaria para garantizar la seguridad de todos los afectados.
- **Planeación de uso de suelos:** La planeación del uso del suelo para la agricultura y la mitigación de deslizamientos de suelos es crucial para reducir la pérdida de vidas humanas y promover prácticas agrícolas sostenibles. Esto implica identificar áreas de riesgo, zonificar el uso del suelo, promover prácticas agrícolas que minimicen la erosión, educar a la comunidad sobre los riesgos y medidas preventivas, y establecer sistemas de monitoreo y alerta temprana. Integrar estos enfoques puede ayudar a proteger vidas y fomentar la agricultura sostenible en áreas propensas a deslizamientos.
- **Reorientación productiva – turismo:** Ante la amenaza de deslizamientos, la reorientación productiva hacia el turismo en la laguna del amor es una estrategia clave para mitigar riesgos y promover el desarrollo sostenible. Implica identificar recursos turísticos, planificar de manera sostenible, desarrollar infraestructuras adecuadas, educar y sensibilizar a la comunidad, monitorear el riesgo y diversificar la economía local. Esta iniciativa busca equilibrar la conservación del entorno natural con el aprovechamiento turístico, garantizando la seguridad y el bienestar de residentes y visitantes.

4.4.2.3 Transferencia de riesgo

- **Bonos:** La emisión de bonos para reubicación en caso de deslizamientos es una medida financiera que puede ayudar a las comunidades afectadas a recuperarse y reconstruirse después de un evento adverso, se debe seguir el siguiente proceso:
 - **Identificación de áreas de riesgo:** Se identifican las áreas propensas a deslizamientos y se evalúa el riesgo para determinar qué comunidades podrían beneficiarse de la emisión de bonos para reubicación.

- **Planificación y preparación:** Se desarrolla un plan de reubicación que incluya la identificación de sitios seguros para la nueva ubicación de las viviendas y la infraestructura necesaria para apoyar a la comunidad en su nueva ubicación.
- **Emisión de bonos:** Se emiten bonos por parte de entidades gubernamentales, organizaciones internacionales u otros organismos financieros para financiar el proceso de reubicación. Estos bonos pueden ser respaldados por el gobierno local o garantizados por activos específicos.
- **Fondos para reubicación:** Los fondos recaudados a través de la emisión de bonos se utilizan para financiar los costos asociados con la reubicación, como la adquisición de terrenos, la construcción de viviendas y la infraestructura básica, así como para proporcionar apoyo a las familias afectadas durante la transición.
- **Proceso de reubicación:** Se lleva a cabo el proceso de reubicación de acuerdo con el plan establecido, asegurando que las familias afectadas tengan acceso a viviendas seguras y servicios básicos en su nueva ubicación.
- **Seguimiento y evaluación:** Se realiza un seguimiento continuo del proceso de reubicación para garantizar que se cumplan los objetivos establecidos y se evalúe el impacto a largo plazo en las comunidades afectadas.

4.5 CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

De acuerdo a la tabla 144 de valorización de consecuencias en el cual nos indica que el nivel es muy alto en donde las consecuencias debido al impacto del fenómeno natural es catastrófico, apoyados con la tabla 145 de valorización de la frecuencia de la ocurrencia que nos indica que es alto y en la tabla 146 en donde se analiza el nivel de consecuencia y daños por deslizamiento de suelos en el cual es muy alto y la aceptabilidad analizada en la tabla 147 la cual es inaceptable se puede decir que la hipótesis planteada verdadera ya que la comunidad de Santa Rosa se encuentra en un riesgo MUY ALTO y para ello se debe implementar medidas para mitigar estos niveles de riesgo los cuales han sido planteados en el Grafico 6 y pueden ser monitoreo continuo de este evento, mapeo para analizar la reactivación, comunicación de riesgo para que la población esté preparada he implementación de sistemas de alerta temprano.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Se realizó una evaluación de riesgo en el cual se puede observar que gran parte de la población que vive en los alrededores de la Laguna Del Amor, perteneciente a la comunidad de Santa Rosa se encuentra en riesgo tal y como se muestra en el plano de niveles de riesgo. Es por ello que se tienen que aplicar medidas preventivas para afrontar este evento.

Se realizó un estudio geológico en el cual se determinó los peligros presentes en esta área, luego se ha determinado los niveles de vulnerabilidad de la población en el cual se puede observar que los niveles de consecuencia y daños son muy altas, es por ello que se tiene que tener un plan de contingencia.

Las causas y consecuencias de este evento son muy altas ya que existe un área de 28.144 Hectáreas donde ocurre este evento en el cual existen viviendas destruidas y viviendas inhabitables a consecuencia del deslizamiento, también daños en las vías de comunicación de aproximadamente 500 metros, y daños en el puente de la quebrada la potrera.

Para mitigar este evento, se ha propuesto medidas de control tales como protección que está incluido un monitoreo continuo de este deslizamiento, mapeo satelital para analizar la reactivación, capacitación para que la población esté preparada e implementación de sistemas de alerta temprano, para reducción del riesgo se ha propuesto evacuación de esta población y planeación de uso de suelos para agricultura, para terminar con una transferencia de riesgos aplicados en bonos por las autoridades competentes para afrontar este deslizamiento.

5.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda que el gobierno provincial instale hitos monumentados ya que son muy importantes para el monitoreo continuo de este evento, también realizar un mapeo satelital continuo para analizar la reactivación del movimiento masa.

Se recomienda al gobierno provincial realizar capacitación continua en esta comunidad para que la población esté preparada para enfrentar situaciones peligrosas, en el cual se incluye la identificación del riesgo, conciencia del peligro planificación de la emergencia, en el cual la población estará más preparada para afrontar tal emergencia.

Se recomienda a la población por ningún motivo deben construir edificaciones en la zona afectado por el deslizamiento.

Se recomienda al gobierno regional la evacuación inmediata de la población tomando en cuenta el plano de riesgos ya esto es crucial para salvaguardar la integridad física de los pobladores de esta comunidad, también capacitaciones continuas para que estén enterados de las consecuencias de tal evento y la implementación de sistemas de alerta temprano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

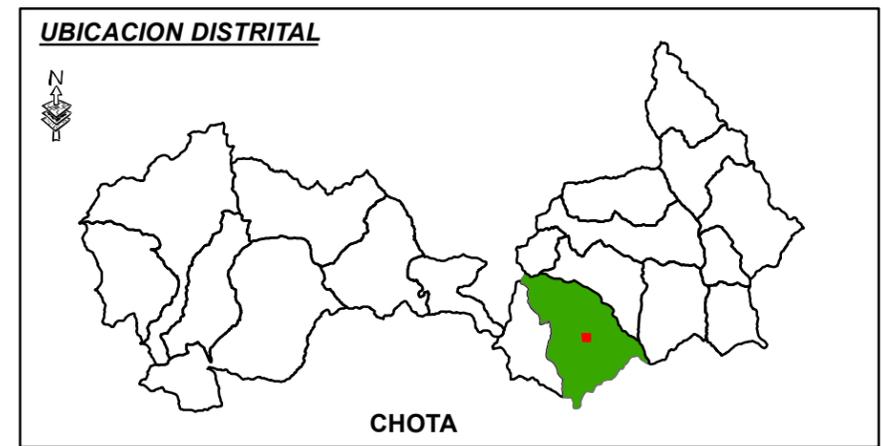
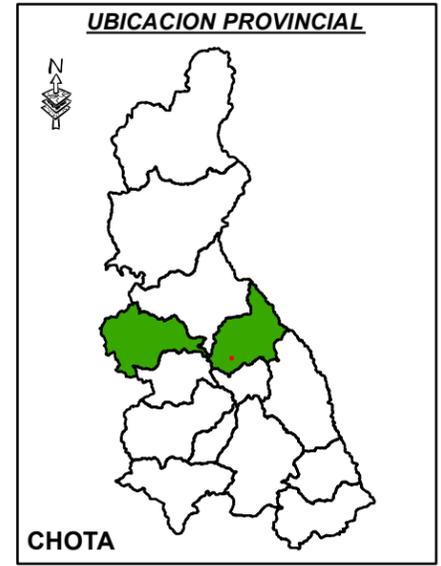
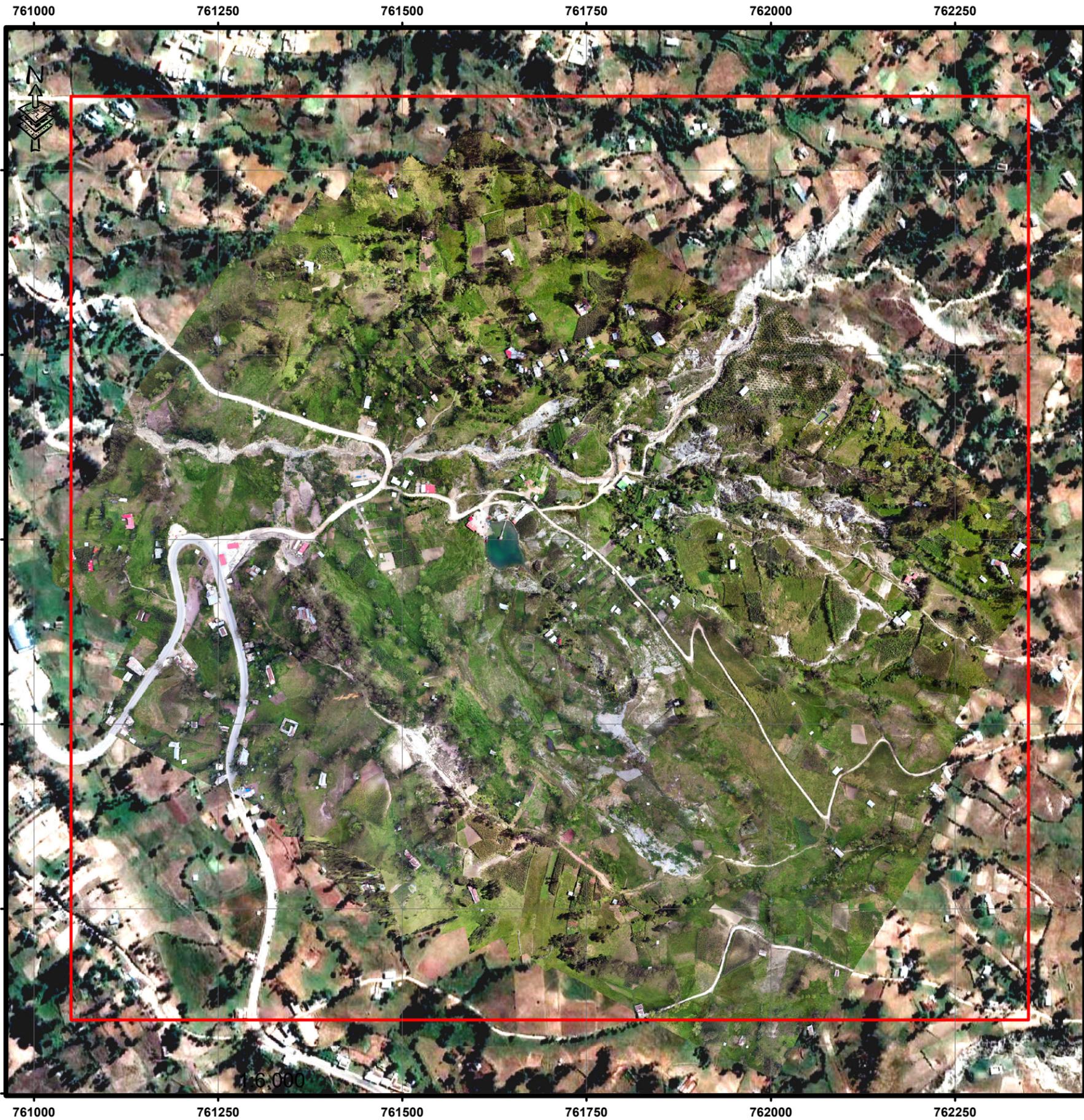
- AYALA, L. 2018. Aplicaciones de los indicadores cinemáticos en geología regional y exploración. Lima, publicación de la SGP.
- ARISTIZÁBAL, Edier; MARTÍNEZ, Héran y VÉLEZ, Jaime. Una revisión sobre el estudio de movimientos en masa detonados por lluvias. En: Rev. Acad. Colomb. Cienc. Junio de 2010. Disponible en: http://www.acefyn.org.co/revista/Vol_34/131/209-227.pdf.
- BARRERA, M., GARNICA, P. Y MARTINEZ, F. 2006. Comportamiento de suelos parcialmente saturados. Instituto mexicano de transporte.
- BENAVENTE, C. (2007). Evaluación de Peligro Geológico en el sector de Challa. Provincia Tarata Tacna. INGEMMET. Informe Técnico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico.
- BLAIKIE, Piers, et al. Vulnerabilidad. El entorno social, político y económico de los desastres. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (LA RED).p. Disponible en: http://desenredando.org/public/libros/1996/vesped/vesped-todo_sep-09-2002.pdf
- CENTRO REGIONAL DE INFORMACIÓN SOBRE DESASTRES (CRID). Vocabulario Controlado Sobre Desastres. CRID, 2000. Disponible en: <http://www.relaciger.org/revista/documentos/VCD.pdf>.
- CENEPRED . 2014. Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales. Versión 02
- CENEPRED. 2022. Orientaciones para la implementación de la gestión prospectiva y correctiva de los riesgos de desastres en los gobiernos regionales y locales.
- IRIGARAY, C. & CHACON, J (2003). Métodos d análisis de la susceptibilidad a los movimientos de ladera mediante SIG. En F. J. Ayala-Carcedo y J Corominas (eds). Mapas de susceptibilidad a los movimientos de ladera con técnicas SIG. Fundamentos y aplicaciones en España. Instituto Geológico y Minero de España.
- GARCÍA, M Y FERNÁNDEZ A. 2009. Hidrogeología básica. Las aguas subterráneas y su flujo (3º edición).

- GEMMA, A. (2007). "Movimientos en masa en la región andina. Guía para la evaluación de amenazas". Canadá.
- GONZÁLEZ DE VALLEJO, L. 2002. Ingeniería geológica. Cimentaciones. Pearson Educación, Madrid - España.
- Proyecto Multinacional Andino: Geo ciencias para las Comunidades Andinas. (2007) Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional.
- RODRÍGUEZ Y GONZÁLEZ DE VALLEJO, L. 2001. Manual de ingeniería geológica. Noriega editores. Madrid – España.
- SUAREZ, J (1998): "Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales". Ingeniería de suelos.
- ORDOÑES, J.J. (2019). Movimientos en masas por lluvias intensas. Senamhi, Lima – Peru.
- VANE, C. J.; RENGERS, N.; TERLIEN, M J.; SOSTERS, R., (1997). Prediction of the occurrence of slope instability phenomena through GIS-based hazard zonation: Geologische Rundschau, Vol. 86.
- VARNES, D.J. (1978). Slope movement types and processes. En: Schuster, R.L. & Krizek, R.J., eds., Landslides, analysis, and control. Washington, DC: National Research Council, Transportation Research Special Report.
- ZABALA, B. Y BARRANTES, R. 2007. Riesgos geológicos en la región de Cajamarca. INGEMMET. Sector Energía y Minas. Lima – Perú.

ANEXOS

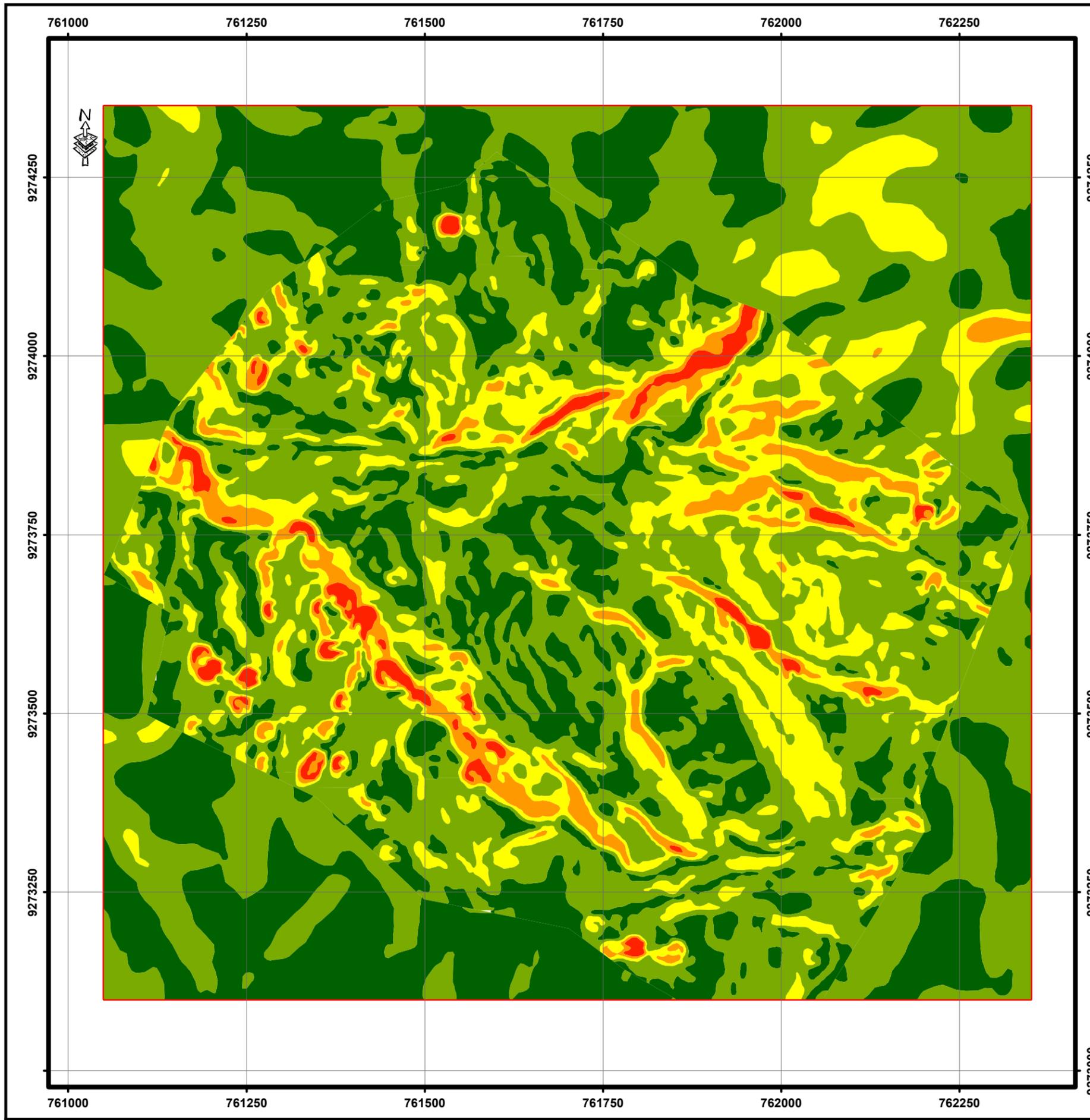
1. Planos

- Plano de ubicación
- Plano de pendientes del terreno
- Plano geomorfológico
- Plano de geología
- Plano de niveles de peligro
- Plano de niveles de vulnerabilidad
- Plano de riesgos



1:6,000

 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA</p> 	
<p>TEMA: EVALUACION DE RIESGO POR FENOMENO DE REMOCION EN MASAS EN LA COMUNIDAD DE SANTA ROSA, PROVINCIA DE CHOTA - CAJAMARCA</p>	
<p>PLANO DE UBICACION</p>	
<p>ASESOR: M. Cs. Arapa Vilca Victor Ausberto</p>	
<p>TESISTA: Bach. Tapia Cabrera Hernando</p>	
<p>DATUM: WGS84</p>	
<p>ESCALA: 1/6000</p>	
<p>Cajamarca, Mayo 2024</p>	
<p>PLANO: 01</p>	

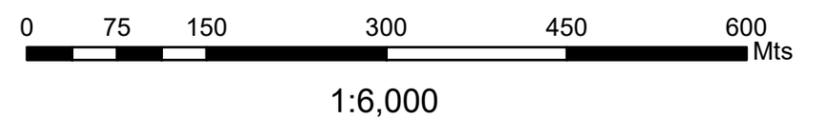


LEYENDA

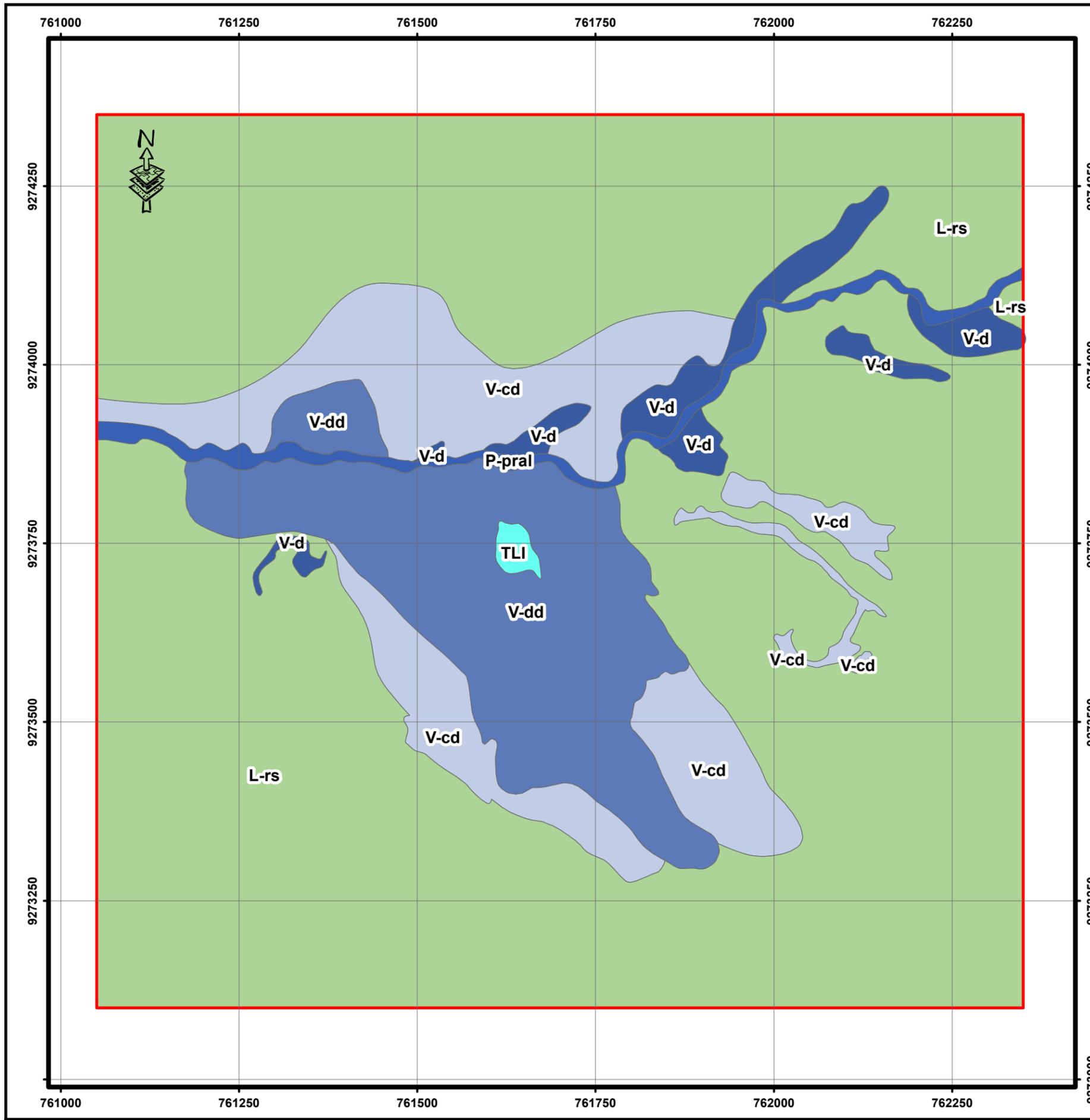
- Menor a 10°
- De 10° a 20°
- De 20° a 30°
- De 30° a 40°
- Mayor a 40°

SIMBOLOGIA

- Area de Investigacion



	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA</p>	
<p>TEMA: EVALUACION DE RIESGO POR FENOMENO DE REMOCION EN MASAS EN LA COMUNIDAD DE SANTA ROSA, PROVINCIA DE CHOTA - CAJAMARCA</p>		
<p>PLANO DE PENDIENTES DEL TERRENO</p>		<p>PLANO:</p>
<p>ASESOR: M. Cs. Arapa Vilca Victor Ausberto</p>		<p style="font-size: 2em;">02</p>
<p>TESISTA:</p> <p style="text-align: right;">Bach. Tapia Cabrera Hernando</p>	<p>DATUM: WGS84</p> <p>ESCALA: 1/6000</p>	
<p>Cajamarca, Mayo 2024</p>		



LEYENDA

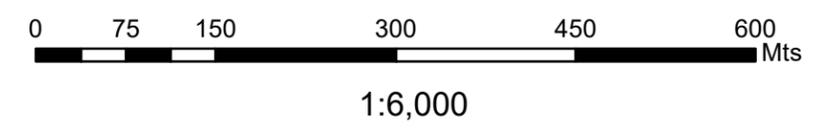
Geomorfologia

unidad

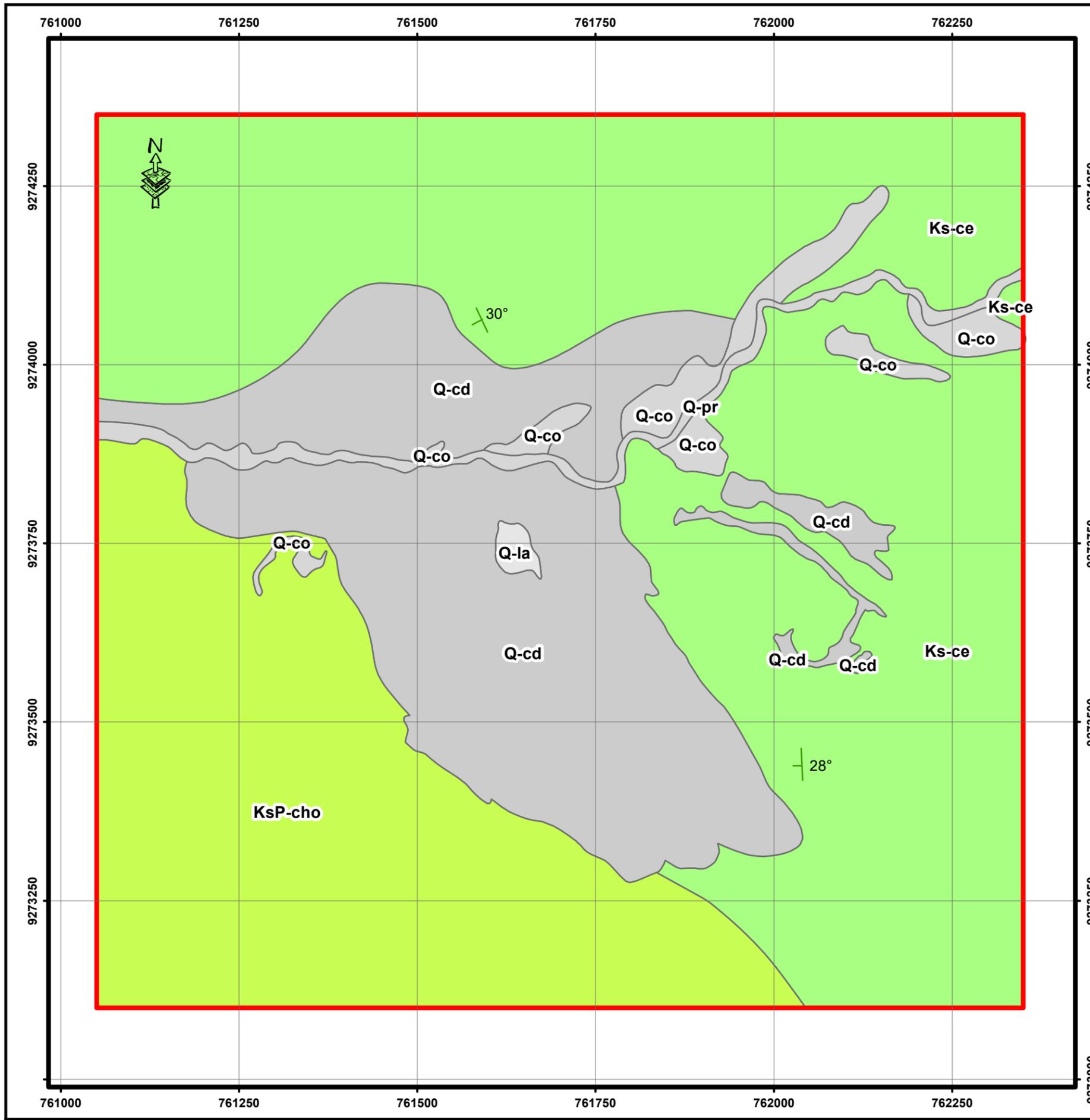
- Lomada en roca sedimentaria
- Piedemonte proluvial
- Terraza lacustre inundable
- Vertiente coluvial de detritos
- Vertiente coluvio deluvial
- Vertiente con depósito de deslizamiento

SIMBOLOGIA

- Area de Investigacion



	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA	
TEMA: EVALUACION DE RIESGO POR FENOMENO DE REMOCION EN MASAS EN LA COMUNIDAD DE SANTA ROSA, PROVINCIA DE CHOTA - CAJAMARCA		
PLANO GEOMORFOLOGICO		PLANO:
ASESOR: M. Cs. Arapa Vilca Victor Ausberto		03
TESISTA: Bach. Tapia Cabrera Hernando	DATUM: WGS84 ESCALA: 1/6000	Cajamarca, Mayo 2024



LEYENDA

— RUMBO Y BZ

Geologia

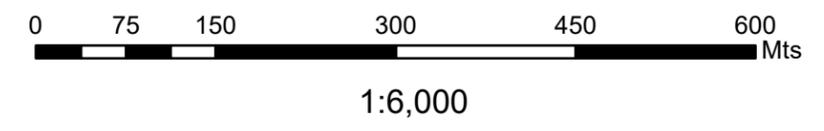
unidad

- Depósito coluvial
- Depósito coluvio deluvial
- Depósito lacustrino
- Depósito proluvial
- Formación Celendín
- Formación Chota

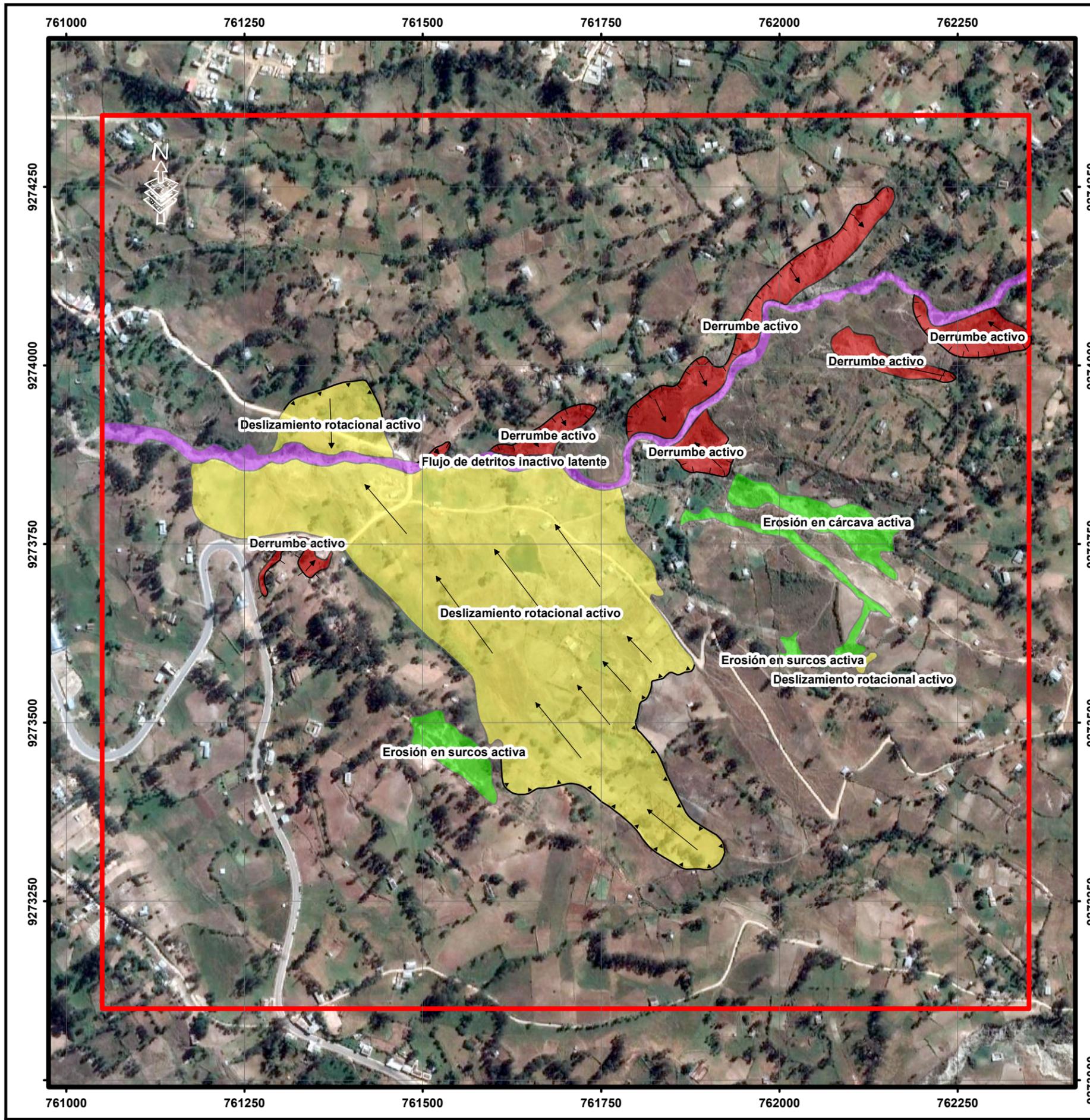
SIMBOLOGIA

— RUMBO Y BZ

Area de Investigacion



	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA</p>	
<p>TEMA: EVALUACION DE RIESGO POR FENOMENO DE REMOCION EN MASAS EN LA COMUNIDAD DE SANTA ROSA, PROVINCIA DE CHOTA - CAJAMARCA</p>		
<p>PLANO GEOLOGICO</p>		<p>PLANO:</p>
<p>ASESOR: M. Cs. Arapa Vilca Victor Ausberto</p>		<p style="font-size: 2em;">04</p>
<p>TESISTA:</p> <p>Bach. Tapia Cabrera Hernando</p>	<p>DATUM: WGS84</p> <p>ESCALA: 1/6000</p>	<p>Cajamarca, Mayo 2024</p>



LEYENDA

Peligros

Tipo

- Flujo de detritos inactivo latente
- Erosión en cárcava activa
- Erosión en surcos activa
- Deslizamiento rotacional activo
- Derrumbe activo

SIMBOLOGIA

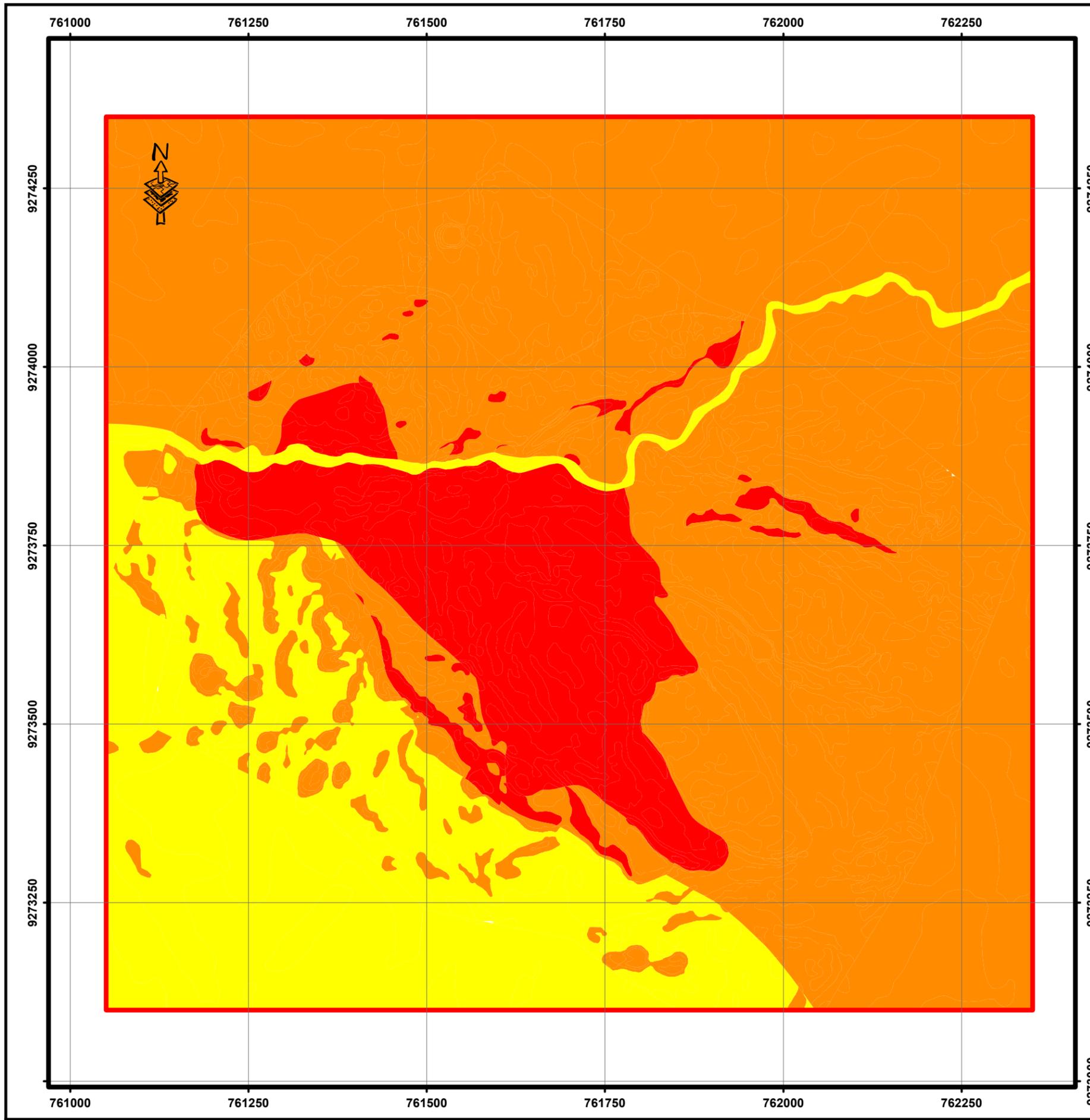
TIPO

- Dirección de movimiento
- Escarpe de derrumbe
- Escarpe de deslizamiento
- Área de Investigación



1:6,000

	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA</p>	
<p>TEMA: EVALUACION DE RIESGO POR FENOMENO DE REMOCION EN MASAS EN LA COMUNIDAD DE SANTA ROSA, PROVINCIA DE CHOTA - CAJAMARCA</p>		
<p>PLANO GEODINAMICO</p>		<p>PLANO:</p>
<p>ASESOR: M. Cs. Arapa Vilca Victor Ausberto</p>		<p style="font-size: 2em;">05</p>
<p>TESISTA:</p> <p>Bach. Tapia Cabrera Hernando</p>	<p>DATUM: WGS84</p> <p>ESCALA: 1/6000</p>	<p>Cajamarca, Mayo 2024</p>

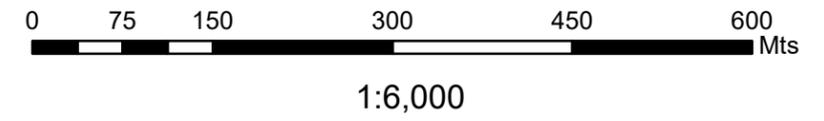


LEYENDA
NIVELES DE PELIGRO

- Muy Alto
- Alto
- Medio

SIMBOLOGIA

- Area de Investigacion



	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA	
TEMA: EVALUACION DE RIESGO POR FENOMENO DE REMOCION EN MASAS EN LA COMUNIDAD DE SANTA ROSA, PROVINCIA DE CHOTA - CAJAMARCA		
PLANO DE NIVELES DE PELIGRO POR DESLIZAMIENTO		PLANO:
ASESOR: M. Cs. Arapa Vilca Victor Ausberto		06
TESISISTA: Bach. Tapia Cabrera Hernando	DATUM: WGS84 ESCALA: 1/6000	Cajamarca, Mayo 2024



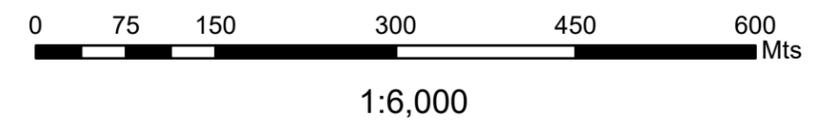
LEYENDA

Nivel de Vulnerabilidad

- Muy Alto
- Alto
- Medio

SIMBOLOGIA

- Area de Investigacion



	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA</p>	
<p>TEMA: EVALUACION DE RIESGO POR FENOMENO DE REMOCION EN MASAS EN LA COMUNIDAD DE SANTA ROSA, PROVINCIA DE CHOTA - CAJAMARCA</p>		
<p>PLANO DE NIVELES DE VULNERABILIDAD POR DESLIZAMIENTO</p>		<p>PLANO:</p>
<p>ASESOR: M. Cs. Arapa Vilca Victor Ausberto</p>		<p>07</p>
<p>TESISTA:</p> <p style="text-align: center;">Bach. Tapia Cabrera Hernando</p>	<p>DATUM: WGS84</p> <p>ESCALA: 1/6000</p>	<p>Cajamarca, Mayo 2024</p>



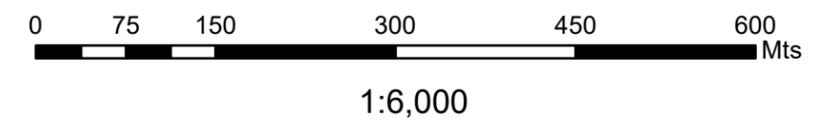
LEYENDA

Niveles de Riesgo

- Muy Alto
- Alto
- Medio

SIMBOLOGIA

- AREA DE INVESTIGACION



	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</p> <p>FACULTAD DE INGENIERIA</p> <p>ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA</p>	
<p>TEMA: EVALUACION DE RIESGO POR FENOMENO DE REMOCION EN MASAS EN LA COMUNIDAD DE SANTA ROSA, PROVINCIA DE CHOTA - CAJAMARCA</p>		
<p>PLANO DE NIVELES DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO</p>		<p>PLANO:</p>
<p>ASESOR: M. Cs. Arapa Vilca Víctor Ausberto</p>		<p>08</p>
<p>TESISTA:</p> <p>Bach. Tapia Cabrera Hernando</p>	<p>DATUM: WGS84</p> <p>ESCALA: 1/6000</p>	<p>Cajamarca, Mayo 2024</p>