



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera,
Metalúrgica y Geográfica
Escuela Profesional de Ingeniería Geológica

Evaluación de riesgos y vulnerabilidad por flujos de detritos en el sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac

TESIS

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Geólogo

AUTOR

Gilmer Eddy SUMARRIVA MAMANI

ASESOR

Manuel ZEA AYALA

Lima, Perú

2026



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Zea, M. (2026). *Evaluación de riesgos y vulnerabilidad por flujos de detritos en el sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Escuela Profesional de Ingeniería Geológica]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Gilmer Eddy Sumarriva Mamani
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	45931777
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0007-7963-8187
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Manuel Zea Ayala
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	09660204
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-0794-3047
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Guzman Martinez Antonio
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	25671765
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Bedia Guillen Ciro Sergio
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	06130412
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Aldana Alvarez Manuel Ismael
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	06833830

Datos de investigación	
Línea de investigación	C.0.1.14. Geología Aplicada a la Ingeniería
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú; Departamento: Apurímac; Provincia: Abancay; Distrito: Abancay; Sector Puca Puca. Latitud Sur: 13°32'29" a 13°42'20" Longitud Oeste: 72°56'14" a 72°43'16"
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2024–2025
URL de disciplinas OCDE	Disciplina OCDE 1 Geología — https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.04.00 Disciplina OCDE 2 Ciencias de la Tierra y Medioambientales — https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.00 Disciplina OCDE 3 Ingeniería Civil — https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA
Escuela Profesional de Ingeniería Geológica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO GEÓLOGO

En el salón de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Ingeniería Geológica de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, el viernes 29 de mayo de 2026 siendo las 05:00 pm, en presencia de los señores docentes designados como miembros de Jurado Calificador:

Ing. Antonio Guzmán Martínez
Dr. Ciro Sergio Bedia Guillén
Ing. Manuel Ismael Aldana Alvarez

(Presidente de Jurado)
(Miembro de Jurado)
(Miembro de Jurado)

Reunidos para el acto académico público de colación de la Tesis del **Bach. GILMER EDDY SUMARRIVA MAMANI**, quien sustentará la Tesis titulada: «**EVALUACIÓN DE RIESGOS Y VULNERABILIDAD POR FLUJOS DE DETRITOS EN EL SECTOR DE PUCA PUCA, ABANCAY, APURÍMAC**», su asesor el docente **MANUEL ZEA AYALA**, para la obtención del Título Profesional de Ingeniero Geólogo.

Los miembros del Jurado, escuchada la sustentación respectiva, plantearon al graduando las observaciones pertinentes, que fueron absueltas:

A Satisfacción del Jurado

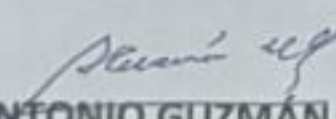
El Jurado procedió a la calificación, cuyo resultado fue:

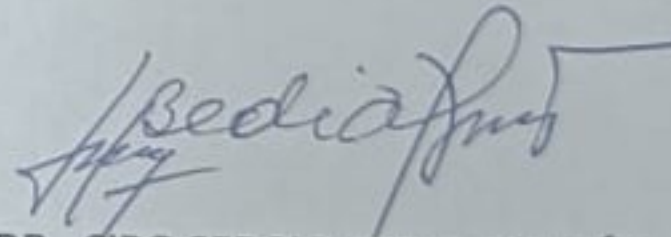
Quince (15)

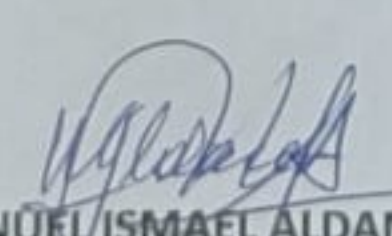
Habiendo sido aprobada la sustentación de Tesis por el Jurado Calificador, el presidente recomienda que la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, proponga se le otorgue el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO GEÓLOGO** al Bach. **GILMER EDDY SUMARRIVA MAMANI**.

Siendo las 18:00 horas se dio por concluido el acto académico, expidiéndose cinco (05) actas originales de la Sustentación de la Tesis.

Lima, 29 de mayo del 2026


ING. ANTONIO GUZMÁN MARTÍNEZ
PRESIDENTE DE JURADO


DR. CIRO SERGIO BEDIA GUILLÉN
MIEMBRO DE JURADO


ING. MANUEL ISMAEL ALDANA ALVAREZ
MIEMBRO DE JURADO


ING. MANUEL ZEA AYALA
MIEMBRO ASESOR

Anexo 1

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, MANUEL ZEA AYALA, en mi condición de asesor acreditado con el Dictamen de la EP N° 000594-2025-D-FIGMMG de la tesis, cuyo título es «**EVALUACIÓN DE RIESGOS Y VULNERABILIDAD POR FLUJOS DE DETRITOS EN EL SECTOR DE PUCA PUCA, ABANCAY, APURÍMAC**» presentado por el bachiller **GILMER EDDY SUMARRIVA MAMANI**, para optar el título profesional en Ingeniero Geólogo.

CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante la plataforma PIDS, el documento evaluado cuenta con **el 13%** de similitud, nivel PERMITIDO para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional**.

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del título profesional en Ingeniero Geólogo.

Lima, 05 de mayo de 2026

Firma del Asesor



Nombres y Apellidos del asesor: MANUEL ZEA AYALA

DNI: 09660204

* Según corresponda: bachiller, magíster, doctor; título profesional o título de segunda especialidad

La vigencia del presente certificado corresponde a un período de noventa (90) días desde la fecha de su emisión; siempre que no haya observaciones en el texto durante el proceso de revisión por el jurado

informante o surja alguna contingencia.

RESUMEN

La tesis titulada *"Evaluación de Riesgos y Vulnerabilidad por Flujos de Detritos en el Sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac"* se enfoca en la identificación y evaluación de los riesgos asociados a flujos de detritos en el área mencionada. La investigación se desarrolla a través de un enfoque multidisciplinario que integra análisis socioeconómicos, geoespaciales, meteorológicos, geológicos y geomorfológicos, así como consultas con expertos en gestión de riesgos y desastres naturales. El estudio revela la presencia de amenazas significativas, como deslizamientos de lodo, inundaciones y colapsos de infraestructuras, que comprometen la seguridad de la región. Se proponen medidas de mitigación basadas en sistemas de drenaje, estudios geotécnicos y planes de contingencia, con el objetivo de mejorar la resiliencia de la comunidad. Este trabajo contribuye tanto al ámbito académico como científico, ofreciendo un modelo replicable para la evaluación de riesgos en otras regiones con características similares.

ABSTRACT

The thesis titled "*Assessment of Risks and Vulnerability from Debris Flows in the Puca Puca Sector, Abancay, Apurímac*" focuses on identifying and evaluating the risks associated with debris flows in the mentioned area. The research is conducted through a multidisciplinary approach that integrates socioeconomic, geospatial, meteorological, geological, and geomorphological analyses, as well as consultations with experts in risk and disaster management. The study reveals significant threats, such as mudslides, flooding, and infrastructure collapses, which jeopardize the safety of the region. Mitigation measures are proposed based on drainage systems, geotechnical studies, and contingency plans, with the aim of enhancing community resilience. This work contributes both academically and scientifically by providing a replicable model for risk assessment in other regions with similar characteristics.

INDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Introducción	1
1.2. Planteamiento del problema	2
1.2.1. Descripción de la problemática.....	2
1.2.2. Formulación del problema	3
1.2.2.1. Problema General	3
1.2.2.2. Problemas Específicos	3
1.3. Objetivos de la investigación	4
1.3.1. Objetivo general.....	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. Importancia y alcance de la investigación.....	4
1.5. Limitaciones de la Investigación.....	5
1.5.1. Limitaciones en la Recolección de Datos	6
1.5.1.1. Fuentes de Datos y Proceso de Recolección.....	6
1.5.1.2. Procesamiento de Datos Geoespaciales y Topográficos	6
1.5.2. Limitaciones Metodológicas	6
1.5.2.1. Integración de Datos Multidisciplinarios.....	6
1.5.2.2. Adaptación de Metodologías Internacionales	6
1.5.3. Limitaciones en la Evaluación de la Vulnerabilidad	7
1.5.3.1. Variabilidad en las Condiciones Socioeconómicas	7
1.5.3.2. Percepción del Riesgo por Parte de la Comunidad	7
1.5.4. Limitaciones en la Implementación de Medidas de Mitigación	7
1.5.4.1. Estimación de Pérdidas y Niveles de Riesgo.....	7
1.5.4.2. Implementación de Recomendaciones.....	7
1.5.5. Limitaciones en el Mantenimiento y Monitoreo.....	7
1.5.5.1. Falta de Propuestas de Mantenimiento y Monitoreo	7
CAPÍTULO II	8
2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. Antecedentes de la investigación	8
2.2. Bases teóricas	10
2.2.1. Flujos de detritos.....	10
2.2.2. Tipos de Flujos de Sedimento.....	12
2.2.3. Partes del flujo de detritos	12
2.2.3.1. Zona de Inicio	13
2.2.3.2. Canal de Transporte	13
2.2.3.3. Zona de Depósito	13
2.2.4. Características.....	14
2.2.5. Factores Condicionantes	14
2.2.6. Factores Desencadenantes	15
2.2.7. Reología.....	17
2.2.8. Modelamiento Numérico de Flujos de Detritos	18
2.2.9. Deslizamientos de terreno o deslizamientos de tierra (Movimientos en Masa)	19
2.2.9.1. Tipos de Movimientos en Masa	20
2.2.10. Peligro.....	21
2.2.11. Vulnerabilidad	23
2.2.12. Riesgo	23
2.2.13. Prevención de situaciones de desastre	23
2.2.13.1. Medidas Estructurales.....	24
2.2.13.2. Medidas – No Estructurales.....	24
2.2.14. Marco normativo.....	24
2.3. Definición de términos.....	25

CAPÍTULO III	29
3. HIPÓTESIS Y VARIABLES	29
3.1. Las hipótesis.....	29
3.1.1. Hipótesis General.....	29
3.1.2. Hipótesis Específicas	29
3.2. Las variables	29
3.2.1. Variables independientes	29
3.2.2. Variables dependientes	30
3.2.3. Variables Intervinientes	30
3.3. Operacionalización analizando las variables.....	31
CAPÍTULO IV	32
4. MATERIALES Y DESCRIPCION DE MÉTODOS	32
4.1. Área en estudio.....	32
4.1.1. Ubicación.....	32
4.1.2. Vías de acceso.....	33
4.1.3. Clima.....	34
4.1.4. Aspectos Geológicos.....	37
4.1.4.1. Geología Regional	37
4.1.4.2. Geología Local.....	39
4.1.5. Aspectos Geomorfológicos.....	47
4.1.5.1. Vertiente aluvial (V-al).....	48
4.1.5.2. Vertiente coluvio-deluvial (V-cd).....	49
4.1.5.3. Llanura de inundación (Pl-i).....	50
4.1.5.4. Áreas agrícolas (AA)	51
4.1.5.5. Áreas urbanizadas (AU).....	52
4.1.6. Aspectos Topográficos	54
4.1.6.1. Metodología.....	54
4.2. Diseño de investigación	57
4.3. Población y muestra	58
4.4. Procedimiento, metodologico e instrumentación de recolección de información	59
4.4.1. Fases Metodológicas para la Evaluación del Nivel de Peligro	60
4.4.1.1. Recopilación de la Información.....	60
4.4.1.2. Recopilación de Información.....	61
4.4.1.3. Estandarización.....	61
4.4.1.4. Selección de Paramétrica: Análisis de Peligrosidad	61
4.4.1.5. Construcción y Ordenamiento de la Base de Datos.....	61
4.4.2. Analytic Hierarchy Process - SAATY (AHP)	62
4.4.2.1. Estructuración de la Jerarquía:.....	62
4.4.2.2. Escala de Saaty	62
4.4.2.3. Matrices de Comparación Par a Par:.....	62
4.4.2.4. Evaluación de la Consistencia:	63
4.4.2.5. Integración de Prioridades	64
4.4.2.6. Aplicación Práctica del AHP	64
CAPÍTULO V	65
5. DETERMINACIÓN DEL NIVEL ANALIZANDO LA PELIGROSIDAD	65
5.1. Recopilación y Análisis.....	66
5.2. Identificación Del Peligro	67
5.3. Parámetros de evaluación.....	67
5.3.1. Matriz: Comparación del par para el Parámetro de evaluación	68
5.3.2. Matriz: Normalización del par del Párametro de evaluación.....	68
5.3.3. Matriz: Relación para la Consistencia del Parámetro para Evaluación 68	
5.3.4. Índice de Consistencia (IC); Relación de Consistencia (RC) del	
parámetro para evaluación	68
5.4. Susceptibilidad-sensibilidad dentro del territorio	68

5.5.	Análisis: Factor desencadenante	69
5.5.1.	Factor Desencadenante - Precipitación Anómala	69
5.5.1.1.	Matriz de Normalización: Pares para analizar el parámetro de Precipitación.....	70
5.5.1.2.	Matriz de Relación: Consistencia para analizar la Precipitación.....	70
5.5.1.3.	Índice de Consistencia (IC) vs. Relación de Consistencia (RC): Para analizar el parámetro umbrales de precipitación.....	70
5.6.	Análisis: Factores Condicionantes	70
5.6.1.	Factor Condicionante – Pendiente	70
5.6.1.1.	Matriz de Comparación: Análisis de pares del parámetro de Pendiente 71	
5.6.1.2.	Matriz de Normalización: Análisis de pares del parámetro de Pendiente 71	
5.6.1.3.	Matriz de Relación de Consistencia: Análisis de pares del parámetro de la Pendiente	72
5.6.1.4.	Índice de Consistencia (IC) vs. Relación de Consistencia (RC) para el análisis del parámetro de la pendiente.....	72
5.6.2.	Factor Condicionante – Geología	72
5.6.2.1.	Matriz de Comparación: Análisis de pares de la Geológicos. 73	
5.6.2.2.	Matriz de Normalización de pares del parámetro Geología 73	
5.6.2.3.	Matriz de Relación: Analisis de la Consistencia Geologica. 73	
5.6.2.4.	Índice de Consistencia (IC) vs. Relación de Consistencia (RC) para la unidad geológica.....	74
5.6.3.	Factor Condicionante – Geomorfología.....	74
5.6.3.1.	Matriz de Comparación: Analisis del par del parámetro Geomorfológico	74
5.6.3.2.	Matriz de Normalización: Analisis del par del parámetro Geomorfológico	75
5.6.3.3.	Matriz de Relación: Analisis de la Consistencia de pares Geomorfologicos.....	75
5.6.3.4.	Índice de Consistencia (IC) vs. Relación de Consistencia (RC): Analisis para el parámetro unidad de estudios Geomorfologicos. 75	
5.6.4.	Análisis parametrico del factor condicionante: Ponderación De Parámetros.....	76
5.6.4.1.	Matriz de Comparación: Analisis de pares del parámetro de los factores intervinientes condicionantes.....	76
5.6.4.2.	Matriz de Normalización: Analisis de pares de los factores intervinientes condicionantes	76
5.6.4.3.	Matriz de Relación de Consistencia: Analisis de pares de los factores intervinientes condicionantes	76
5.6.4.4.	Índice de Consistencia (IC) vs. Relación de Consistencia (RC): parámetros utilizados en el factor que condiciona el fenómeno. 77	
5.7.	Niveles de Peligro	77
5.7.1.	Resumen de Descriptores y Pesos	78
5.7.2.	Cálculo de Peligro y Niveles de Peligro	78
5.7.3.	Estratificación del Nivel de Peligro	78
5.8.	Mapa de peligro	80
CAPÍTULO VI.....		81
6.	DETERMINACIÓN DEL NIVEL – VULNERABILIDA POBLACIONAL	81
6.1.	Análisis: Elementos expuestos al fenómeno.	83
6.1.1.	Análisis de la Población Expuesta	83
6.1.2.	Áreas Funerarias o Cementerios	84

6.1.3.	Cantidad de habitantes por lote:.....	84
6.1.4.	Grupo étnico	85
6.1.5.	Tipo de discapacidad	86
6.1.6.	Conocimiento de desastres ocurridos en la localidad.	87
6.1.7.	Analizando el nivel de capacitación o conocimiento en temas de GdR. 88	
6.1.8.	Les interesa capacitarse en formas de prevención de riesgo.....	89
6.1.9.	Distancia de cada casa al lugar de <i>peligro</i>	89
6.1.10.	Material predominante - pared.....	90
6.1.11.	Material predominante - techo	91
6.1.12.	Estado de conservación de la vivienda	91
6.1.13.	Ocupación principal (jefe de hogar.....	92
6.1.14.	Ingreso familiar promedio mensual	93
6.1.15.	Organización comunitaria.....	93
6.1.16.	Ubicación de botadero de basura	94
6.1.17.	Como se administra la recolección y desecho de basura	95
6.1.18.	Conocimiento de reciclaje	95
6.2.	Análisis de los factores sociales	96
6.2.1.	Análisis: Exposición Social	97
6.2.1.1.	M. Comparacion: Dimensión Social-Económica (Exposición, Fragilidad, Resiliencia)	97
6.2.1.2.	M. evaluación del par sociales.....	98
6.2.1.3.	M. normalización del par: factor social	98
6.2.1.4.	Relación de Consistencia	98
6.2.2.	Análisis: Ponderación De Parámetros	99
6.2.2.1.	Exposición	99
6.2.2.2.	Fragilidad.....	99
6.2.2.3.	Resiliencia.....	99
6.2.3.	Análisis: Exposición – Social Descriptores	100
6.2.3.1.	Dimensión Social – Exposición.....	100
6.2.3.2.	Dimensión Social - Fragilidad	102
6.2.3.3.	Dimensión Social – Resiliencia	103
6.3.	Análisis de la Dimensión Económica.....	106
6.3.1.	Análisis de la exposición: Factores Económicos	107
6.3.1.1.	Parámetros usados: (Exposición, Fragilidad, Resiliencia). 107	
6.3.1.2.	Matriz de comparación del par: Dimensión Económica....	107
6.3.1.3.	M. de normalización del par: Dimensión Económica.....	108
6.3.1.4.	Relación de Consistencia	108
6.3.2.	Análisis de la exposición en la Dimensión Económica - Ponderación de Parámetros.....	108
6.3.2.1.	Exposición	108
6.3.2.2.	Fragilidad.....	108
6.3.2.3.	Resiliencia.....	109
6.3.3.	Análisis de la Exposición: Económico Descriptores	110
6.3.3.1.	Dimensión Económica – Exposición	110
6.3.3.2.	Dimensión Económica – Fragilidad	111
6.3.3.3.	Dimensión Económica - Resiliencia.....	112
6.4.	Análisis: Dimensión Ambiental	115
6.4.1.	Análisis : Factores Ambientales	116
6.4.1.1.	Parámetros a utilizar: (Exposición, Fragilidad, Resiliencia) 116	
6.4.1.2.	Matriz de comparación del par: Dimensión Ambiental	116
6.4.1.3.	M. de normalización del par: Dimensión Ambiental	117
6.4.1.4.	Relación de Consistencia	117
6.4.2.	Análisis de la exposición Ambiental – Ponderación.....	117

6.4.2.1.	Exposición	117
6.4.2.2.	Fragilidad.....	118
6.4.2.3.	Resiliencia.....	118
6.4.3.	Análisis: Exposición Ambiental– Descriptores	118
6.4.3.1.	Dimensión Ambiental - Exposición	118
6.4.3.2.	Dimensión Ambiental - Fragilidad	119
6.4.3.3.	Dimensión Ambiental - Resiliencia	120
6.5.	Niveles De Vulnerabilidad.....	121
6.5.1.	Cálculo de la Vulnerabilidad y Niveles de Vulnerabilidad.....	121
6.5.2.	Estratificación de la vulnerabilidad	122
6.5.3.	Resumen de descriptores y pesos de cada dimensión para el cálculo del Mapa de Vulnerabilidad.....	125
6.5.4.	Vulnerabilidad y el Nivel de Vulnerabilidad por cada vivienda, unidad analizada.....	125
6.6.	Distribucion a nivel de lote de la vulnerabilidad.....	126
CAPÍTULO VII		127
7.	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO	127
7.1.	Metodología	127
7.1.1.	Flujograma.....	127
7.2.	Niveles	127
7.2.1.	Matriz del Riesgo.....	128
7.2.2.	Nivel.	129
7.2.3.	Estratificación:	131
7.3.	Zona de consecuencias y daños.....	133
7.4.	Nivel de tolerancia	135
7.5.	Análisis estadístico.....	137
7.6.	Plano de Riesgo.....	138
CAPÍTULO VIII		139
8.	RESULTADOS.....	139
8.1.	Factores Geológicos	139
8.2.	Factores Geomorfológicos	139
8.3.	Factores Topográficos y Pendientes.....	140
8.4.	Factores Climáticos – Precipitación.....	140
8.5.	Vulnerabilidad Social.....	140
8.6.	Vulnerabilidad Económica.....	141
8.7.	Vulnerabilidad Ambiental	141
8.8.	Cálculo de la Vulnerabilidad y el Nivel de Vulnerabilidad por Vivienda	141
8.9.	Matriz del Riesgo	142
8.10.	Niveles del Riesgo	142
CAPÍTULO IX.....		144
9.	DISCUSIÓN	144
9.1.	Eventos Históricos Relevantes	144
9.2.	Nivel de Peligrosidad	144
9.3.	Nivel de Vulnerabilidad	146
9.4.	Nivel de Riesgo	148
9.5.	Medidas de Prevención	149
10.	CONCLUSIONES	151
11.	RECOMENDACIONES	155
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		156
ANEXOS.....		160

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipos: Movimientos en Masa.....	20
Tabla 2 Operacionalización analizando las variables.....	31
Tabla 3 Clasificación del Fracturamiento de Areniscas Intercaladas con Lutitas del Grupo Mitu	42
Tabla 4 Clasificación de la Meteorización de Areniscas Intercaladas con Lutitas del Grupo Mitu	42
Tabla 5 Clasificación del Fracturamiento de Andesitas Intercaladas con Lutitas del Grupo Mitu	43
Tabla 6 Descripción de las Características del Depósito Aluvial en el Sector de Puca Puca....	43
Tabla 7 Descripción de las Características del Depósito Fluvial	45
Tabla 8 Descripción de las Características del Depósito Coluvial en el Sector de Puca Puca..	46
Tabla 9 Descripción de las Características del Depósito Coluvio-Deluvial en el Sector de Puca Puca	47
Tabla 10 Escala de Importancia de Saaty	62
Tabla 11 Parámetros a considerar en la evaluación de la susceptibilidad-sensibilidad.....	69
Tabla 12 Descriptores y Nomenclatura del Factor Condicionante – Geología	73
Tabla 13 Niveles de Peligro para Flujos de Detritos	77
Tabla 14 Estratificación del Nivel de Peligro.....	79
Tabla 15 Análisis de la Población Expuesta.....	84
Tabla 16 Información sobre Áreas Funerarias o Cementerios	84
Tabla 17 Aquí se muestra los parámetros que utilicé para el análisis Social.	97
Tabla 18 Parámetros de Evaluación de la Dimensión Económica	107
Tabla 19 Parámetros Ambientales.....	116
Tabla 20 Niveles de Vulnerabilidad.....	121
Tabla 21 Estratificación de la Vulnerabilidad.....	123
Tabla 22 Matriz del Riesgo Asociado a Flujos de Detritos en el Sector Puca Puca	129
Tabla 23 Niveles del Riesgo Asociado a Flujos de Detritos en el Sector Puca Puca	129
Tabla 24 Descripción de los Niveles del Riesgo Asociado a Flujos de Detritos.....	130
Tabla 25 Niveles de Riesgo Asociado bajo la Probabilidad de Ocurrencia a Flujos de Detritos en el Sector Puca Puca	131
Tabla 26 Estratificación del Nivel del Riesgo por Flujos de Detritos	132
Tabla 27 Evaluación, consecuencias y daños por Flujos de Detritos	134
Tabla 28 Descripción de Consecuencias y Daños Asociados.	134
Tabla 29 Nivel de Tolerancia	135
Tabla 30 Clasificación de la Urgencia de Acción.	136
Tabla 31 Cantidad Total de Lotes por Nivel de Riesgo	136
Tabla 32 Cantidad Total de Lotes por Nivel de Vulnerabilidad.....	142

INDICE DE TABLAS ANEXO A

Tabla A 1 Clases de movimientos en masa.....	160
Tabla A 2 Operacionalización de variables.....	161
Tabla A 3 Clasificación del Fracturamiento de Areniscas Intercaladas con Lutitas del Grupo Mitu	162
Tabla A 4 Clasificación de la Meteorización de Areniscas Intercaladas con Lutitas del Grupo Mitu	162

Tabla A 5 Clasificación del Fracturamiento de Andesitas Intercaladas con Lutitas del Grupo Mitu	162
Tabla A 6 Descripción de las Características del Depósito Aluvial en el Sector de Puca Puca	163
Tabla A 7 Descripción de las Características del Depósito Fluvial	163
Tabla A 8 Descripción de las Características del Depósito Coluvial en el Sector de Puca Puca	163
Tabla A 9 Descripción de las Características del Depósito Coluvio-Deluvial en el Sector de Puca Puca	164
Tabla A 10 Escala de Importancia de Saaty	164
Tabla A 11 Períodos de Retorno para Evaluación de Riesgos	164
Tabla A 12 Comparación del Par: Tiempo de Retorno	165
Tabla A 13 Normalización: Tiempo de Retorno	165
Tabla A 14 Matriz: Relación para la Consistencia	165
Tabla A 15 Matriz: Relación para la Consistencia - Tiempo de Retorno	166
Tabla A 16 Evaluación de la susceptibilidad-sensibilidad	166
Tabla A 17 Análisis del factor que desencadena - Precipitación Anómala	166
Tabla A 18 M. de Comparación del par: Precipitación	167
Tabla A 19 Matriz de Normalización: Precipitación	167
Tabla A 20 Matriz de Relación: Consistencia - Precipitación	167
Tabla A 21 Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el Parámetro de Precipitación	168
Tabla A 22 Factor que condiciona el fenómeno – Pendiente	169
Tabla A 23 Matriz de Comparación: Pendiente	169
Tabla A 24 M. de Normalización: Pendiente	169
Tabla A 25 Matriz de Relación de Consistencia de la pendiente	170
Tabla A 26 Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el Parámetro Pendiente	171
Tabla A 27 Descriptores y Nomenclatura del Factor Condicionante – Geología	172
Tabla A 28 M. de Comparación del par: Geología	172
Tabla A 29 M. de Normalización del par: Geología	172
Tabla A 30 Matriz de Relación de Consistencia: Geología	173
Tabla A 31 Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC): Unidad Geológica	174
Tabla A 32 Descriptores del Factor Condicionante – Geomorfología	175
Tabla A 33 M. de Comparación del par: Geomorfología	175
Tabla A 34 M. de Normalización del par: Geomorfología	175
Tabla A 35 Matriz de Relación de Consistencia: Geomorfología	176
Tabla A 36 Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el Parámetro Unidad Geomorfológica	177
Tabla A 37 M. de Comparación del par: de Factores Condicionantes	178
Tabla A 38 M. de normalización del par: Factores Condicionantes	178
Tabla A 39 Matriz de RC de Pares: Condicionantes	178
Tabla A 40 Índice IC y RC para los Parámetros Utilizados en el Factor Condicionante	179
Tabla A 41 Niveles de Peligro para Flujos de Detritos	180
Tabla A 42 Resumen de Descriptores y Pesos	181
Tabla A 43 Cálculo de Peligro y Niveles de Peligro	183
Tabla A 44 Estratificación de los niveles de peligro	184
Tabla A 45 Análisis de la Población Expuesta	184
Tabla A 46 Información sobre Áreas Funerarias o Cementerios	185
Tabla A 47 Parámetros a Utilizar: Dimensión Social	185
Tabla A 48 Matriz de comparación del par: Dimensión Social	185
Tabla A 49 M. de normalización del par: Dimensión Social	186

Tabla A 50 Relación de Consistencia: Dimensión Social	186
Tabla A 51 Ponderación del Parámetro de Exposición Social	187
Tabla A 52 Ponderación de los Parámetros de Fragilidad Social	187
Tabla A 53 M. de comparación del par: Resiliencia Social	187
Tabla A 54 M. de comparación del par: Resiliencia Social	188
Tabla A 55 Relación de Consistencia	188
Tabla A 56 M. de Comparación del par: "Número de Personas a Nivel de Lote"	189
Tabla A 57 M. de Normalización del par: "Número de Personas a Nivel de Lote"	189
Tabla A 58 Relación de Consistencia para la M. de Comparación del par: "Número de Personas a Nivel de Lote"	190
Tabla A 59 M. de Comparación del par: "Grupo Etéreo"	191
Tabla A 60 M. de Normalización del par: "Grupo Etéreo"	191
Tabla A 61 Relación de Consistencia del Parámetro "Grupo Etéreo"	192
Tabla A 62 M. de Comparación del par: Tipo de Discapacidad	193
Tabla A 63 M. de Normalización del par: Tipo de Discapacidad	193
Tabla A 64 Relación de Consistencia: Tipo de Discapacidad.....	194
Tabla A 65 M. de Comparación del par: Conocimiento sobre Ocurrencia Pasada de Desastres	195
Tabla A 66 M. de Normalización del par: Conocimiento sobre ocurrencias pasadas.....	195
Tabla A 67 Relación de Consistencia para el Parámetro "Conocimiento sobre ocurrencias pasadas"	196
Tabla A 68 M. de Comparación del par: Capacitación GrD por parte de sus autoridades.....	197
Tabla A 69 Matriz de Normalización de Pares del Parámetro "Capacitación GrD por Parte de sus Autoridades"	197
Tabla A 70 RC para la matriz de comparación de pares sobre capacitación en GrD.....	198
Tabla A 71 M. de Normalización del par: Interés de Participar en GrD.....	199
Tabla A 72 M. de Normalización del par: Interés de Participar en GrD.....	199
Tabla A 73 Relación de Consistencia: Interés de Participar en GrD.	200
Tabla A 74 Parámetros de Evaluación: Dimensión Económica.....	201
Tabla A 75 Matriz de comparación del par: Factores de la Dimensión Económica	201
Tabla A 76 M. de normalización del par: Factores de la Dimensión Económica	201
Tabla A 77 Relación de Consistencia: Factores de la Dimensión Económica.....	201
Tabla A 78 Ponderación de Parámetros: Exposición de la Dimensión Económica	202
Tabla A 79 M. de comparación del par: Fragilidad de la Dimensión Económica	202
Tabla A 80 M. de Normalización del par: Fragilidad de la Dimensión Económica	203
Tabla A 81 Relación de Consistencia del Factor Fragilidad de la Dimensión Económica	203
Tabla A 82 M. de comparación del par: Resiliencia de la Dimensión Económica	204
Tabla A 83 M. de Normalización del par: Resiliencia de la Dimensión Económica	204
Tabla A 84 Relación de Consistencia: Resiliencia de la Dimensión Económica.....	205
Tabla A 85 M. de Comparación del par: "Cercanía de la Vivienda a la Zona de Peligro"	205
Tabla A 86 M. de Comparación del par: Material predominante – pared.....	206
Tabla A 87 M. de Normalización del par: "Cercanía de la Vivienda a la Zona de Peligro"	206
Tabla A 88 Relación de Consistencia del Parámetro "Cercanía de la Vivienda a la Zona de Peligro"	207
Tabla A 89 M. de Comparación del par: Material predominante – pared.....	208
Tabla A 90 M. de Normalización del par: "Material Predominante - Pared"	208
Tabla A 91 Relación de Consistencia para el Parámetro "Material Predominante - Pared"	209
Tabla A 92 M. de Comparación del par: Ocupación Principal (Jefe de Hogar).....	210
Tabla A 93 M. de Normalización del par: Ocupación Principal (Jefe de Hogar)	210
Tabla A 94 Relación de Consistencia para el Parámetro Ocupación Principal (Jefe de Hogar).....	211
Tabla A 95 M. de Comparación del par: Ingreso Familiar Promedio Mensual	212

Tabla A 96 M. de Normalización del par: Ingreso Familiar Promedio Mensual	212
Tabla A 97 Relación de Consistencia del Parámetro Ingreso Familiar Promedio Mensual.....	213
Tabla A 98 M. de Comparación del par: Organización Comunitaria.....	214
Tabla A 99 M. de Normalización del par: Organización Comunitaria	214
Tabla A 100 Relación de Consistencia del Parámetro Organización Comunitaria.....	215
Tabla A 101 Parámetros de la Dimensión Ambiental	216
Tabla A 102 Matriz de comparación del par: Factores de la Dimensión Ambiental	216
Tabla A 103 M. de normalización del par: Factores de la Dimensión Ambiental	216
Tabla A 104 Relación de Consistencia de los Factores de la Dimensión Ambiental.....	216
Tabla A 105 Ponderación de Parámetros para el Factor de Exposición en la Dimensión Ambiental.....	217
Tabla A 106 Ponderación de Parámetros para el Factor de Fragilidad en la Dimensión Ambiental.....	217
Tabla A 107 Ponderación de Parámetros para el Factor de Resiliencia en la Dimensión Ambiental.....	218
Tabla A 108 M. de Comparación del par: Ubicación de Botadero de Basura	218
Tabla A 109 M. de Normalización del par: Ubicación de Botadero de Basura	218
Tabla A 110 Relación de Consistencia para el Análisis de la Ubicación de Botaderos de Basura	219
Tabla A 111 M. de Comparación del par: Manejo y Disposición de Residuos Sólidos	220
Tabla A 112 M. de Normalización del par: Manejo y Disposición de Residuos Sólidos	220
Tabla A 113 Relación de Consistencia del Parámetro Manejo y Disposición de Residuos Sólidos	221
Tabla A 114 M. de Comparación del par: Conocimiento de Reciclaje.....	222
Tabla A 115 M. de Normalización del par: Conocimiento de Reciclaje.....	222
Tabla A 116 Relación de Consistencia del Parámetro Conocimiento de Reciclaje	223
Tabla A 117 Niveles de Vulnerabilidad.....	224
Tabla A 118 Cálculo de la Vulnerabilidad y Niveles de Vulnerabilidad en la Dimensión Social	225
Tabla A 119 Cálculo de la Vulnerabilidad y Niveles de Vulnerabilidad en la Dimensión Económica.....	226
Tabla A 120 Cálculo de la Vulnerabilidad y Niveles de Vulnerabilidad en la Dimensión Ambiental.....	226
Tabla A 121 Estratificación de la Vulnerabilidad	227
Tabla A 122 Resumen de Descriptores y Pesos para el Cálculo del Mapa de Vulnerabilidad .	230
Tabla A 123 Cálculo de la Vulnerabilidad y el Nivel de Vulnerabilidad por cada Vivienda, Unidad Analizada.....	236
Tabla A 124 Matriz del Riesgo Asociado a Flujos de Detritos en el Sector Puca Puca.....	243
Tabla A 125 Niveles del Riesgo Asociado a Flujos de Detritos en el Sector Puca Puca	244
Tabla A 126 Descripción de los Niveles del Riesgo Asociado a Flujos de Detritos.....	244
Tabla A 127 Niveles de Riesgo Asociado bajo la Probabilidad de Ocurrencia a Flujos de Detritos en el Sector Puca Puca.....	244
Tabla A 128 Estratificación del Nivel del Riesgo por Flujos de Detritos }	245
Tabla A 129 Evaluación de la Zona de Consecuencias y Daños por Flujos de Detritos.....	246
Tabla A 130 Descripción de Consecuencias y Daños Asociados a los Niveles de Riesgo por Flujos de Detritos	246
Tabla A 131 Nivel de Aceptabilidad y/o Tolerancia al Riesgo por Flujos de Detritos	247
Tabla A 132 Clasificación de la Urgencia de Acción según el Nivel de Riesgo de Flujos de Detritos.....	247
Tabla A 133 Cantidad Total de Lotes por Nivel de Riesgo	247
Tabla A 134 Cantidad Total de Lotes por Nivel de Vulnerabilidad.....	248

Tabla A 135 Distribución de Lotes, Niveles de Vulnerabilidad y Riesgo en el Área de Estudio	248
Tabla A 136 Matriz de consistencia.	256

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Características de los Depósitos de Detritos	11
Figura 2 Relaciones entre tipos de flujos gravativos de sedimento	12
Figura 3 Perfil de un Frente Típico de un Flujo de Detritos	13
Figura 4 Factores Condicionantes	15
Figura 5 Factores Desencadenantes del Peligro	16
Figura 6 Esquema del flujo de detritos y factores desencadenantes	17
Figura 7 Perfiles de Velocidades en Fluidos Plásticos.....	18
Figura 8 Esquema de flujo de escombros.....	20
Figura 9 Diagrama de fases para flujos de escombros	21
Figura 10 Proceso para la Evaluación del factor Peligro en Fenómeno Natural.....	22
Figura 11 Ubicación el área de la investigación	32
Figura 12 Acceso al área del proyecto	33
Figura 13 Accesibilidad en Planta e Infraestructura y Servicios Públicos del Sector de Puca Puca	34
Figura 14 Visualización de los datos meteorológicos del sistema Crop Monitoring, ...	35
Figura 15 Precipitaciones máximas diarias según registros satelitales aWhere.....	36
Figura 16 Temperaturas máximas y mínimas diarias según registros satelitales aWhere	37
Figura 17 Plano Geológico Regional del Sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac	39
Figura 18 Plano Geológico Local	40
Figura 19 Leyenda Estratigráfica del Plano Geológico Local	40
Figura 20 Geomorfología del Sector de Puca Puca.....	48
Figura 21 Topografía del sector Puca Puca.....	55
Figura 22 Representación de las pendientes del Sector Puca Puca.....	56
Figura 23 Relaciones entre Factores de Flujos de Detritos	57
Figura 24 Antecedentes para Revisión de Bibliografía y Cartografía.....	60
Figura 25 Metodología utilizada para evaluar la peligrosidad	66
Figura 26 Esquema general del proceso para el análisis de datos recopilados	67
Figura 27 Plano de Peligros del Sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac	80
Figura 28 Metodología del análisis de la vulnerabilidad	81
Figura 29 Metodología del análisis del calculo de que tan vulnerable es la población.....	82
Figura 30 Habitantes por lote clasificados:	85
Figura 31 Grupo étnico:	86
Figura 32 Tipo de discapacidad:	87
Figura 33 Conocimiento de desastres o fenómenos ocurridos:	88
Figura 34 Entrenamiento en Puca Puca sobre GdR.	88
(Figura 35)Figura 35 Interés de participar en campañas de prevención del riesgo.....	89
Figura 36 Cercanía de la vivienda a la zona de peligro	90
Figura 37 <i>Material predominante – pared</i>	90
Figura 38 Material de los techos	91
Figura 39 Estado de conservación de la vivienda	92
Figura 40 En que trabaja cada jefe de hogar encuestado.	92
Figura 41 Cuanto gana cada familia para su mantención mensual.	93
Figura 42 Organización comunitaria.....	94

Figura 43 Ubicación de botadero de basura	94
Figura 44 Disposición de basura.	95
Figura 45 Conocimiento de reciclaje	96
Figura 46 Vulnerabilidad del Sector Puca Puca, Abancay, Apurímac.....	126
Figura 47 Flujograma - niveles del riesgo.....	127
Figura 48 Plano de Riesgo del Sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac	138

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Tablas Complementarias	160
Anexo 2 EG - 01 - Plano Geológico Regional (1:20,000)	257
Anexo 3 EG - 02 - Plano Geológico Local (1:2,000).....	259
Anexo 4 GM - 01 - Plano Geomorfológico (1:2,000).....	261
Anexo 5 TO - 01 - Plano Topográfico (1:2,000)	263
Anexo 6 PL – 01 Plano en Planta Infraestructura y Servicios Públicos (1:2,000)	265
Anexo 7 PI - 01 - Plano de Peligros (1:2,000)	267
Anexo 8 Anexo H VU - 01 - Plano de Vulnerabilidad (1:2,000)	269
Anexo 9 Anexo I RS - 01 - Plano de Riesgo (1:2,000)	271
Anexo 10 Matriz de consistencia.	273
Anexo 11 Matriz de consistencia.	274

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción

La presente investigación corresponde a la tesis titulada "Evaluación de Riesgos y Vulnerabilidad por Flujos de Detritos en el Sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac". Este estudio tiene como objetivo realizar una evaluación integral de los riesgos y la vulnerabilidad asociados a los flujos de detritos en la región mencionada. La investigación se aborda mediante un enfoque multidisciplinario, que permite una comprensión holística de los factores de riesgo involucrados y la identificación de medidas de mitigación adecuadas.

La evaluación de riesgos se lleva a cabo mediante la integración de diversos métodos y técnicas. Se combinan la recopilación de datos geoespaciales, el análisis de información meteorológica, la evaluación de las condiciones geológico - geotécnicas del terreno y la consulta con expertos en gestión de riesgos y desastres naturales. Se emplean herramientas y metodologías reconocidas internacionalmente para garantizar la calidad y fiabilidad de los resultados obtenidos.

En el sector de Puca Puca se identifican varios peligros y amenazas que podrían afectar la seguridad y estabilidad de la zona, incluyendo:

- Deslizamientos de lodo y detritos, debido a la topografía accidentada y la presencia de pendientes pronunciadas.
- Inundaciones, provocadas por lluvias intensas y crecidas repentinas de ríos y quebradas cercanas.
- Colapso de infraestructuras viales, relacionado con la inestabilidad del suelo y la falta de mantenimiento de las estructuras existentes.

Entre las principales medidas de mitigación recomendadas se encuentran la implementación de sistemas de drenaje eficaces, la realización de estudios geotécnicos detallados y la formulación de planes de contingencia.

La importancia de esta investigación radica en su contribución tanto académica como científica. Académicamente, proporciona un modelo de evaluación integral de riesgos que puede ser replicado en otras regiones con características similares, enriqueciendo el conocimiento en la gestión de riesgos y desastres. Desde el punto de

vista académico científico se menciona que, el estudio aborda una preocupación crítica relacionada con la vulnerabilidad de las infraestructuras y comunidades ante eventos naturales adversos, ofreciendo soluciones basadas en un análisis riguroso y multidisciplinario.

Este proyecto pretende ser una herramienta clave para la planificación efectiva y segura del sector de Puca Puca, contribuyendo a la reducción de riesgos y mejorando la capacidad de respuesta ante desastres naturales. La evaluación de riesgos y la propuesta de medidas de mitigación son esenciales para garantizar la sostenibilidad y el éxito de cualquier intervención en esta área vulnerable.

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Descripción de la problemática

El centro poblado del sector de Puca Puca, ubicada en Abancay, departamento de Apurímac, enfrenta una serie de desafíos significativos relacionados con los riesgos geológicos, especialmente los flujos de lodos y detritos.

Históricamente, eventos como el huayco de 1951 y el deslizamiento en Tamburco en febrero de 1975 han demostrado la vulnerabilidad de la zona frente a fenómenos naturales extremos de zonas cercanas. Así como, la presencia de pendientes pronunciadas y la topografía accidentada contribuyen a la ocurrencia recurrente de deslizamientos, que representan una amenaza constante para la seguridad de la población y la infraestructura local.

La urbanización rápida y la expansión de las áreas habitadas, como en las comunidades cercanas al sector de Puca Puca, han exacerbado la vulnerabilidad frente a estos eventos. Los deslizamientos recientes, como el de Ccocha-Pumaranra en 1997, y los fenómenos de reptación que afectan a comunidades como FONAVI, Limapata y San Luís Baja desde 1990, subrayan la urgencia de abordar estos riesgos de manera integral y preventiva.

Esta iniciativa busca no solo mejorar la infraestructura vial, sino también gestionar de manera efectiva los riesgos asociados a los flujos de lodos y detritos mediante un enfoque multidisciplinario.

El sector de Puca Puca, se enfrenta a una situación de riesgo significativa debido a la predominancia de viviendas construidas principalmente con materiales vulnerables como el adobe, junto con algunas estructuras de concreto. Esta configuración urbana expone a la población a una alta vulnerabilidad frente a fenómenos naturales,

especialmente flujos de detritos. También, factores como los cambios climáticos, el fenómeno de El Niño y la meteorización del terreno están contribuyendo de manera considerable a los riesgos asociados. La topografía irregular y los cambios en las condiciones de estabilidad del terreno añaden complejidad al panorama de riesgos, haciendo indispensable una evaluación exhaustiva para mitigar los posibles impactos negativos en la infraestructura y la seguridad de los habitantes.

Es esencial reconocer que las medidas de mitigación implementadas hasta ahora, como la construcción de drenajes superficiales y profundos, así como muros de contención y pantallas ancladas, aunque fundamentales, requieren de monitoreo constante y mantenimiento adecuado para asegurar su efectividad a largo plazo. La gestión integral de riesgos, por tanto, no solo implica la implementación de infraestructuras de control, sino también la evaluación continua de la vulnerabilidad y la adaptación de estrategias preventivas conforme evolucionan las condiciones geológicas y climáticas.

En este contexto, el estudio de riesgo de flujos de lodos y detritos en el sector de Puca Puca adquiere una importancia crucial para el desarrollo seguro y sostenible de la comunidad. Al identificar y caracterizar los peligros específicos, así como analizar la vulnerabilidad de la población y la infraestructura, este estudio no solo busca mitigar los impactos negativos de los fenómenos naturales, sino también sentar las bases para un modelo de gestión del riesgo replicable en otras zonas con características geológicas similares.

1.2.2. Formulación del problema

1.2.2.1. *Problema General*

- ¿Cuáles son los principales riesgos y niveles de vulnerabilidad asociados a los flujos de lodos y detritos en el sector de Puca Puca, provincia de Abancay, departamento de Apurímac?

1.2.2.2. *Problemas Específicos*

- ¿Qué factores meteorológicos, geológicos, geomorfológicos y topográficos contribuyen a la peligrosidad de los flujos de lodos y detritos en el sector de Puca Puca?
- ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad social y económica de la población del sector de Puca Puca frente a estos peligros naturales?

- ¿Cómo se pueden integrar las diferentes variables independientes para desarrollar una matriz de riesgos efectiva?
- ¿Qué medidas de mitigación pueden ser implementadas para reducir el riesgo de desastres en el sector Puca Puca?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar los riesgos y la vulnerabilidad asociados a los flujos de lodos y detritos en el sector de Puca Puca, Provincia de Abancay, Departamento de Apurímac, utilizando un enfoque integrado que combine variables geológicas, geomorfológicas, hidrológicas y topográficas.

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar y analizar los factores meteorológicos, geológicos, geomorfológicos y topográficos que influyen en la peligrosidad de los flujos de lodos y detritos en el sector de Puca Puca.
- Evaluar la vulnerabilidad social y económica de la población del sector de Puca Puca frente a los flujos de lodos y detritos.
- Desarrollar una matriz de riesgos que integre las diferentes variables independientes y dependientes.
- Proponer medidas de mitigación basadas en los resultados del análisis de riesgos y vulnerabilidad.

1.4. Importancia y alcance de la investigación

La importancia del Plan de Tesis "Evaluación de Riesgos y Vulnerabilidad por Flujos de Lodos y Detritos en el sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac" reviste en la crítica en el contexto de la gestión del riesgo de desastres en zonas vulnerables como el sector de Puca Puca. Este estudio se alinea con los principios de las Evaluaciones del Riesgo de Desastres (EVAR), las cuales son fundamentales para identificar peligros, analizar vulnerabilidades y comunicar riesgos, aspectos esenciales para la toma de decisiones informadas por parte de las autoridades locales y nacionales.

Abordaremos en la presente tesis, considerando que todo trabajo debe llegar a un nivel de confiabilidad >95% y asumiremos la búsqueda de una metodología robusta, la investigación se sustenta en el análisis profundo de datos provenientes de diversas

fuentes, incluyendo bases de datos especializadas, normativa nacional e internacional, así como la consulta directa con expertos en gestión del riesgo de desastres. Este enfoque no solo garantiza la rigurosidad científica del estudio, sino que también facilita la propuesta de mejoras significativas en las EVAR, orientadas hacia una implementación más efectiva a nivel nacional.

Puca Puca, ubicada en una región geográficamente compleja y expuesta a fenómenos naturales como flujos de detritos y lodos, presenta un escenario crítico que demanda una evaluación precisa y detallada de sus riesgos. La alta probabilidad de ocurrencia de estos eventos, corroborada por estudios del Programa de Ciudades Sostenibles del PNUD y el INDECI, subraya la urgencia de implementar medidas preventivas y correctivas adecuadas.

La caracterización del peligro se basa en factores condicionantes y desencadenantes específicos, que incluyen la dinámica del relieve terrestre, textura del suelo, pendiente, erosión, estratigrafía y geomorfología. Estos elementos proporcionan un panorama completo de la susceptibilidad-sensibilidad de la zona a los flujos de detritos, permitiendo una evaluación exhaustiva de la magnitud e intensidad potencial de los eventos catastróficos.

El enfoque multidisciplinario adoptado en la investigación abarca desde la geología hasta la planificación urbana y la gestión del riesgo, integrando métodos avanzados de modelamiento y análisis de riesgos. Esto no solo fortalece la capacidad de respuesta ante desastres, sino que también contribuye al desarrollo de políticas públicas más resilientes y adaptadas a las necesidades específicas de comunidades como Puca Puca.

La investigación no solo profundiza en la comprensión de los riesgos de desastres en el centro poblado Puca Puca, sino que también propone recomendaciones concretas para mejorar la gestión del riesgo a través de las EVAR. Este enfoque holístico y proactivo no solo beneficia a la comunidad local, sino que también establece un precedente significativo para la gestión del riesgo de desastres en otras áreas vulnerables del país.

1.5. Limitaciones de la Investigación

En la presente tesis, "Evaluación de Riesgos y Vulnerabilidad por Flujos de Detritos en el Sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac", enfrenta diversas limitaciones que deben ser consideradas para una interpretación adecuada de los resultados y

recomendaciones. A continuación, se detallan las principales limitaciones identificadas durante la investigación:

1.5.1. Limitaciones en la Recolección de Datos

1.5.1.1. *Fuentes de Datos y Proceso de Recolección*

La recolección de datos se llevó a cabo de manera secuencial utilizando información existente de instituciones como el INEI, INGEMMET, SENAMHI, la Municipalidad Provincial de Abancay, y otras fuentes adicionales referidas al tema como ANA, CENEPRED y SLNAGERD. Los datos fueron contrastados y levantados en campo mediante observación directa, encuestas, mapeo geológico, geomorfológico, topográfico e hídrico, revisión y análisis. La disponibilidad y precisión de los datos de campo podrían haber influido en la calidad del análisis.

1.5.1.2. *Procesamiento de Datos Geoespaciales y Topográficos*

Los datos geoespaciales y topográficos fueron procesados mediante software fotogramétrico como Pix4D, ArcGIS, AutoCAD Civil 3D, Microsoft Office y Global Mapper, a partir de levantamientos topográficos realizados con la estación total Topcon ES-105 y el drone Phantom 4 Pro V2 Plus. La calidad del procesamiento de datos depende en gran medida de las herramientas utilizadas y de la precisión de los equipos.

1.5.2. Limitaciones Metodológicas

1.5.2.1. *Integración de Datos Multidisciplinarios*

La integración de datos multidisciplinarios se realizó conforme a la normativa vigente, incluyendo el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión (CENEPRED, 2014), el Catálogo Descriptivo de Objetos Geomorfológicos del Ecuador (Del Val & Barinagarrementeria, 2014), la Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales (MINAM. 2010), y las normativas vigentes peruanas. También se hizo la inclusión del Manual de estudios geológicos (Echeveste, 2018), y las leyes relacionadas con el PLANAGERD 2014-2021.

1.5.2.2. *Adaptación de Metodologías Internacionales*

Se emplearon metodologías internacionales adaptadas al contexto local, como el Código Estratigráfico Norteamericano (Barragán et al., 2010) y la Guía Estratigráfica Internacional (Hedberg, 1980). La adaptación a las características específicas de Puca Puca presentó retos y posibles discrepancias en la aplicación de los métodos. Se utilizó la metodología para elaborar mapas de susceptibilidad-sensibilidad a procesos de remoción en masa, aplicada al caso de la ladera sur de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas (Paz Tenorio et

al., 2024), para analizar la susceptibilidad-sensibilidad a procesos de remoción en masa en el contexto local.

1.5.3. Limitaciones en la Evaluación de la Vulnerabilidad

1.5.3.1. Variabilidad en las Condiciones Socioeconómicas

La evaluación de la vulnerabilidad social y económica se realizó siguiendo las directivas y normativas del CENEPRED y PLANAGERD. La variabilidad en las condiciones de vida y los recursos de las comunidades, así como la disponibilidad limitada de información socioeconómica detallada, presentó desafíos.

1.5.3.2. Percepción del Riesgo por Parte de la Comunidad

La percepción del riesgo se evaluó bajo las directivas del CENEPRED y PLANAGERD, con modelos y formatos de encuestas aprobados. La dificultad para captar adecuadamente las percepciones y respuestas de la comunidad pudo haber limitado la comprensión completa de la vulnerabilidad.

1.5.4. Limitaciones en la Implementación de Medidas de Mitigación

1.5.4.1. Estimación de Pérdidas y Niveles de Riesgo

Las medidas de mitigación propuestas se basarán en la estimación de pérdidas y en los niveles de riesgo y aceptabilidad identificados en la tesis. La efectividad de las medidas está sujeta a la precisión de estas estimaciones.

1.5.4.2. Implementación de Recomendaciones

Las recomendaciones se formularán en función de los resultados obtenidos y los niveles de riesgo identificados. La implementación efectiva de estas recomendaciones dependerá de futuros recursos y planificación.

1.5.5. Limitaciones en el Mantenimiento y Monitoreo

1.5.5.1. Falta de Propuestas de Mantenimiento y Monitoreo

Dado que esta investigación es de carácter académico y no un proyecto en ejecución, no se abordaron las estrategias de mantenimiento y monitoreo post proyecto.

Mencionando las limitaciones mencionadas, la presente tesis proporciona una evaluación valiosa de los riesgos y vulnerabilidades asociados a los flujos de detritos en el sector de Puca Puca. Estas limitaciones deben ser consideradas al interpretar los resultados y al desarrollar futuras investigaciones y estrategias de gestión del riesgo. El estudio ofrece una base sólida para mejorar la gestión del riesgo y la implementación de medidas preventivas y correctivas en la región.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. *Antecedentes de la investigación*

El territorio peruano, con la Cordillera de los Andes como su columna vertebral, presenta una gran diversidad geográfica, biológica y cultural. Debido a sus características geográficas y geológicas, El Perú es considerado altamente vulnerable a riesgos geológicos, especialmente flujo de detritus y huaycos según el Centro Nacional de Estimación del Riesgo de Desastres (CENEPRED), el país exhibe una alta exposición a estos fenómenos debido a su geografía y condiciones climáticas (SIGRID). Perú ha sido considerado uno de los países más vulnerables al cambio climático de acuerdo con el Tyndall Center de Inglaterra (Tyndall Center, 2014-2015). Informes recientes del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP) y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC) continúan destacando la alta vulnerabilidad de Perú debido a su geografía y la prevalencia de fenómenos climáticos extremos (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2021). Los fenómenos naturales como inundaciones, deslizamientos, terremotos y erupciones volcánicas son parte de los ciclos naturales geológicos y meteorológicos. Entonces resaltamos en la presente que, las actividades humanas han alterado los ecosistemas a nivel global, incrementando la vulnerabilidad frente a los desastres (Comité Regional de Defensa Civil Apurímac, 2011).

El Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET) ha realizado estudios sobre los Riesgos Geológicos del Perú en las franjas N°2 y N°3 en 2002 y 2003, respectivamente, donde se analizaron los peligros geológicos a nivel regional, identificando diez zonas críticas en la región de Apurímac. Informes técnicos de la Dirección de Geotecnia del INGEMMET también subrayan la vulnerabilidad física del país (Dávila & Herrera, 1997; Dávila & Zavala, 1997; Dávila, 2000).

Otros estudios relevantes incluyen el "Manual para la Prevención de Desastres y Respuestas a Emergencias: La Experiencia de Apurímac y Ayacucho" (Santillán et al., 2005) y el Plan Regional de Prevención y Atención de Desastres - Apurímac (2011). En 2011, se lanzó el proyecto "GA25B: Peligros Geológicos en la región Apurímac", con el objetivo de contribuir a la prevención de desastres y al ordenamiento territorial. Como parte de este proyecto, en marzo de 2012 se presentó el "Primer Reporte de Zonas Críticas por Peligros Geológicos y Geohidrológicos en la Región Apurímac" (Villacorta, Valderrama & Roa, 2012), identificando 22 zonas críticas. En este sentido se utilizó y

revisó la "Evaluación del flujo de detritos de Tamburco" tras las lluvias de febrero de 2012 (Villacorta & Valderrama, 2012).

Según registros históricos y catálogos de movimientos en masa, se ha documentado una serie de eventos que han afectado la región de Apurímac (INGEMMET, 2013):

El 10 de enero de 2003, fuertes lluvias causaron deslizamientos en las comunidades de Ccorhuani, Kerapata, Ccocha, Pumaranra y el Santuario Nacional de Ampay, afectando cinco hectáreas de terrenos de cultivo y bloqueando cinco kilómetros de carreteras.

- El 1 de abril de 2003, un deslizamiento de bloques de tierra arcillosa en Limapata Baja afectó una vivienda y dejó a cuatro personas afectadas.
- El 12 de julio de 2004, lluvias provocaron deslizamientos en Abancay, Cruzpata y Leonpampa, afectando a 180 personas en el distrito de Abancay.
- El 29 de julio de 2006, un deslizamiento en Cconchopata afectó a dos familias, con un total de diez personas afectadas.
- El 21 de enero de 2007, fuertes precipitaciones causaron un deslizamiento en Aymas, afectando 2.5 kilómetros de vía carrozable y aislando a 3,000 habitantes.
- El 17 de junio de 2007, un deslizamiento de tierras en Asillo afectó a 2,417 familias y un canal de riego afectó a una carretera.
- El 15 de enero de 2008, lluvias torrenciales generaron un hundimiento en una pista pavimentada en la Urbanización Gilber Urbiola.
- El 20 de mayo de 2008, un deslizamiento causado por filtraciones de agua en la comunidad de San Luis Alta provocó el colapso de dos viviendas, afectando a nueve personas.
- El 26 de octubre de 2009, rajaduras en la bocatoma en Illanya generaron una erupción que deterioró la infraestructura, afectando a 150 personas.
- El 25 de junio de 2010, un deslizamiento en el sector de San Lázaro, en Pachachaca, afectó un canal de riego y a 64 personas.
- El 15 de febrero de 2011, precipitaciones pluviales causaron un deslizamiento en Kerapata, afectando caminos y a 76 personas.
- El 19 de febrero de 2012, un deslizamiento en Bellavista Alta afectó una vivienda y a ocho personas.

- El 17 de marzo de 2012, un huayco en Abancay y Paltaipata afectó a 537 personas, destruyó tres viviendas, dañó 111 viviendas y afectó áreas de cultivo.
- El 6 de marzo de 2013, fuertes lluvias causaron un deslizamiento en Bella Vista Alta, afectando vías y a 1,500 personas.
- El 17 de febrero de 2013, lluvias causaron el colapso de una vivienda en la Urbanización Julian H. Medrano - Las Américas, afectando a siete personas.
- El 26 de febrero de 2013, un deslizamiento de tierras en el sector de Puca Puca obstaculizó el libre tránsito hacia el sector, afectando caminos y sectores aledaños.

La ciudad de Abancay tiene una larga historia de emergencias causadas por fenómenos climáticos y geodinámicos, como deslizamientos, huaycos, inundaciones y fríos intensos. Muchos de estos fenómenos están asociados al glaciar del nevado Ampay, cuyas morrenas han originado lagunas que ponen en peligro a la ciudad. Eventos como el aluvión de tierra negra en 1951, el deslizamiento en Moyocorral Limapata que afectó al conjunto habitacional de FONAVI, y el deslizamiento de Ccocha Pumararra en 1997, que causó numerosas víctimas, son recordados en la región (Proyecto INDECI: PNUD PER/02/051 00014426).

En general, la subcuenca del río Mariño, donde se emplaza Abancay, es sensible a procesos de geodinámica externa debido a la naturaleza de sus suelos, morfología, condiciones climáticas y el crecimiento desordenado de la población, así como la inapropiada explotación de recursos naturales (Ciudades Sostenibles - INDECI, 2007).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Flujos de detritos

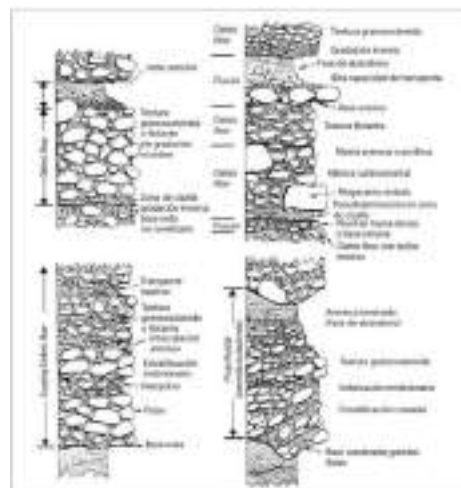
Las características morfológicas y dinámicas de los flujos de detritos son fundamentales para comprender su comportamiento y evaluar los riesgos asociados en áreas vulnerables como el sector Puca Puca, Abancay, Apurímac.

De tal forma, los flujos de detritos se definen como masas móviles saturadas de agua que consisten en una combinación de rocas, sedimentos, agua y gases, donde el contenido sólido representa entre el 50% y el 80% del material total suspendido en agua. Estos eventos se desplazan pendiente abajo debido a la gravedad, exhibiendo una velocidad considerable, alta movilidad y una capacidad destructiva significativa (Servicio Nacional de Geología y Minería [SERNAGEOMIN], 2020).

Durante su evolución, un flujo de detritos típico muestra una morfología distintiva. Inicia con una cabeza en el frente, donde se acumulan y transportan los clastos más grandes, seguido por un cuerpo que transporta partículas gruesas, incluso en suspensión. La parte final del flujo, conocida como la cola, es más diluida y representa el tramo final de su recorrido. Entre la cola y el cuerpo, existe una zona de transición que marca el inicio de la turbulencia. Comúnmente antes de que avance el frente del flujo, pueden ocurrir pulsos precursores de menor altura (Muñoz, 2018, p. 9).

Figura 1

Características de los Depósitos de Detritos



11

Principales características que muestran los depósitos masivos (debris flow) y otras facies asociadas. Modificado de Nemec y Steel, 1984.

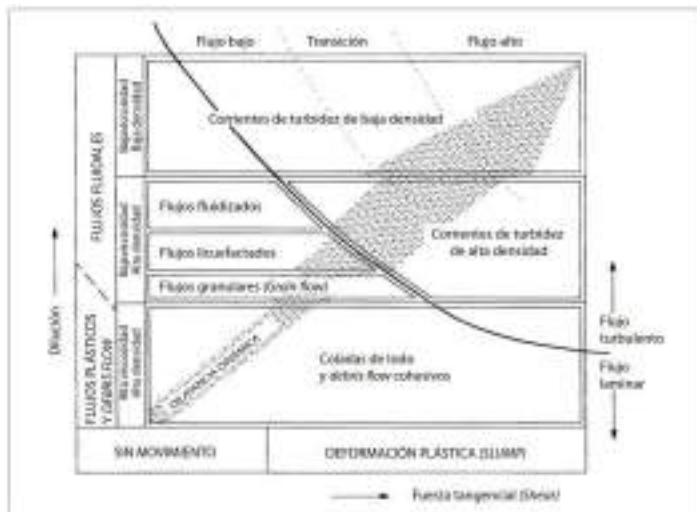
2.2.2. Tipos de Flujos de Sedimento

Los flujos de detritos y los flujos fluidales son fenómenos geológicos que afectan la estabilidad del terreno y la geomorfología de una región. Según Arche (2010), estos flujos pueden subdividirse en varias categorías basadas en sus mecanismos de transporte y sedimentación (**Figura 1**). Los flujos fluidales acumulan partículas individualmente, mientras que los flujos de detritos depositan partículas en masa debido a un incremento de la fricción entre ellas. Esta clasificación es esencial para la evaluación de riesgos y la planificación de medidas de mitigación en áreas propensas a deslizamientos y flujos de sedimentos.

Esquema conceptual de las relaciones entre los diversos tipos de flujos gravitacionales de sedimento. La dilatancia dinámica se va incrementando en el sentido de la flecha mayor (Le Fournier, 1981, comunicación personal). Modificado de Colombo y Marzo, 1987.

Figura 2

Relaciones entre tipos de flujos gravitativos de sedimento



Nota: Arche, A. (Ed.). (2010). *Sedimentología: Del proceso físico a la cuenca sedimentaria*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, p. 112.

2.2.3. Partes del flujo de detritos

El flujo de detritos se compone de varias partes distintivas que juegan un papel crucial en su dinámica y en los daños potenciales que puede causar.

Los frentes se caracterizan por tener tres partes principales: Una cabeza, con forma de lóbulo, donde se trasladan los grandes bloques, de hasta varios metros de diámetro, y

material granular; un cuerpo, que contiene un gran porcentaje del total del material arrastrado, con una distribución granulométrica menor que el frente; y una cola con mucho menor porcentaje de material sólido. La cabeza fluye con un carácter más turbulento que hacia la cola, donde el comportamiento del fluido es laminar (Wan & Hua, 1993; Solís, 1995).

Figura 3

Perfil de un Frente Típico de un Flujo de Detritos



Nota: Sepúlveda Valenzuela, S. A. (1998). *Metodología para evaluar el peligro de flujos de detritos en ambientes montañosos: Aplicación en la Quebrada Lo Cañas, Región Metropolitana*. Memoria de Título, Departamento de Geología, Universidad de Chile. p. 16. Figura 2.2. Perfil de un frente típico de un flujo de detritos (modificado de Solís, 1995).

2.2.3.1. Zona de Inicio

La zona de inicio de un flujo de detritos es donde el material suelto y saturado de agua comienza a moverse. Esta área se encuentra en pendientes pronunciadas y puede activarse debido a precipitaciones intensas, deshielo rápido o actividad sísmica. En esta fase, la combinación de agua y sedimentos se desprende y empieza a fluir ladera abajo (USGS, 2023).

2.2.3.2. Canal de Transporte

Una vez iniciado, el flujo de detritos se canaliza en barrancos o cauces existentes. Este canal de transporte puede ser de larga extensión y su pendiente puede variar. Durante el movimiento, el flujo erosiona el suelo y puede recoger más materiales, aumentando en volumen y energía. Los canales son cruciales para la velocidad y dirección del flujo (USGS, 2023).

2.2.3.3. Zona de Depósito

La zona de depósito es la parte final del recorrido del flujo de detritos, donde la pendiente disminuye y el material transportado se deposita. Esta área puede abarcar desde

abanicos aluviales hasta valles abiertos. En esta etapa, el flujo pierde energía y los sedimentos, que pueden variar en tamaño desde finos hasta grandes rocas, se acumulan formando depósitos característicos (Geosciences LibreTexts, 2023).

Estas partes del flujo de detritos son fundamentales para entender su dinámica y los riesgos asociados en áreas propensas a estos eventos.

2.2.4. Características

Los flujos de detritos son fenómenos naturales complejos que muestran una diversidad significativa en sus características y comportamiento. Según Celi y Tanta (2019), estas características son universales, independientes de los tamaños y distribuciones de los materiales que componen el flujo. La concentración de sedimentos dentro del flujo, junto con las propiedades del fluido intersticial, como la viscosidad y la densidad, así como las condiciones hidráulicas del entorno, como la velocidad del flujo, la profundidad y la pendiente del canal, son factores determinantes en la dinámica y el poder destructivo de los flujos de detritos (Celi & Tanta, 2019, p. 37).

La variabilidad en estos parámetros influye en cómo los flujos de detritos interactúan con su entorno. Del capítulo del marco teórico se desprende que las velocidades más altas y pendientes pronunciadas pueden aumentar la capacidad erosiva y de transporte del flujo, mientras que mayores concentraciones de sedimentos sólidos pueden intensificar su capacidad de destrucción. Estas características hacen que los flujos de detritos sean fenómenos geológicos significativos en términos de riesgos naturales, especialmente en regiones con terrenos montañosos y climas propensos a eventos extremos (Celi & Tanta, 2019).

2.2.5. Factores Condicionantes

La presencia de agua en el suelo es crucial para la formación de flujos de detritos, pero no basta por sí sola para provocar estos fenómenos. La combinación de varios factores es necesaria para crear condiciones que favorezcan la remoción de la masa de suelo. Estos factores varían en su importancia y pueden influir de manera diferente en la ocurrencia de los flujos de detritos. A continuación, se presentan los principales factores condicionantes y su impacto en el desarrollo de estos eventos.

- **Relieve:** La inclinación y forma del terreno son cruciales para la estabilidad y la capacidad de escurrimiento de agua.
- **Geología y Geotecnia:** La composición y estructura de las rocas y su capacidad para generar detritos.

- **Suelos:** La capacidad de los suelos para retener agua y su estabilidad influyen en el riesgo de deslizamientos.
- **Clima y Vegetación:** Las condiciones climáticas y la cobertura vegetal afectan la acumulación de agua y la estabilidad del suelo.
- **Acción Humana:** Las actividades humanas pueden alterar el equilibrio natural, aumentando el riesgo de flujos de detritos.

Cada uno de estos factores juega un papel en la estabilidad del terreno y la ocurrencia de flujos de detritos, y deben ser considerados en la evaluación del riesgo en tu estudio.

Figura 4

Factores Condicionantes



Nota: CENEPRED. (2014). *Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión*. Lima: CENEPRED - Dirección de Gestión de Procesos, p. 106.

2.2.6. Factores Desencadenantes

Según Suárez (2001), los flujos de detritos se originan a partir de eventos anómalos como lluvias intensas, sismos significativos o deshielos rápidos, los cuales pueden desencadenar deslizamientos y erosión. Estos eventos provocan la acumulación de sedimentos y partículas en las laderas y cauces, facilitando su movilización pendiente abajo (Suárez, 2001, p. 179).

El movimiento de los flujos de detritos está directamente influenciado por las condiciones hidrológicas, especialmente durante periodos de lluvias intensas que pueden saturar el material o incrementar las fuerzas de movimiento debido al agua en

movimiento. Los daños resultantes de estos flujos pueden afectar extensas áreas, como se ilustra en la **Figura 4** (Suárez, 2001, p. 181).

Figura 5

Factores Desencadenantes del Peligro



Nota: CENEPRED. (2014). *Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión*. Lima: CENEPRED - Dirección de Gestión de Procesos, p. 107.

Castillo (2006) señala varios factores determinantes en la ocurrencia y comportamiento de los flujos de detritos. La extensión del área de la cuenca de recepción influye directamente en la cantidad de agua captada y, por ende, en el volumen del flujo. Considerando en la presente tesis que, una mayor pendiente aumenta la velocidad del flujo y la posibilidad de erosión e inestabilidad del terreno. El clima juega un papel crucial, ya que intensas precipitaciones pueden desencadenar el flujo de detritos, especialmente en regiones áridas y semiáridas (Castillo, 2006, p. 16).

El tipo de suelo también es crucial; la composición del suelo, incluida la presencia de materiales finos y gruesos, su capacidad para resistir la erosión, su permeabilidad y la cobertura vegetal, son todos factores determinantes en la magnitud y comportamiento del flujo de detritos (Castillo, 2006, p. 16).

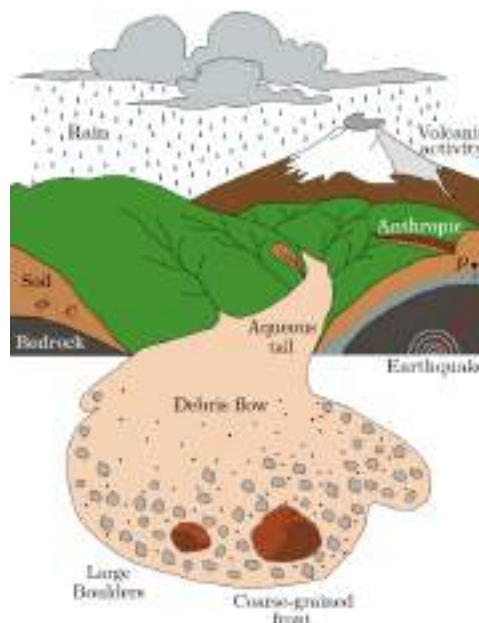
Estos factores interactúan de manera compleja para determinar la ocurrencia y las características de los flujos de detritos, siendo esenciales para la evaluación del riesgo y la planificación de la mitigación en áreas vulnerables.

La **Figura 6** muestra un esquema del flujo de detritos, según Trujillo-Vela et al. (2022), las características más comunes y los factores desencadenantes. Estos flujos son movidos por la gravedad, influenciados por la morfología del terreno y determinadas condiciones desfavorables. Las variaciones internas comprenden el estado mecánico del suelo, medido por variables como tensiones, deformaciones, presión de fluidos en los

poros, ángulo de fricción (ϕ) y cohesión (c). Los forzamientos externos incluyen factores como el clima, terremotos, actividad volcánica, deshielo de glaciares y acciones humanas, que pueden cambiar el estado mecánico del suelo y desencadenar el flujo.

Figura 6

Esquema del flujo de detritos y factores desencadenantes



Nota: Trujillo-Vela, M. G., Ramos-Cañón, A. M., Escobar-Vargas, J. A., & Galindo-Torres, S. A. (2022). *An overview of debris-flow mathematical modelling*. Institute of Advanced Technology, Westlake Institute for Advanced Study, Zhejiang, China.

2.2.7. Reología

Los flujos de detritos exhiben un comportamiento mecánico caracterizado como no-newtoniano debido a su composición compleja, que incluye una alta concentración de sólidos suspendidos en un fluido intersticial. A medida que aumenta la cantidad de sólidos transportados y la densidad de la mezcla supera la del agua, la resistencia a la deformación también aumenta de manera no lineal, a diferencia de los fluidos newtonianos donde la relación entre tensión de corte y tasa de deformación es lineal (Muñoz, 2018).

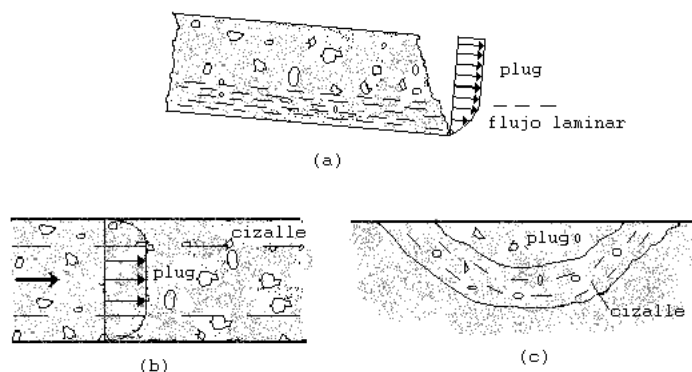
Este comportamiento visco plástico de los flujos de detritos se define por una tensión de fluencia mínima, conocida como yield stress, que debe superarse para que el fluido comience a fluir. Por encima de esta tensión crítica, el flujo se comporta como un

fluido móvil, mientras que, por debajo de ella, actúa como un cuerpo rígido o cuasi-rígido con velocidad de deformación prácticamente nula (Moreno, 2014).

La figura ilustra los perfiles de velocidad en fluidos con reología tipo plástico de Bingham, destacando las variaciones de velocidad tanto verticales como en planta, así como una sección vertical del canal. Estos perfiles ayudan a entender el comportamiento de los flujos de detritos con alta concentración de partículas y su reología compleja.

Figura 7

Perfiles de Velocidades en Fluidos Plásticos



Nota: Sepúlveda Valenzuela, S. A. (1998). *Metodología para evaluar el peligro de flujos de detritos en ambientes montañosos: Aplicación en la Quebrada Lo Cañas, Región Metropolitana*. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Geología, Universidad de Chile, p. 13. Figura 2.3. Perfiles de velocidades, (a) vertical y (b) en planta, de fluidos con reología del tipo plástico de Bingham; (c) sección vertical del canal (Selby, 1993).

La transformación reológica observada en los flujos de detritos es el resultado de la interacción compleja entre el fluido intersticial y las partículas sólidas. La presencia de finos, como limo o arcilla, en concentraciones superiores al 10%, lubrica los granos sólidos y modula la dinámica de la mezcla, dominando la viscosidad del fluido en estas condiciones (Solís, 1995).

2.2.8. Modelamiento Numérico de Flujos de Detritos

Debido a su naturaleza compleja y no-newtoniana, los flujos de detritos no pueden modelarse eficazmente utilizando métodos convencionales aplicados a fluidos newtonianos como el agua. La alta concentración volumétrica de sólidos requiere que se

supere un umbral crítico de esfuerzo para iniciar el movimiento del fluido (Valderrama, 2006).

Los métodos numéricos utilizados para simular el comportamiento de los flujos de detritos incluyen modelos mecánicos de fluidos y técnicas de elementos discretos. Estos enfoques se basan en la mecánica de la continuidad, utilizando ecuaciones de conservación de masa, momento y energía para describir dinámicamente el movimiento de los sedimentos. Entonces, se emplea un modelo reológico específico para capturar el comportamiento material complejo de los detritos durante la simulación (Chen & Lee, 2000).

La integración numérica de estas ecuaciones permite modelar el flujo en dos dimensiones, proporcionando herramientas efectivas para prever y mitigar los riesgos asociados con los flujos de detritos en diversas condiciones geográficas y climáticas

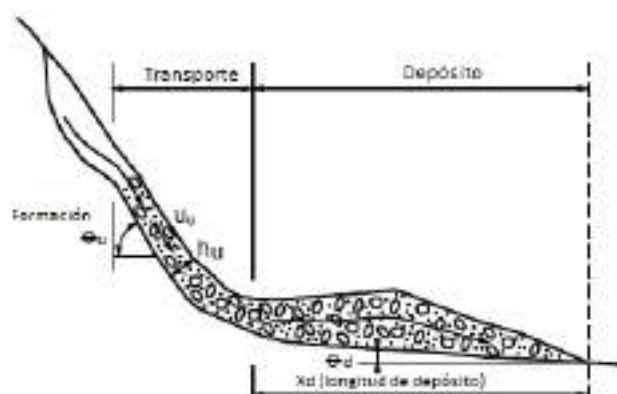
2.2.9. Deslizamientos de terreno o deslizamientos de tierra (Movimientos en Masa)

Los Movimientos en Masa (MM) son fenómenos geomorfológicos que contribuyen a la evolución del relieve terrestre. Estos movimientos tienen su origen en una amplia gama de procesos geológicos, hidrometeorológicos, químicos y mecánicos que ocurren en la corteza terrestre y en la interfaz entre esta y la hidrósfera-atmósfera (Proyecto Multinacional Andino, 2007).

La **Figura 7** muestra un esquema de flujo de escombros, que se mueve como un fluido continuo bajo la acción de la gravedad. Takahashi (2014) señala que este tipo de flujo es altamente móvil debido a la saturación de los espacios vacíos con agua. Según Suárez (2001), los sedimentos dominan el flujo, mientras que el agua tiene un papel menor, y el movimiento se produce por la colisión entre partículas.

Figura 8

Esquema de flujo de escombros



Nota: Suárez, J. (2004). *Esquema de un flujo de detritos*. En *Modelamiento y simulación de la quebrada Llocllamayo para control de flujo de escombros – Región de Puno* (p. 37).

2.2.9.1. Tipos de Movimientos en Masa

Según Cruden y Varnes (1996, citado en Suárez, 2009), los Movimientos en Masa se clasifican en diversos tipos que incluyen caídas, vuelcos, deslizamientos, flujos, propagaciones laterales y reptaciones. Estos fenómenos varían en velocidad, desde movimientos lentos hasta rápidos, y pueden estar saturados o secos dependiendo de las condiciones del terreno y la presencia de agua (ver **Tabla 1**).

Tabla 1

Tipos: Movimientos en Masa

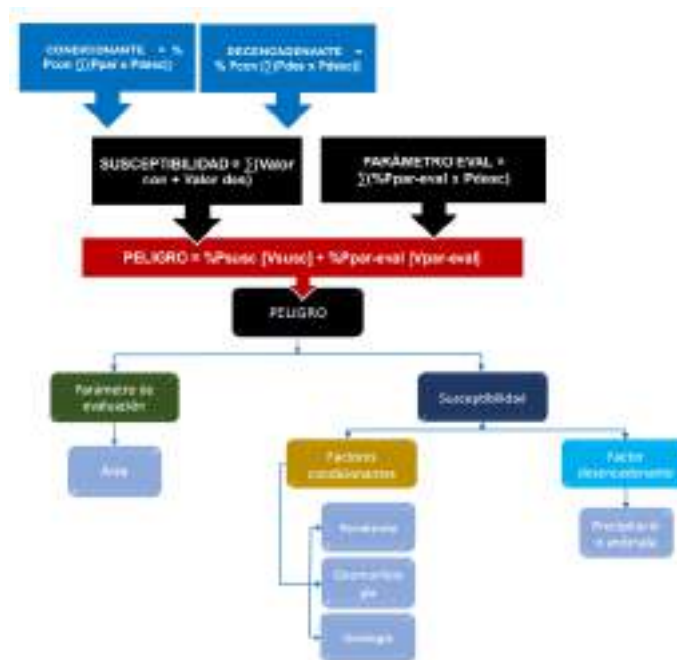
Tipo	Subtipo
Flujo	Movimiento fluido debido a flujo o licuación (arena, limo, detritos, roca fracturada), Avalancha de rocas, Avalancha de detritos, Movimiento de turba, Movimiento de tierra, Movimiento de lodo, Crecida de detritos, Movimiento de detritos
Reptación	Desplazamiento lento de suelos, Solifluxión, Gelifluxión (en permafrost), Deformaciones gravitacionales profundas
Caídas	Caída de roca (detrito o suelo), Volcamiento, Volcamiento de roca (bloque), Volcamiento flexural de roca o del macizo rocoso
Deslizamiento	Desplazamiento de roca o suelo de tipo traslacional, Desplazamiento en cuña, Desplazamiento rotacional
Propagación lateral	Propagación lateral de tipo lento, Propagación lateral por licuación (rápida)

Nota: Tipos de Movimientos en Masa descritos para la identificación de tipo de flujo en la presente investigación (Proyecto Multinacional Andino, 2007).

y severidad de eventos adversos como deslizamientos de tierra, inundaciones u otros fenómenos relacionados. Según el Manual del CENEPRED, el análisis del peligro implica la evaluación de su intensidad – magnitud - frecuencia y periodo de recurrencia para prever la probabilidad de ocurrencia y la gravedad de estos eventos naturales (CENEPRED, 2014, pp. 20-22).

Figura 10

Proceso para la Evaluación del factor Peligro en Fenómeno Natural



Nota: Adaptado de CENEPRED. (2014).

La *peligrosidad* se entiende como el grado de probabilidad y magnitud de un fenómeno natural específico en una región determinada. En el caso de Puca Puca, este concepto es crucial para entender la capacidad del entorno para generar eventos adversos que puedan afectar negativamente a las personas y las estructuras. La peligrosidad se evalúa considerando la intensidad del fenómeno y la frecuencia con la que se manifiesta en la región (CENEPRED, 2014, pp. 20-22). Para evaluar el peligro en Puca Puca, se deben considerar variables como la inclinación del terreno, las características del suelo y las precipitaciones extremas. Esta evaluación es esencial para anticipar y mitigar los impactos potenciales mediante una planificación adecuada.

2.2.11. Vulnerabilidad

La *vulnerabilidad* es la propensión de una población, sistema a experimentar daños cuando se expone a un peligro. Según la Ley N° 29664 del SINAGERD, la vulnerabilidad se define en función de tres componentes: exposición, fragilidad y resiliencia. La exposición determina la localización y características de los elementos en riesgo; la fragilidad indica qué tan susceptibles son estos elementos para sufrir daños; y la resiliencia describe la capacidad de recuperación de los elementos después de un evento adverso (CENEPRED, 2014, pp. 121-124).

En el área de Puca Puca, la evaluación de la vulnerabilidad considera factores como la calidad constructiva de las edificaciones, la infraestructura de drenaje y la preparación comunitaria para enfrentar desastres. Identificar estos factores es esencial para implementar medidas preventivas y mejorar la capacidad de respuesta ante posibles desastres.

2.2.12. Riesgo

El *riesgo* es la combinación del peligro con la vulnerabilidad de elementos expuestos. Se define como la probabilidad de que un suceso-fenómeno adverso cause daños, considerando la interacción entre la intensidad y frecuencia del peligro y la susceptibilidad-sensibilidad y capacidad de recuperación de los elementos en riesgo. Según el Manual del CENEPRED, el riesgo se expresa mediante:

$$R=f(P,V)$$

donde “R” representa el riesgo, “P” es el peligro con una intensidad y frecuencia determinadas durante un periodo de exposición, y V es la vulnerabilidad de los elementos expuestos (CENEPRED, 2014, pp. 147-149).

En Puca Puca, para calcular el riesgo de flujos de detritos se realiza combinando la probabilidad de estos eventos con la vulnerabilidad de las áreas y la población afectada. Este enfoque permite estimar el impacto potencial y diseñar estrategias para reducir y gestionar eficazmente el riesgo.

2.2.13. Prevención de situaciones de desastre

La prevención de desastres es tomar medidas antes de que pase algo malo. Se hace para evitar o reducir los daños que pueden causar los desastres naturales o provocados por las personas. Todo esto se prepara antes de la emergencia. (Vélez, 2005).

Las estrategias para la prevención y disminución del riesgo se enfocan en acciones realizadas antes del hecho-desastre, con el objetivo que estos eventos sucedan o de reducir sus efectos negativos. Estas medidas son proactivas y buscan minimizar los impactos adversos de fenómenos naturales (CENEPRED, 2014).

2.2.13.1. *Medidas Estructurales*

Las intervenciones estructurales consisten en la construcción o fortalecimiento de obras físicas diseñadas para mitigar los efectos de las amenazas. Estas acciones tienen como propósito mejorar la resistencia y capacidad de adaptación de las infraestructuras, protegiendo a las personas y sus propiedades (CENEPRED, 2014).

2.2.13.2. *Medidas – No Estructurales*

Las estrategias No Estructurales no implican construcciones físicas y se basan en la utilización de conocimientos existentes, políticas, y acuerdos para reducir el riesgo. Se dividen en:

- **Medidas Activas:** Estas incluyen la gestión directa de emergencias y aumento de resiliencia poblacional. (CENEPRED, 2014).
- **Medidas Pasivas:** Se enfocan en la normativa y planificación, como la implementación de códigos de construcción, regulaciones del uso del suelo, ordenamiento territorial, incentivos fiscales y promoción de seguros. Estas medidas, que suelen requerir menos recursos económicos, son especialmente útiles en países en desarrollo para consolidar los esfuerzos de reducción del riesgo (CENEPRED, 2014).

Vílchez (2004) amplía esta definición al incluir medidas de ingeniería urbana, todos elementos cruciales en la planificación para reducir la vulnerabilidad ante desastres naturales.

2.2.14. Marco normativo.

La presente tesis se fundamenta en el siguiente marco normativo:

- **Ley Universitaria N° 30220.**

Esta ley establece el marco legal general para la educación universitaria en el Perú, garantizando la calidad educativa y la autonomía universitaria, lo que es fundamental para el desarrollo de la investigación académica en la tesis.

- **Estatuto de la UNMSM.** (2016). (R.R. N° 03013-R-16). Lima, Perú: Autor.

El estatuto regula el funcionamiento interno de la universidad y establece los principios y normas bajo los cuales se desarrolla esta investigación.

- **Reglamento General de la UNMSM.** (2017). (R.R. N° 04138-R-17). Lima, Perú: Autor.

Este reglamento define las normas académicas y administrativas que deben seguirse en la universidad, asegurando que la tesis cumpla con los requisitos institucionales.

- **Reglamento de Grados y Títulos de la UNMSM.** (2020). Reglamento de Grados y/o Títulos (R.R. N° 00744-R-20). Lima, Perú: Autor.

Este reglamento especifica los procedimientos y requisitos para la obtención de grados académicos, asegurando que la tesis cumpla con los estándares para la obtención del título correspondiente.

Actividad Académica Docente, UNMSM. (2020). Resolución Rectoral N° 01042-R-2020. Lima, Perú: Autor.

Regula las actividades académicas y docentes dentro de la universidad, garantizando la calidad y efectividad en la enseñanza.

- Ley N° 29664, que crea el SINAGERD.
- Decreto Supremo N° 048-2011-PCM. Reglamento de la Ley del SINAGERD.
- Ley N° 29869, Ley de Reasentamiento Poblacional para Zonas de Muy Alto Riesgo No Mitigable.

2.3. Definición de términos

- **Análisis costo/beneficio y costo/efectividad:** Evaluación y análisis de la eficiencia de las medidas de gestión de riesgos comparando los costos con los beneficios y la efectividad esperada (CENEPRED, 2014).
- **Análisis y definicion de elementos expuestos en zonas susceptibles:** Evaluación detallada de cómo la población, infraestructura y recursos naturales están expuestos a riesgos de flujos de detritos en áreas vulnerables (CENEPRED, 2014).
- **Análisis y definicion de los factores de la vulnerabilidad:** Evaluación de los aspectos de exposición que determinan la vulnerabilidad ante flujos de detritos (CENEPRED, 2014).
- **Características Geológicas:** Incluye unidades litológicas como la Formación Huaranguillo y Superunidad Tiabaya, así como depósitos cuaternarios fluviales y aluviales (Salazar & Landa, 1993).

- Clasificación de peligros originados por fenómenos naturales: Agrupación y caracterización de los peligros según su origen, como fenómenos de geodinámica-interna, geodinámica externa, y fenómenos hídrico-climático (CENEPRED, 2014).
- Climatología: Descripción del clima y temperatura de Lunahuaná (SENAMHI, 2020).
- Definición de escenarios: Establecimiento de situaciones hipotéticas basadas en condiciones geológicas y climáticas para modelar posibles eventos de flujos de detritos (CENEPRED, 2014).
- Definición de umbrales de riesgo significativo: Establecimiento de límites o condiciones que determinan la severidad del riesgo de flujos de detritos en áreas específicas (CENEPRED, 2014).
- Desastre: Conjunto de daños y pérdidas de salubridad, fuentes de sustento, cuya efecto causa graves alteraciones en el funcionamiento de las unidades sociales, sobrepasando la capacidad de respuesta regional y local para atender eficazmente sus consecuencias (CENEPRED, 2014).
- Elemento expuesto: Conjunto de infraestructuras y población que tienen probabilidad de ser afectados. (Sánchez, 2018).
- Estratificación del nivel de peligrosidad parametrizado: Clasificación de la severidad del riesgo en términos sociales, económicos y ambientales utilizando criterios predefinidos de riesgo (CENEPRED, 2014).
- Exposición social, económica y ambiental: Evaluación de cómo los aspectos sociales, económicos y ambientales están expuestos a riesgos específicos de flujos de detritos (CENEPRED, 2014).
- Factores condicionantes: Condiciones ambientales y geológicas que predisponen la ocurrencia del fenómeno. (CENEPRED, 2014).
- Factores desencadenantes: Eventos específicos que pueden iniciar o desencadenar flujos de detritos, como lluvias intensas o actividad sísmica (CENEPRED, 2014).
- Fragilidad: Condiciones de desventaja relacionadas con factores internos como la calidad de las construcciones (CENEPRED, 2020).
- Geodinámica: Estudio de los procesos físicos internos y externos que modifican la superficie terrestre, como sismos y movimientos en masa, influenciados por las placas Sudamericana y Nazca (Chiroque et al., 2015).

- Geomorfología: Estudio de las formas de relieve, como montañas de roca intrusiva y piedemontes aluviales-torrenciales, afectadas por procesos erosivos y degradación (Gutiérrez, 2008).
- Impactos significativos y consecuencias negativas potenciales: Evaluación cuantitativa y cualitativa de las pérdidas y daños esperados en los sectores social, económico y ambiental debido a flujos de detritos (CENEPRED, 2014).
- Identificación de áreas o tramos de riesgo potencial: Localización y delimitación de zonas afectas al riesgo. (CENEPRED, 2014).
- Mapa de la peligrosidad: Representación gráfica de las áreas con diferentes niveles de riesgo de flujos de detritos, utilizando datos espaciales y de vulnerabilidad (CENEPRED, 2014).
- Mapa del nivel de vulnerabilidad: Representación visual de las áreas con distintos niveles de vulnerabilidad frente a flujos de detritos, utilizando datos espaciales y de vulnerabilidad (CENEPRED, 2014).
- Medidas de control de riesgos: Acciones y estrategias para mitigar, prevenir o reducir los efectos adversos de los flujos de detritos, incluyendo tanto medidas estructurales como No Estructurales (CENEPRED, 2014).
- Movimientos en Masa: Incluye flujos/avenidas, caídas de rocas e inundaciones fluviales, caracterizados por desplazamientos de material debido a la gravedad (Tavera, 2016).
- Niveles de vulnerabilidad: Clasificación matemática de la vulnerabilidad de las comunidades. (CENEPRED, 2014).
- Peligro: Probabilidad de que un fenómeno físico ocurra. (CENEPRED, 2014).
- Pendientes y Erosión: Clasificación de la pendiente del terreno según Van Zuidam, influenciando la erosión del suelo y la velocidad del agua de escorrentía (CENEPRED, 2014).
- Resiliencia: Capacidad de personas, familias, comunidades, entidades públicas y privadas para adaptarse, resistir, recuperarse y aprender del impacto de un peligro o amenaza (CENEPRED, 2014).
- Riesgo de desastre: Probabilidad de que la población y sus medios de vida sufran daños y pérdidas a consecuencia de su condición de vulnerabilidad y el impacto de un peligro (CENEPRED, 2014).

- Susceptibilidad-sensibilidad: Propensión de un área a verse afectada por flujos de detritos debido a sus características geológicas, topográficas y climáticas (CENEPRED, 2014).
- Vías de Comunicación y Defensas: Carreteras y estructuras construidas para mitigar el impacto de flujos de detritos, como diques y badenes, que direccionan la masa aluviónica hacia zonas seguras (Tavera, 2016).

CAPÍTULO III

3. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. *Las hipótesis*

3.1.1. Hipótesis General

- La combinación de variables geológicas, geomorfológicas, hidrológicas y topográficas influye en los niveles de riesgo y vulnerabilidad por flujos de lodos y detritos en el sector de Puca Puca.

3.1.2. Hipótesis Específicas

- Los factores geológicos y geomorfológicos son determinantes en la peligrosidad de los flujos de detritos en el sector de Puca Puca.
- La vulnerabilidad social y económica de la población del sector de Puca Puca incrementa el riesgo asociado a los flujos de lodos y detritos.
- La integración de múltiples variables independientes en una matriz de riesgos proporciona una evaluación más precisa y efectiva del riesgo en el sector de Puca Puca.
- La implementación de medidas de mitigación basadas en el análisis integrado de riesgos y vulnerabilidad reducirá el impacto de los desastres sector de Puca Puca

3.2. *Las variables*

3.2.1. Variables independientes

Una variable independiente actúa como la causa que provoca cambios en una variable dependiente. En estos últimos, la variable independiente se utiliza como tratamiento para manipularla y observar sus efectos sobre la variable dependiente (Arias Gonzales, 2020, p. 35).

- Características Sociales
- Características Económicas
- Geología
- Precipitación
- Geomorfología
- Topografía

3.2.2. Variables dependientes

Las variables dependientes son las que cambian debido a la influencia de las variables independientes, actuando como el "efecto" observado en el estudio (Arias Gonzales, 2020, p. 35).

- Nivel Peligrosidad
- Nivel Vulnerabilidad
- Nivel Riesgo

3.2.3. Variables Intervinientes

Las variables intervinientes explican cómo los indicadores de fragilidad y resiliencia pueden mediar o moderar la relación entre las variables independientes y las dependientes. Estas variables afectan la forma en que las independientes influyen en las dependientes, pero no se controlan directamente en el estudio (Arias Gonzales, 2020, p. 35).

- Susceptibilidad-sensibilidad de Movimientos en Masa
- Indicadores de Fragilidad y Resiliencia Social
- Indicadores de Fragilidad y Resiliencia Económica
- Indicadores de Fragilidad y Resiliencia Ambiental

3.3. Operacionalización analizando las variables

Tabla 2

Operacionalización analizando las variables.

VARIABLES			
VARIABLES DEPENDIENTES:	DIMENSIÓN	INDICADOR	INSTRUMENTO
- Estimación de los Niveles de Peligrosidad - Estimación de los Niveles de Vulnerabilidad	Estimación de los Niveles de Peligrosidad	Cálculos y mapas temáticos generados (peligro, vulnerabilidad, riesgos, entre otros)	- Desarrollo de modelos de riesgo y vulnerabilidad - Validación de resultados
VARIABLES INDEPENDIENTES:	DIMENSIÓN	INDICADOR	INSTRUMENTO
geología, geomorfología y topografía	Dimensión física o natural	Imágenes ráster utilizadas (12m) - Zonas de Riesgos (Km ² o ha) - Umbral de pp, %Pendiente - Unidad geomorfológica - Unidad geológica	- Recopilación y procesamiento de datos - Herramientas y técnicas utilizadas - Procedimiento para Elaborar un Análisis de Riesgo (AdR) - Desarrollo de Matriz de Saaty y Mapa de Peligro
Indicadores de Fragilidad y Resiliencia Social - Indicadores de Fragilidad y Resiliencia Económica	Dimensión social y económica	Grupo Etario - Número de personas en vivienda - Distancia de afectación - Estado de conservación y número de pisos de vivienda - Antigüedad de edificio, material predominante en paredes y pisos - Tenencia de vivienda - Nivel educativo - Ingreso familiar promedio mensual - Servicios básicos - Actividad laboral.	- Desarrollo de Matriz de Saaty y Mapa de Vulnerabilidad - Determinación del Nivel de Riesgo - Determinación de la Vulnerabilidad - Cálculo del Riesgo
Características del entorno físico" geología, geomorfología, hidrología, topografía, climatología	Dimensión física o natural	Imágenes ráster utilizadas (12 celcize) - Zonas de Riesgos (Km ² o ha) - Umbral de pp, %Pendiente - Unidad geomorfológica - Unidad geológica - Precipitación (mm)	- Desarrollo de modelos de riesgo y vulnerabilidad - Desarrollo de Matriz de Saaty y Mapa de Peligro - Tipos de Escenarios de Riesgo - Validación de resultados
Factores de riesgo identificados Factores Desencadenantes - Indicadores de Fragilidad	Riesgo y vulnerabilidad	Propuesta de medidas de mitigación	Recomendaciones para futuras investigaciones y acciones prácticas

CAPÍTULO IV

4. MATERIALES Y DESCRIPCION DE MÉTODOS

4.1. Área en estudio

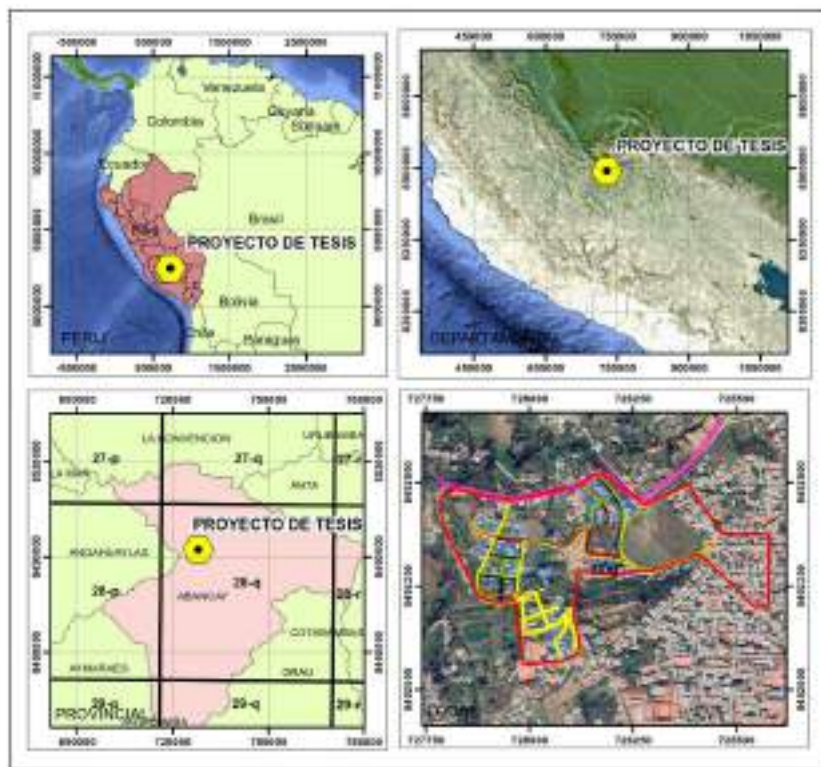
4.1.1. Ubicación

La zona de estudio para relacionada con la presente tesis de riesgo de flujo de lodos y detritus relacionado con la quebrada Puca Puca, ubicadas en la Av. El Sol, Av. San Miguel De La Urb. Pueblo Joven Centenario:

- Ciudad: Abancay
- Distrito: Abancay
- Provincia: Abancay
- Departamento: Apurímac

Figura 11

Ubicación el área de la investigación



Nota: Elaboración propia (2024). *Mapa de ubicación.* Datos obtenidos de levantamiento topográfico, Google Earth, ArcGIS e INGEMMET.

El valle de las Av. El Sol, Av. San Miguel De La Urb. Pueblo Joven Centenario, se encuentra en la subcuenca del río Mariño, un tributario del río Pachachaca. Con una altitud promedio de 2400 m.s.n.m., Abancay es la capital política de la provincia y el

departamento. Las altitudes en la región varían desde los 1700 hasta los 5200 m.s.n.m. en su punto más alto. La subcuenca del río Mariño abarca un área de recepción de 230 km² y está delimitada por las siguientes coordenadas geográficas:

- Latitud Sur: 13°32'29" a 13°42'20"
- Longitud Oeste: 72°56'14" a 72°43'16"

Este contexto geográfico y político es fundamental para comprender la dinámica del riesgo de flujo de lodos y detritus en la región y para diseñar estrategias efectivas de prevención y mitigación dentro del marco del proyecto de Mejoramiento del Servicio de Movilidad Urbana.

4.1.2. Vías de acceso

El acceso y las vías de comunicación son elementos fundamentales en el contexto del proyecto de Mejoramiento del Servicio de Movilidad Urbana en las urbanizaciones Claudio Sánchez Ramírez, Sol Naciente y 08 de octubre, ubicadas en el centro poblado Av. El Sol, Av. San Miguel De La Urb. Pueblo Joven Centenario, distrito Abancay.

Desde el punto de vista de la vialidad, Abancay se encuentra estratégicamente situado en el centro de la vía de transversal Nazca – Puerto Maldonado, que conforma la ruta S26. Esta ubicación facilita la conexión con otras regiones del país.

Figura 12

Acceso al área del proyecto



Nota: Google. (2024). *Google Rutas*. Acceso a través de www.google.com/maps.

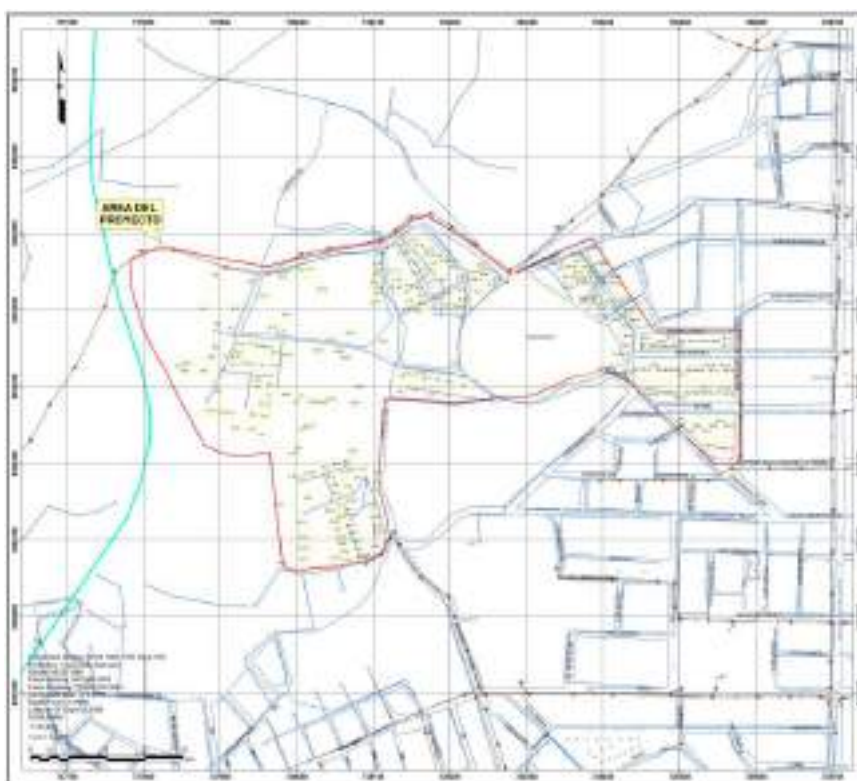
El acceso vehicular desde Lima se realiza a través de una vía pavimentada de primer orden, con un recorrido aproximado de 800 km y una duración de viaje de unas 16 horas. Desde Cusco, la distancia es de aproximadamente 200 km por una vía asfaltada, con un tiempo de viaje en camioneta de alrededor de 4 horas y 30 minutos.

En el ámbito local, el acceso a los diferentes barrios, urbanizaciones, asociaciones y áreas de expansión urbana se realiza a través de una red de calles, avenidas, vías asfaltadas, vías afirmadas, trochas y caminos de herradura. Estas vías son vitales para garantizar la conectividad y movilidad dentro y fuera de la ciudad, lo que resalta la importancia de su mantenimiento urbano.

Este **Plano en Planta de Infraestructura y Servicios Públicos** (Anexo PL - 01) muestra la disposición de la infraestructura y los servicios públicos en el sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac, a una escala de 1:2,000. Incluye detalles sobre accesos, redes de servicios públicos, y otras infraestructuras clave en el área. La data-antecedentes es crucial para la evaluación de la infraestructura existente y su relación con los riesgos geoespaciales.

Figura 13

Accesibilidad en Planta e Infraestructura y Servicios Públicos del Sector de Puca Puca



Nota: Elaboración propia basada en el levantamiento de datos durante el trabajo de campo en el sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac.

4.1.3. Clima

En el sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac, el clima presenta una notable temporada de lluvias que se extiende de diciembre a marzo, con temperaturas medias de

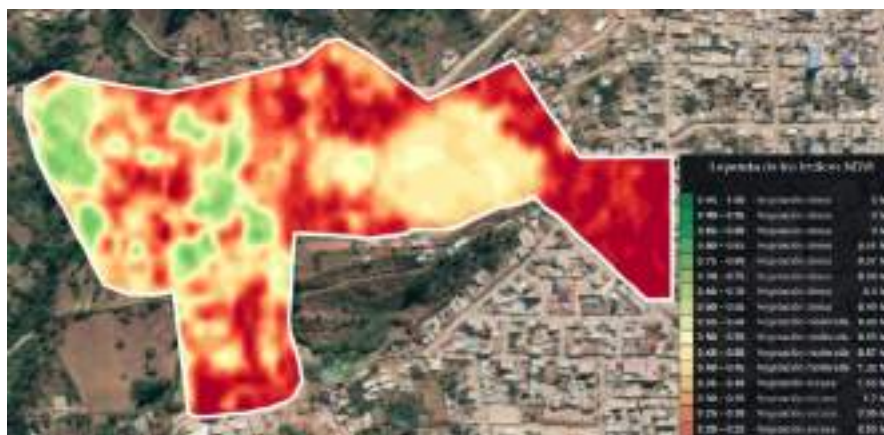
aproximadamente 16 °C. El resto del año, el clima se caracteriza por una temporada seca, donde las temperaturas pueden alcanzar hasta 25 °C como máximo y descender hasta 8 °C como mínimo. En años recientes, se ha observado un aumento atípico en las precipitaciones pluviales en esta área (Madueño, 2011).

De acuerdo con el análisis de datos proporcionados por el servicio de aWhere, que combina información de millones de estaciones meteorológicas virtuales con datos satelitales, la precipitación máxima diaria en el sector de Puca Puca para el periodo 2018-2022 fue de 50.9 mm en febrero de 2021. Las temperaturas en esta zona han fluctuado entre -6 °C y 26 °C hasta 2022 (**Figura 16**).

Los índices de vegetación (NDVI) para Puca Puca muestran que las precipitaciones recientes han producido valores promedio de 0.4 a 0.5, indicando una vegetación que varía de escasa a moderada (**Figura 14**). Este tipo de patrón de precipitaciones, junto con los valores de NDVI observados, puede llevar a la saturación del suelo y aumentar el riesgo de deslizamientos de tierra en la región.

Figura 14

Visualización de los datos meteorológicos del sistema Crop Monitoring,



Nota: EOS Crop Monitoring (2020-2021). Visualización de los datos meteorológicos del sistema aWhere. Recuperado de <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/7407143>

La visualización de los datos meteorológicos del sistema Crop Monitoring para el año 2024 muestra que en el sector de Puca Puca, los índices de vegetación indican una cobertura que varía entre escasa y moderada (EOS Crop Monitoring, 2020-2021).

De acuerdo con los registros satelitales proporcionados por el sistema aWhere, las precipitaciones máximas diarias en el sector de Puca Puca alcanzaron un pico de 50.9 mm el 10 de febrero de 2021. Este valor representa el nivel más alto de precipitación diaria

registrado en la región durante el periodo de análisis. El clima de Abancay es templado, con lluvias moderadas y una variación térmica moderada, mientras que la mínima promedio fue de 11.7°C. En ese mismo periodo, la precipitación anual acumulada promedio alcanzó los 595.6 mm. (EOS Crop Monitoring, 2020-2021).

Figura 15

Precipitaciones máximas diarias según registros satelitales aWhere



Nota: EOS Crop Monitoring (2020-2021). Visualización de los datos meteorológicos del sistema aWhere. Recuperado de <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/7407143>

Según los registros satelitales del sistema aWhere, las temperaturas máximas y mínimas diarias en el sector de Puca Puca han mostrado una variabilidad significativa. Estos datos permiten observar los extremos térmicos en la región, proporcionando información esencial para entender las condiciones climáticas y su influencia en la estabilidad del suelo y los patrones de vegetación. Los datos detallan las fluctuaciones térmicas diarias, que son fundamentales para el análisis de los riesgos asociados a fenómenos climáticos en el sector de Puca Puca (EOS Crop Monitoring, 2020-2021).

Figura 16

Temperaturas máximas y mínimas diarias según registros satelitales aWhere



Nota: EOS Crop Monitoring (2020-2021). Visualización de los datos meteorológicos del sistema aWhere. Recuperado de <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/7407143>

4.1.4. Aspectos Geológicos

4.1.4.1. Geología Regional

4.1.4.1.1. Grupo Copacabana

El **Grupo Copacabana** se encuentra ampliamente distribuido al norte de Abancay, extendiéndose hacia el cuadrángulo de Andahuaylas y el poblado de Cachora (Valdivia Vera & Latorre Borda, 2003, p. 5). Este grupo forma un gran anticlinal con una dirección predominante de ONO-ESE y está controlado por fallas E-O que lo ponen en contacto con los grupos San José y Mitu. En el noroeste de Curahuasi, el grupo presenta pliegues asimétricos. El grosor estimado del Grupo Copacabana es de aproximadamente 2,500 metros en la zona. La parte inferior del grupo está compuesta principalmente por calizas y algunas pelitas, mientras que la parte superior incluye pelitas carbonosas y areniscas intercaladas. Los fósiles encontrados en las pelitas, como *Anularia* sp. y *Polypora* sp., confirman una edad del Permiano inferior para el grupo (Valdivia Vera & Latorre Borda, 2003, p. 5).

4.1.4.1.2. Grupo Mitu

El **Grupo Mitu** aflora al noroeste del cuadrángulo, cerca del nevado Ampay, y está en contacto fallado con los grupos San José y Copacabana (Valdivia Vera & Latorre Borda, 2003, p. 5). Este grupo yace en discordancia erosional sobre las pelitas del Grupo Copacabana e infrayace en discordancia a las calizas de la Formación Socosani.

Compuesto por conglomerados, areniscas feldespáticas, limolitas y pelitas, con coloraciones que varían entre rojo y verde. Aunque no se han encontrado fósiles en esta unidad, estudios previos sugieren una edad del Permiano, con algunas posibilidades de que se extienda hasta el Triásico superior (Valdivia Vera & Latorre Borda, 2003, p. 5).

4.1.4.1.3. *Plutón de Abancay*

El **Plutón de Abancay** se encuentra al sur de la ciudad de Abancay y se extiende hacia el cuadrángulo de Andahuaylas (Valdivia Vera & Latorre Borda, 2003, p. 13). Limitado por la falla de Abancay-Curahuasi por el norte, y por cuerpos intrusivos monzograníticos y dioríticos en otras direcciones, este cuerpo ha sido datado como del Triásico superior, entre el Carniano y el Noriano, basado en estudios radiométricos.

Aunque según mencionan los autores, también se considera la posibilidad de una edad Eoerciniana (Valdivia Vera & Latorre Borda, 2003, p. 13).

4.1.4.1.4. *Unidad Lambrama*

El **Plutón Lambrama** se encuentra al sur y sureste del poblado de Lambrama, intruyendo las formaciones Arcurquina, Muñani y Soncco (Valdivia Vera & Latorre Borda, 2003, p. 14). Está compuesto por cuarzodioritas, cuarzomonzonitas y diorita granítica holocristalina. Este plutón es notable por sus cristales de plagioclasa y hornablenda, y representa una intrusión significativa en la región (Valdivia Vera & Latorre Borda, 2003, p. 14).

4.1.4.1.5. *Depósitos Aluviales*

Estos están depositados en las quebradas, con grandes bloques de rocas y gravas envueltos en una matriz areno-limosa (Valdivia Vera & Latorre Borda, 2003, p. 11). Estos depósitos son definen la geología y sus propiedades en áreas como las quebradas del río Apurímac y otros valles cercanos.

4.1.4.1.6. *Depósitos Coluviales*

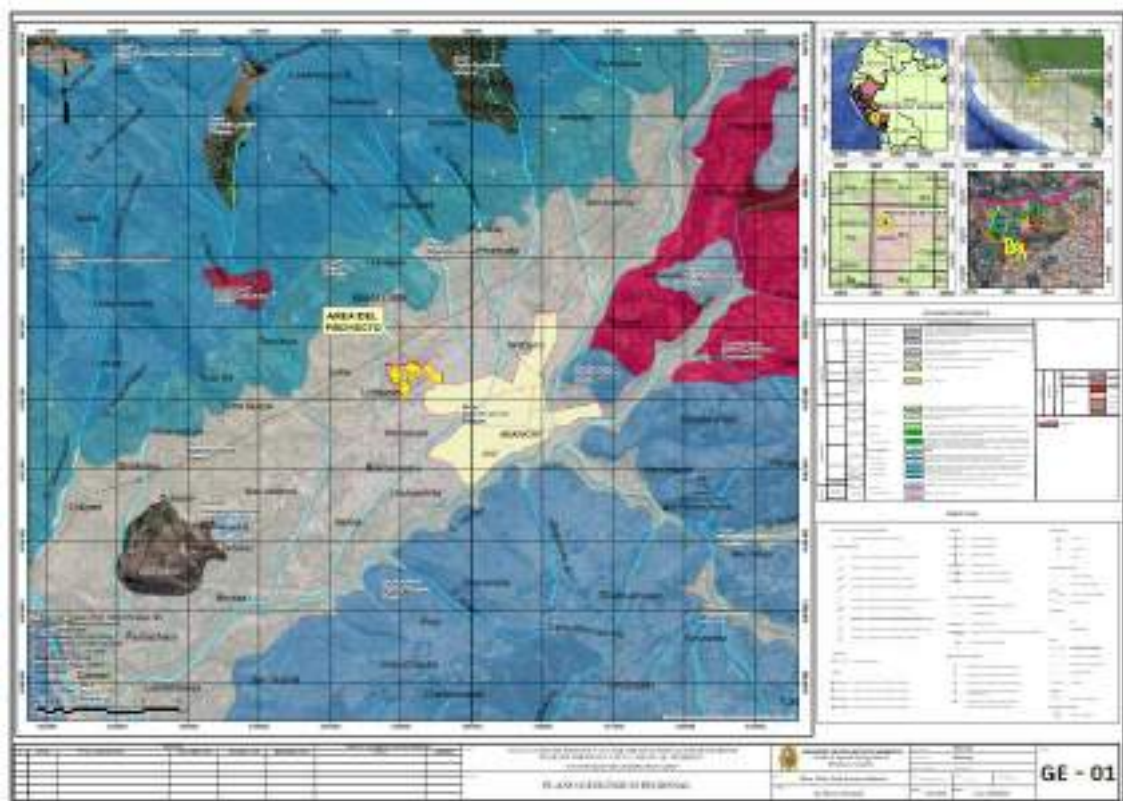
Los **depósitos coluviales** se encuentran en los astiales del valle, consistiendo en bloques y cantos angulosos envueltos en una matriz areno-arcillosa (Valdivia Vera & Latorre Borda, 2003, p. 11). Están presentes en los flancos de los ríos Lambrama, Pachachaca, Cachimayo y Apurímac.

4.1.4.1.7. *Depósitos Fluviales*

Los **depósitos fluviales** se han reconocido en el lecho o cauce del río Pachachaca constituidos por bancos de gravas heterogéneas y arenas (Valdivia Vera & Latorre Borda, 2003, p. 11).

Figura 17

Plano Geológico Regional del Sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac



Nota: (INGEMMET), Cuadrángulo 28Q, Escala 1:50,000. Anexo EG-01 de la tesis.

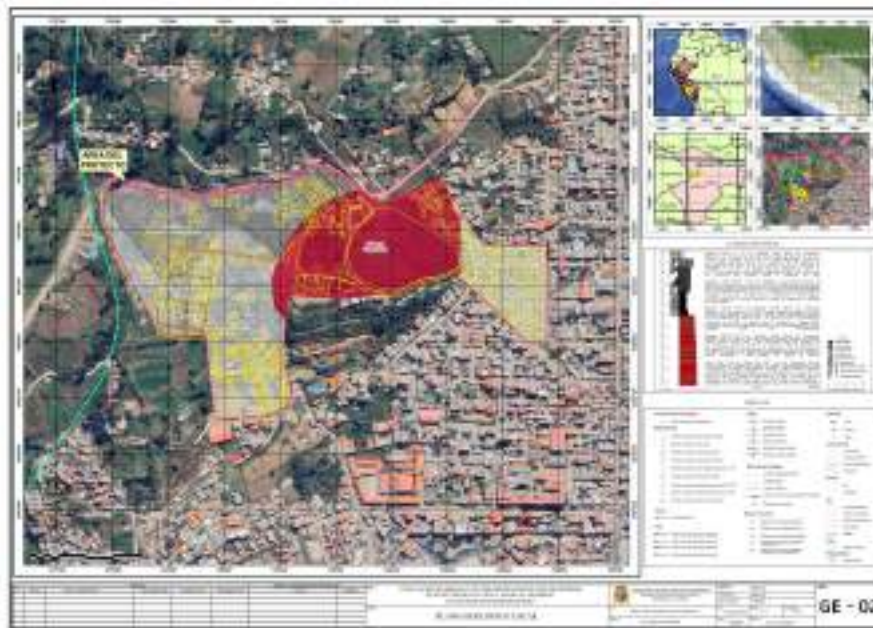
4.1.4.2. Geología Local

El estudio geológico de la zona de Puca Puca descrita en el cuadrángulo de Abancay, 28-q (Valdivia & Latorre, 2003), conjuntamente con el mapeo directo en campo. Este análisis muestra que el área está principalmente compuesta por rocas volcanosedimentarias del Grupo Mitu, que datan del Pérmico/Triásico, y cubiertas por depósitos cuaternarios coluviales y coluvio-deluviales.

Las siguientes ilustraciones muestran el plano geológico local y la leyenda estratigráfica detalla las unidades y características geológicas representadas en el Plano Geológico Local del sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac. La leyenda incluye la descripción de los diferentes estratos geológicos y sus respectivas propiedades, que han sido identificados y levantados durante el trabajo de campo realizado por el autor.

Figura 18

Plano Geológico Local



Nota: Elaboración propia. Anexo EG-02 de la tesis.

Figura 19

Leyenda Estratigráfica del Plano Geológico Local



Nota: Elaboración propia basada en el levantamiento de datos durante el trabajo de campo en el sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac.

4.1.4.2.1. Grupo Mitu (PsT r-mi)

El Grupo Mitu en la región de Puca Puca está constituido por una diversa gama de rocas sedimentarias, tales como conglomerados, areniscas feldespáticas de grano fino

a grueso, limolitas y pelitas, que presentan colores variados desde rojo hasta verde. Los conglomerados de este grupo contienen clastos subangulosos que incluyen materiales volcánicos, intrusivos, areniscas y cuarcitas, todo ello contenido en una matriz arenosa-arcillosa. Dichos estos se encuentran niveles intercalados de brechas volcánicas y andesitas, con colores característicos en verde y rojo violáceo (Valdivia & Latorre, 2003).

Este grupo se caracteriza por una secuencia molásica de areniscas feldespáticas, lutitas rojas y conglomerados, predominando sobre las limo-arcillitas. Es común encontrar estratificación oblicua, entrecruzada y paleocanales. La sedimentación en este grupo es rítmica, y las areniscas se presentan en bancos que varían de 0.5 a 6 metros de espesor, con colores que van desde rojo ladrillo hasta verde. Los granos de las areniscas varían de grueso a fino, siendo más comunes los granos medianos a finos. Las lutitas se encuentran intercaladas entre los bancos de areniscas, formando capas que pueden superar los 5 metros de espesor. Estas lutitas son relativamente blandas y se desintegran fácilmente por la meteorización.

En la parte inferior del Grupo Mitu, los conglomerados son abundantes, especialmente en el conglomerado basal observado en la falla Pachachaca frente a la Quebrada Nacchirpa en la vertiente Ranrayoc, con un espesor de 100 metros. Los clastos de estos conglomerados están bien redondeados y tienen el tamaño de guijarros, incluyendo cantos de areniscas volcánicas y lutitas, en una matriz arenosa de color rojo o gris claro. En la parte superior del grupo, se encuentran niveles de lava andesítica, expuestos en el flanco sur del nevado Ampay, con bancos que varían entre 80 y 100 metros de espesor. Se estima que el Grupo Mitu en el área de estudio tiene un espesor total de entre 600 y 800 metros.

En términos de litología, se han identificado lavas de andesitas basálticas de color gris oscuro y traquiandesitas de color gris claro, intercaladas con lutitas y areniscas de color pardo, que presentan laminación paralela y estructuras de canal. Estas formaciones están acompañadas de limolitas y conglomerados de color pardo rojizo. Cualitativamente, las areniscas y lutitas intercaladas en la base del deslizamiento en la región de Puca Puca se describen como altamente fracturadas y meteorizadas. Las areniscas presentan fracturas con separaciones de 0.3 a 0.05 M. y más del 50% de las rocas están descompuestas, con una alta tasa de meteorización (Valdivia & Latorre, 2003).

La **Tabla 3** muestra la clasificación del fracturamiento en areniscas intercaladas con lutitas del Grupo Mitu, según la metodología del ISRM (1981). Detalla la intensidad

del fracturamiento (F5) y la separación (<0.05 m), describiendo la roca como fragmentada y capaz de separarse en lascas con facilidad.

Tabla 3

Clasificación del Fracturamiento de Areniscas Intercaladas con Lutitas del Grupo Mitu

Intensidad de Fracturamiento	Separación	Descripción	Clasificación
F5	<0.05 m	Fragmentado	La roca se muestra astillosa, se separa en lascas con facilidad

Nota: Elaboración propia basada en ISRM (1981).

La **Tabla 4** presenta la clasificación de la meteorización de areniscas intercaladas con lutitas del Grupo Mitu, siguiendo las categorías del ISRM (1981). Se describen dos grados de meteorización: **A4**, que indica un alto grado de meteorización con más del 50% del material rocoso descompuesto y solo algo de roca fresca, y **A5**, donde el material rocoso está completamente descompuesto, aunque la estructura original del macizo todavía es parcialmente visible.

Tabla 4

Clasificación de la Meteorización de Areniscas Intercaladas con Lutitas del Grupo Mitu

Clasificación de la Meteorización de Areniscas Intercaladas con Lutitas del Grupo Mitu

Grado de Meteorización	Descripción	Clasificación
A4	Altamente meteorizado	Más del 50% del material rocoso descompuesto, roca fresca presente como testigo
A5	Completamente meteorizado	Todo el material rocoso descompuesto, estructura original del macizo aun parcialmente intacta

Nota: Elaboración propia basada en ISRM (1981).

La **Tabla 5** muestra la clasificación del fracturamiento de andesitas intercaladas con lutitas del Grupo Mitu, de acuerdo con el ISRM (1981). El grado F5 indica una alta fragmentación de la roca, con separación menor a 0.05 m, que se presenta en forma de lascas y con facilidad de descomposición.

Tabla 5*Clasificación del Fracturamiento de Andesitas Intercaladas con Lutitas del Grupo Mitu*

Intensidad de Fracturación	Separación	Descripción	Clasificación
F5	<0.05 m	Fragmentada	La roca es astillosa y se descompone en lascas con facilidad

Nota: Elaboración propia basada en ISRM (1981).

4.1.4.2.2. Depósito aluvial (Qh-al)

En el sector de Puca Puca, especialmente a lo largo de la quebrada Nacchirpa y en la vertiente del canal de Ranrayoc, se han identificado depósitos aluviales que cubren gran parte del área. Estos depósitos se caracterizan por la presencia de bloques de más de 0.5 metros de diámetro, lo que sugiere un transporte de alta energía. Los cantos presentes en estos depósitos tienen formas que varían de subredondeadas a redondeadas. La matriz está compuesta por fragmentos detríticos, junto con arenas y limos, formando una estratificación irregular y superficial.

La dinámica de los depósitos aluviales indica que los materiales han sido transportados, lavados y redepositados a lo largo de la quebrada Nacchirpa, resultando en la formación de gravas redondeadas con una matriz arenosa bien clasificada. Sobre estos depósitos, se ha desarrollado una capa dura y cementada de color blanco, que se forma por la precipitación de carbonato de calcio y otras sales evaporitas debido a intensos períodos de evaporación en el pasado. Esta capa cementa los bloques y clastos de una antigua superficie aluviónica.

Por encima de esta capa cementada, se halla el TOP-SOIL(orgánico) con un espesor de 0.3 a 0.5 metros, que constituye el horizonte A del suelo. Esta capa es fundamental para la vegetación local y refleja los procesos sedimentarios y climáticos que han influido en la región.

La **Tabla 6** detalla la descripción de las características del depósito aluvial en el sector de Puca Puca. Incluye datos sobre granulometría, redondez, forma y plasticidad de diferentes fracciones del depósito, como bloques, cantos, gravas, arenas, limos y suelo orgánico.

Tabla 6*Descripción de las Características del Depósito Aluvial en el Sector de Puca Puca*

Granulometría	Porcentaje (%)	Redondez	Forma	Plasticidad
Bloques	5	Subredondeados a Redondeados	-	-

Cantos	15	Subredondeados a Redondeados	-	-
Gravas	35	Redondeadas	-	-
Arenas	25	-	-	-
Limos	10	-	-	-
Capa Cementada	1	-	-	-
Suelo Orgánico	0.3 - 0.5 m	-	-	-

Nota: Elaboración propia basada en el levantamiento de datos durante el trabajo de campo en el sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac.

Estos depósitos aluviales en la quebrada Nacchirpa y la vertiente del canal de Ranrayoc reflejan una estructura sedimentaria que indica condiciones dinámicas y una historia de deposición activa. La capa cementada que se ha formado sobre los depósitos y la capa de suelo orgánico son evidencias de los procesos de deposición y las variaciones climáticas que han afectado a la región.

4.1.4.2.3. *Deposito Fluvial (Qh-fl)*

En la región occidental del área de estudio, hemos identificado depósitos fluviales que se han formado a lo largo del tiempo debido al transporte de sedimentos por el agua en el canal de Ranrayoc y sus alrededores. Estos depósitos se encuentran en las zonas más bajas del valle, especialmente en áreas donde el canal presenta cambios en su orientación y en las zonas de inundación estacional.

Los depósitos fluviales están compuestos por una mezcla de fragmentos de roca y sedimentos variados, con una textura predominantemente arenosa. Los fragmentos incluyen bloques (1%), cantos (6%), gravas (20%), gránulos (30%) y arenas (25%), todos integrados en una matriz de limo y arcilla (18%). La combinación de estos materiales forma una estratificación que refleja el dinamismo del transporte fluvial, con una distribución irregular de los tamaños de los fragmentos.

Los bloques y cantos en estos depósitos suelen ser subredondeados a redondeados, indicando un transporte prolongado y una abrasión significativa. La matriz de limo y arcilla proporciona una cohesión moderada a los sedimentos, mientras que la presencia de arenas y gravas refuerza la capacidad de los depósitos para ser movilizados durante eventos de inundación. La cobertura superficial, en su mayoría orgánica, también contribuye a la formación de una capa que puede ser fácilmente transportada y reubicada por la acción del agua. La **Tabla 7** proporciona un análisis de las características del depósito fluvial al oeste de la zona estudiada. Presenta información sobre granulometría, redondez, forma y plasticidad de diversos componentes del depósito, incluyendo bloques, cantos, gravas, gránulos, arenas, limos, arcillas y material orgánico.

Tabla 7*Descripción de las Características del Depósito Fluvial*

Granulometría	Porcentaje (%)	Redondez	Forma	Plasticidad
Bloques	1	Subredondeados Redondeados	a Esférico	-
Cantos	6	Subredondeados Redondeados	a Esférico	-
Gravas	20	Subredondeados Redondeados	a Esférico	-
Gránulos	30	Redondeados	Esférico	-
Arenas	25	-	-	-
Limos	10	-	-	Baja plasticidad
Arcillas	8	-	-	Moderada plasticidad
Material Orgánico	-	-	-	-

Nota: Elaboración propia basada en el levantamiento de datos durante el trabajo de campo en el sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac.

Estos depósitos fluviales presentan una capacidad significativa para ser transportados y reubicados por la acción de las aguas, especialmente en épocas de inundación. La presencia de una cobertura orgánica en la superficie y la estructura de la matriz contribuyen a su movilidad, lo que los convierte en una fuente potencial de sedimentos y lodos durante eventos hidrometeorológicos, aumentando el riesgo de deslizamientos y flujos de lodo en la región.

4.1.4.2.4. Depósito coluvial (Qh-co)

En el sector de Puca Puca, en Abancay, Apurímac, hemos identificado depósitos coluviales que se encuentran sobre el Grupo Mitu. Estos depósitos son el resultado de deslizamientos de masa y presentan una textura predominantemente arenosa. La composición de los materiales está formada por bolos (4%), cantos (12%), gravas (28%), gránulos (22%) y arenas (14%), todos envueltos en una matriz suelta de limo y arcilla. Las características de estos fragmentos y su distribución se detallan en el Cuadro 8.

Se han observado bolos de andesitas basálticas con diámetros que varían entre 1.5 y 2.3 metros. Estos bolos se desprendieron de afloramientos del Grupo Mitu y bloques presentes en el depósito coluvio-deluvial. Los depósitos coluviales cubren amplias áreas en la zona norte, mostrando colores que oscilan entre tonos rojizos y grises claros. Los fragmentos rocosos presentan formas angulares a subangulares y están rodeados por una matriz de arcilla y limo. El transporte de estos fragmentos ha sido mayormente gravitacional.

Estos depósitos también incluyen formaciones aluviales resultantes de la meteorización in situ de las rocas. También, se consideran depósitos de deslizamientos y escombros de talud para los propósitos de cartografía geológica. La **Tabla 8** detalla las características del depósito coluvial en el sector de Puca Puca. Incluye datos sobre granulometría, redondez, forma y plasticidad de los diferentes materiales presentes, como bolos, cantos, gravas, gránulos, arenas, limos y arcillas.

Tabla 8

Descripción de las Características del Depósito Coluvial en el Sector de Puca Puca

Granulometría	Porcentaje (%)	Redondez	Forma	Plasticidad
Bolos	4	Subangulosos	Esférico	-
Cantos	12	Subangulosos	Esférico	-
Gravas	28	Subangulosos	Esférico	-
Gránulos	22	Redondeados	Esférico	-
Arenas	14	-	-	-
Limos	16	-	-	Medianamente plásticos
Arcillas	8	-	-	Alta plasticidad

Nota: Elaboración propia basada en el levantamiento de datos durante el trabajo de campo en el sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac.

Estos depósitos coluviales presentan una alta susceptibilidad-sensibilidad a futuros deslizamientos y derrumbes, lo que enfatiza la necesidad de un monitoreo constante y la implementación de medidas preventivas adecuadas.

4.1.4.2.5. *Depósito coluvio-deluvial (Qh-cd)*

En el sector de Puca Puca, en la región entre las localidades de Ranrayoc, Moyoc Corral y Limapata, hemos identificado depósitos coluvio-deluviales que son una mezcla de material coluvial y deluvial. Estos depósitos están en las laderas y sobre el substrato rocoso del Grupo Mitu, y son responsables de formar una base crítica para los flujos de detritos y lodos en la zona.

Estos depósitos presentan una textura predominantemente arenosa con bolos (4%), cantos (7%), gravas (14%), gránulos (23%) y arenas (12%), todos contenidos en una matriz limo-arcillosa que constituye el 30% del material total. La matriz es suelta y

poco consolidada, facilitando la movilidad de los fragmentos y contribuyendo a la formación de lodos durante eventos de precipitaciones intensas.

Los fragmentos rocosos presentan formas que varían desde subangulosas hasta redondeadas, mientras que la matriz limo-arcillosa tiene una plasticidad media, lo que permite que se compacte parcialmente bajo condiciones secas, pero se vuelva más fluida con la saturación de agua. Las arcillas en estos depósitos tienen una alta plasticidad, lo que refuerza su capacidad para formar lodos pegajosos y expansivos en condiciones húmedas. La **Tabla 9** proporciona una descripción detallada del depósito coluvio-deluvial en el sector de Puca Puca. Incluye información sobre la granulometría, redondez, forma y plasticidad de los componentes del depósito, tales como bolos, cantos, gravas, gránulos, arenas, limos y arcillas.

Tabla 9

Descripción de las Características del Depósito Coluvio-Deluvial en el Sector de Puca Puca

Granulometría	Porcentaje (%)	Redondez	Forma	Plasticidad
Bolos	4	Subangulosos Redondeados	a Esférico	-
Cantos	7	Subangulosos Redondeados	a Esférico	-
Gravas	14	Subangulosos Redondeados	a Esférico	-
Gránulos	23	Redondeados	Esférico	-
Arenas	12	-	-	-
Limos	30	-	-	Medianamente plásticos
Arcillas	10	-	-	Alta plasticidad

Nota: Elaboración propia basada en el levantamiento de datos durante el trabajo de campo en el sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac.

La combinación de estos materiales con una matriz suelta y poco consolidada, junto con una alta proporción de limo y arcilla, hace que los depósitos coluvio-deluviales sean altamente susceptibles a la formación y transporte de detritos y lodos. La facilidad con la que estos materiales se movilizan y su capacidad para formar mezclas pegajosas en condiciones húmedas representan un riesgo significativo para eventos de deslizamiento y flujos de lodo en la región.

4.1.5. Aspectos Geomorfológicos

El **Plano Geomorfológico del Sector de Puca Puca** (Anexo GM - 01) proporciona una representación geomorfológica del área, a una escala de 1:2,000. Este plano incluye la llanura de inundación, vertientes o piedemontes aluviales y coluvio-

deluviales, así como áreas agrícolas y urbanizadas, facilitando la comprensión de la distribución y formación del terreno en el sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac.

Figura 20

Geomorfología del Sector de Puca Puca



Nota: Elaboración propia basada en el levantamiento de datos durante el trabajo de campo en el sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac.

4.1.5.1. Vertiente aluvial (V-al)

La vertiente (piedemonte) aluvial (V-al) es una geoforma predominante en el sector Puca Puca, extendiéndose principalmente en las zonas central, central baja y oriental. Estos depósitos aluviales descansan sobre el Grupo Mitu y poseen características distintivas que permiten su análisis geomorfológico detallado.

Características Geomorfológicas

- **Topografía y Pendiente:** La vertiente presenta una pendiente moderada que desciende gradualmente hacia las áreas más bajas, favoreciendo la deposición de sedimentos finos y medianos, especialmente durante los eventos de flujo estacional (Bull, 1977; Cotton, 1952).
- **Depósitos Sedimentarios:** Los depósitos aluviales están compuestos por una mezcla de materiales que incluye gravas, arenas, limos y arcillas, distribuidos en capas de granulometría variable. Estos sedimentos son fácilmente transportables

y retransportables, particularmente durante lluvias intensas o inundaciones (Blair & Bilodeau, 1988).

- **Cobertura Vegetal y Suelo:** La vegetación varía desde pastizales y arbustos en las zonas más altas hasta una vegetación más densa en las áreas más bajas y húmedas. El suelo, rico en materia orgánica, proporciona un sustrato fértil que soporta una biodiversidad significativa.
- **Procesos Geomorfológicos:** La vertiente de piedemonte está sujeta a procesos geomorfológicos activos, tales como la erosión, el transporte y la deposición de sedimentos, impulsados por factores climáticos y la dinámica fluvial de la región, especialmente durante la temporada de lluvias (Fairbridge, 1968).
- **Impacto de la Dinámica Fluvial:** La orientación y la morfología de la vertiente influyen en la dinámica fluvial, creando zonas de acumulación de sedimentos que pueden formar pequeñas terrazas o bancos de material aluvial. Estos depósitos juegan un papel crucial en la formación de lodos que representan una amenaza significativa durante eventos de flujo de detritos.

4.1.5.1.1. Relevancia para la Evaluación de Riesgos

El estudio geomorfológico de la vertiente de piedemonte aluvial es esencial para la evaluación de riesgos en Puca Puca. La capacidad de estos depósitos para almacenar y liberar sedimentos durante eventos de precipitación extrema constituye un riesgo significativo para la estabilidad del terrea.

4.1.5.2. Vertiente coluvio-deluvial (V-cd)

La vertiente de piedemonte aluvial (V-cd) constituye una forma de relieve dominante en el área de Puca Puca, especialmente en las regiones central, central baja y oriental. Estos depósitos aluviales se asientan sobre el Grupo Mitu y presentan características geomorfológicas específicas que permiten un análisis detallado.

Características Geomorfológicas

- **Topografía y Pendiente:** La vertiente muestra una pendiente moderada que disminuye gradualmente hacia las zonas inferiores, lo que favorece la acumulación de sedimentos finos y medianos, particularmente durante los episodios de flujo estacional (Bull, 1977; Cotton, 1952).

- **Depósitos Sedimentarios:** Los depósitos aluviales están formados por una combinación de gravas, arenas, limos y arcillas, distribuidos en capas con diferentes tamaños de partículas. Estos materiales son fácilmente transportados y redistribuidos, sobre todo durante fuertes lluvias o inundaciones (Blair & Bilodeau, 1988).
- **Cobertura Vegetal y Suelo:** La vegetación varía desde pastizales y arbustos en las áreas más altas hasta vegetación más densa en las zonas inferiores y más húmedas. El suelo, rico en materia orgánica, proporciona un ambiente fértil que soporta una amplia diversidad de vida.
- **Procesos Geomorfológicos:** La vertiente de piedemonte está sujeta a procesos activos como la erosión, el transporte y la deposición de sedimentos, que son impulsados por factores climáticos y la dinámica fluvial de la región, especialmente durante la temporada de lluvias (Fairbridge, 1968).
- **Impacto de la Dinámica Fluvial:** La orientación y forma de la vertiente afectan la dinámica fluvial, creando áreas de acumulación de sedimentos que pueden formar pequeñas terrazas o bancos de material aluvial. Estos depósitos son cruciales en la formación de lodos, que representan un riesgo significativo durante eventos de flujo de detritos.

4.1.5.2.1. *Relevancia para la Evaluación de Riesgos*

El análisis geomorfológico de la vertiente de piedemonte aluvial es fundamental para la evaluación de riesgos asociados con flujos de detritos en Puca Puca. La capacidad de estos depósitos para acumular y liberar sedimentos durante precipitaciones extremas constituye un riesgo para la estabilidad del terrea.

4.1.5.3. *Llanura de inundación (Pl-i)*

La llanura de inundación (Pl-i) en el área de Puca Puca se encuentra en el flanco occidental, al este de la región en estudio, y es resultado de las inundaciones estacionales del canal Ranrayoc.

Características Geomorfológicas

- **Topografía y Morfología:** Esta llanura se distingue por su superficie plana y homogénea, que se ha formado por la acumulación de sedimentos durante eventos de inundación. Las áreas son de alta susceptibilidad-sensibilidad y experimentan

inundaciones regulares que depositan capas sucesivas de sedimentos finos (Bridge, 2003).

- **Depósitos Sedimentarios:** En esta llanura, los depósitos están compuestos principalmente por limos y arcillas finas, que son transportadas y asentadas por las aguas de inundación. También se encuentran capas delgadas de arenas y material orgánico, lo que refleja la variabilidad en los flujos de agua y la acumulación de sedimentos en diferentes eventos de inundación (Leeder, 1999).
- **Cobertura Vegetal y Suelo:** La vegetación en esta llanura es diversa y adaptada a las condiciones de inundación periódica. Los suelos, ricos en nutrientes debido a la acumulación de materia orgánica durante las inundaciones, favorecen un crecimiento vegetal denso y variado (Nanson & Croke, 1992).
- **Dinámica de Inundación:** La llanura experimenta inundaciones estacionales que resultan en la acumulación de sedimentos finos y la recarga de acuíferos locales. Estos eventos son cruciales para la renovación de nutrientes en el suelo y la sustentabilidad de los ecosistemas locales (Smith, 2006).
- **Interacción con el Canal Ranrayoc:** El canal Ranrayoc es fundamental para la dinámica de inundación en la llanura. Durante las temporadas de lluvias intensas, el canal se desborda y deposita sedimentos en la llanura circundante, contribuyendo a la formación y evolución de este paisaje geomorfológico (Knighton, 1998).

4.1.5.3.1. Relevancia para la Evaluación de Riesgos

Analizar la llanura de inundación es esencial para evaluar riesgos en Puca Puca. La susceptibilidad-sensibilidad a inundaciones estacionales presenta riesgos para la infraestructura y la agricultura local. Entender la dinámica de inundación y sedimentación es crucial para desarrollar estrategias de mitigación y para la planificación del uso del suelo.

4.1.5.4. Áreas agrícolas (AA)

En el sector de Puca Puca, las áreas agrícolas (AA) se encuentran principalmente en la zona occidental y noroeste. Estas regiones han sido modificadas por actividades humanas para el cultivo estacional de maíz, aprovechando el acceso a recursos hídricos proporcionados por la gestión del agua y las inundaciones controladas del canal Ranrayoc.

Características Geomorfológicas

- **Topografía y Morfología:** Las áreas agrícolas presentan una topografía mayormente plana, ideal para la práctica de la agricultura. Esta nivelación del terreno es el resultado de tanto procesos naturales como de modificaciones realizadas por el ser humano para preparar el suelo para el cultivo (Huggett, 2007).
- **Suelo y Cobertura:** Los suelos en estas zonas son fértiles y de textura fina, compuestos principalmente de limos y arcillas que retienen bien la humedad. La acumulación de sedimentos durante las inundaciones estacionales incrementa la fertilidad del suelo, creando condiciones favorables para el cultivo de maíz y otros cultivos estacionales (Brady & Weil, 2008).
- **Hidrología:** La proximidad al canal Ranrayoc proporciona un suministro constante de agua, esencial para la agricultura en la región. La gestión del agua y las inundaciones controladas facilitan una irrigación eficaz de los campos agrícolas, mejorando la producción y sostenibilidad de las prácticas agrícolas locales (Ward, 1999).
- **Impacto Antropogénico:** Las actividades agrícolas han alterado el paisaje natural. Las técnicas de arado, riego y manejo del suelo han cambiado tanto la estructura del suelo como la topografía, creando un entorno que combina características naturales con modificaciones humanas (Pretty, 2008).
- **Gestión de Recursos:** La administración del agua y del suelo es crucial para mantener la productividad agrícola. (FAO, 2011).

4.1.5.4.1. *Relevancia para la Evaluación de Riesgos*

El análisis de las áreas agrícolas es fundamental para la evaluación de riesgos en Puca Puca. Las prácticas agrícolas intensivas pueden incrementar la susceptibilidad-sensibilidad a la erosión del suelo y a la degradación del terreno. Una adecuada gestión de los recursos hídricos y del suelo es esencial para prevenir estos riesgos y asegurar la sostenibilidad a largo plazo de las actividades agrícolas.

4.1.5.5. *Áreas urbanizadas (AU)*

Las áreas urbanizadas (AU) en Puca Puca se extienden principalmente en las zonas delimitadas por la Avenida Evitamiento, Avenida Los Amancaes, Avenida San Miguel, Avenida El Sol y Avenida 4 de Noviembre. Estas zonas comprenden desarrollos residenciales recientes y áreas de uso rural ubicadas en el noreste del área de estudio. La

urbanización ha transformado de manera significativa el paisaje original, adaptándolo a las necesidades urbanísticas actuales.

Características Geomorfológicas

- **Topografía y Morfología:** La topografía en las áreas urbanizadas ha sido modificada debido a las actividades de construcción. La nivelación del terreno para edificaciones ha creado un relieve más uniforme y artificial, resultando en un paisaje menos variado y más ordenado (Elmqvist et al., 2013).
- **Suelo y Cobertura:** Los suelos en estas áreas han sido alterados por la pavimentación y la construcción. La compactación del suelo y la reducción de la vegetación han disminuido su permeabilidad y capacidad para retener agua, afectando tanto el drenaje como la fertilidad del suelo (Elmqvist et al., 2013).
- **Hidrología:** La urbanización altera los patrones naturales de escorrentía. Las superficies impermeables, como pavimentos y edificios, incrementan la escorrentía superficial, lo que puede conducir a inundaciones. Los sistemas de drenaje urbano, aunque diseñados para gestionar el exceso de agua, los cuales enfrentan desafíos significativos (Groffman et al., 2003).
- **Impacto Antropogénico:** Las actividades urbanas han cambiado el paisaje natural. La construcción y el desarrollo han alterado la topografía y los patrones de drenaje, creando un entorno que combina características naturales con estructuras urbanas (Elmqvist et al., 2013).
- **Gestión de Recursos:** La gestión eficaz del agua y del suelo en áreas urbanizadas es crucial para mantener un entorno urbano funcional. Las estrategias de planificación del uso del suelo y la gestión del agua son esenciales para asegurar la sostenibilidad y mitigar los riesgos asociados con la urbanización (Elmqvist et al., 2013).

4.1.5.5.1. Relevancia para la Evaluación de Riesgos

El análisis de las áreas urbanizadas es esencial para la evaluación de riesgos en Puca Puca. Las modificaciones en el paisaje urbano pueden incrementar problemas relacionados con la escorrentía y la calidad del agua. Comprender estas alteraciones geomorfológicas es clave para desarrollar estrategias efectivas de gestión y mitigación de riesgos.

4.1.6. Aspectos Topográficos

El análisis topográfico del sector de Puca Puca se centró en la recopilación y procesamiento de datos necesarios para evaluar el riesgo de flujos de detritos y apoyar el diseño de infraestructuras. Se realizaron levantamientos topográficos detallados para mapear lotes, manzanas, carreteras, vías y parcelas agrícolas.

4.1.6.1. Metodología

Los datos geoespaciales y topográficos se obtuvieron utilizando una combinación de equipos avanzados y software especializado. Se emplearon la estación total Topcon ES-105 y el dron Phantom 4 Pro V2 Plus para realizar los levantamientos topográficos. Estos datos se procesaron con software fotogramétrico y de SIG, incluyendo Pix4D, ArcGIS, AutoCAD Civil 3D, Microsoft Office y Global Mapper. La calidad del procesamiento de datos y la precisión de los mapas finales están estrechamente vinculadas a la calidad de las herramientas y equipos utilizados.

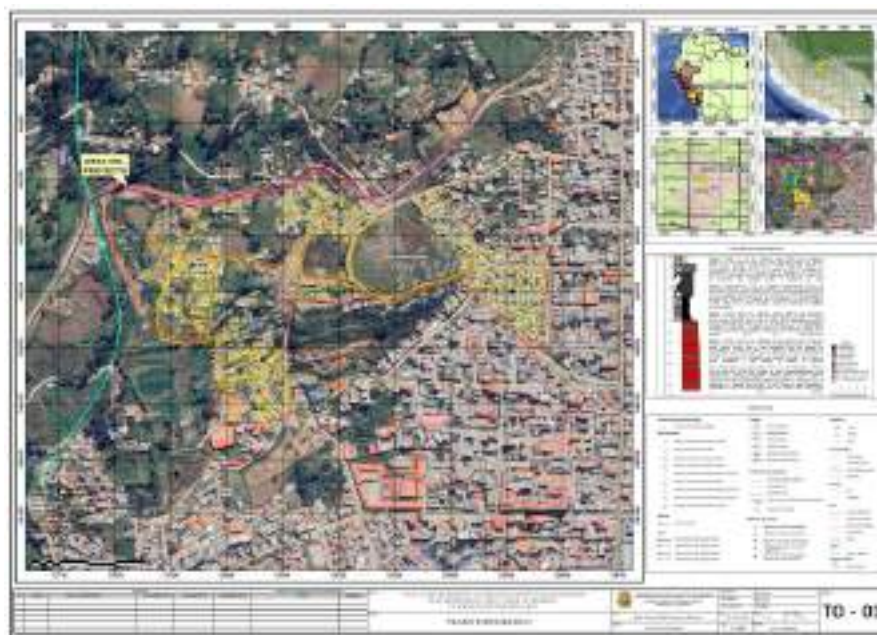
El análisis topográfico del sector de Puca Puca se centró en la recopilación y procesamiento de datos necesarios para evaluar el riesgo de flujos de detritos y apoyar el diseño de infraestructuras. Se realizaron levantamientos topográficos detallados para mapear lotes, manzanas, carreteras, vías y parcelas agrícolas.

Los resultados del análisis topográfico se reflejan en los siguientes planos incluidos en el anexo:

- **TO - 01 Plano Topográfico:** Este plano ofrece una representación detallada de la topografía del área de estudio, incluyendo la localización de lotes, manzanas, carreteras y parcelas agrícolas. Proporciona una base sólida para el análisis espacial y el diseño de medidas de mitigación.

Figura 21

Topografía del sector Puca Puca

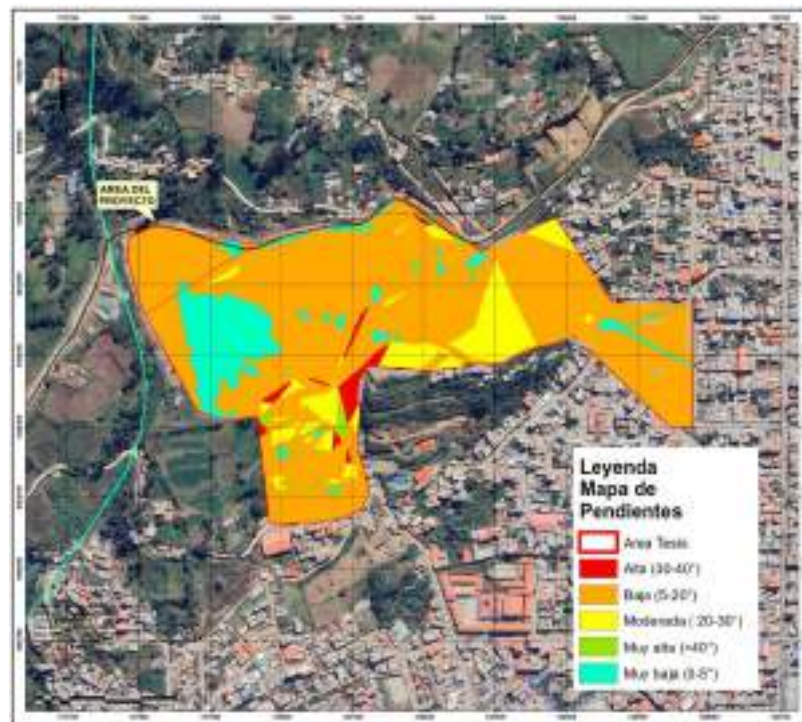


Nota: Elaboración propia. Anexo TO-01 de la tesis.

- **TO - 02 Plano de Pendientes:** Este plano es crucial para evaluar el riesgo de deslizamientos y flujos, clasificando la topografía en las siguientes categorías de pendiente:

Figura 22

Representación de las pendientes del Sector Puca Puca



Nota: Elaboración propia basada en el levantamiento de datos durante el trabajo de campo en el sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac.

Alta (30-40°): Estas pendientes empinadas son altamente susceptibles a deslizamientos y flujos de detritos. La inclinación pronunciada facilita el movimiento de materiales y aumenta el riesgo durante eventos de lluvias intensas.

Moderada (20-30°): Pendientes intermedias que presentan un riesgo significativo, aunque menor en comparación con las pendientes altas. Son áreas de atención.

Baja (5-20°) y Muy Baja (0-5°): Pendientes menores que, aunque presentan un riesgo reducido de deslizamientos, pueden ser vulnerables a problemas de estabilidad si el drenaje no es adecuado o si se producen eventos extremos.

Muy Alta (>40°): Pendientes extremadamente empinadas con un alto potencial para deslizamientos y flujos de detritos, particularmente durante lluvias intensas. Estas áreas requieren un diseño cuidadoso de medidas de estabilización y control de erosión.

La clasificación y análisis de las pendientes son fundamentales para evaluar la estabilidad del terreno y planificar intervenciones adecuadas. La identificación precisa de las pendientes permite implementar estrategias efectivas para minimizar el riesgo de

deslizamientos y optimizar el diseño de infraestructuras, conforme a las recomendaciones del CENEPRED.

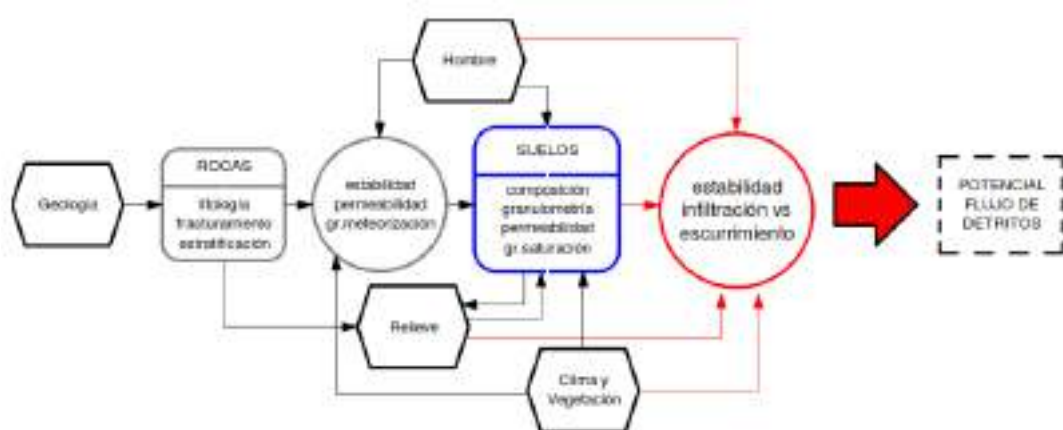
4.2. *Diseño de investigación*

La investigación se enfoca en organizar equipos multidisciplinarios para llevar a cabo un informe semicuantitativo sobre la estimación del riesgo en el sector Puca Puca. Este estudio se basa en un diseño no experimental transeccional, conforme a la metodología de Hernández et al. (2014, p. 128), con los de datos histórico-acumulados en un solo momento para la descripción de la variable clave/incidencia e interrelación en este contexto específico.

El enfoque descriptivo de la investigación permite una comprensión detallada de las dinámicas y manifestaciones de los flujos de detritos en el sector Puca Puca, incluyendo sus características tanto urbanas como rurales. Este enfoque se alinea con la metodología de diagnóstico propuesta por Hernández et al. (2014, p. 30), donde se identifican y estudian las variables pertinentes como parte integral de la evaluación de riesgos.

Figura 23

Relaciones entre Factores de Flujos de Detritos



Nota: Sepúlveda Valenzuela, S. A. (1998). *Metodología para evaluar el peligro de flujos de detritos: Aplicación en la Quebrada Lo Cañas*. Departamento de Geología, Universidad de Chile, p. 11. Figura 2.1. Relaciones entre los factores condicionantes de flujos de detritos.

El periodo de estudio abarcó el año 2024 y se desarrolló en el ámbito urbano y rural del sector Puca Puca. El método de investigación adoptado sigue un enfoque

cuantitativo, según lo definido por Hernández et al. (2014, p. 36), utilizando herramientas de recolección de datos numéricos y análisis estadísticos para evaluar objetivamente la realidad del riesgo por flujos de detritos.

La investigación se basó en los conocimientos existentes en la gestión de riesgos de desastres para aplicarlos en el marco normativo vigente, especialmente las directrices del SINAGERD (SLNAGERD). Este enfoque permite una evaluación rigurosa y adaptable de los riesgos asociados a los flujos de detritos en el sector Puca Puca. Según el SLNAGERD, este tipo de enfoque semicuantitativo facilita la integración de datos existentes y la adición de nuevos datos cuantitativos y cualitativos, fortaleciendo así la capacidad de identificar y mitigar los riesgos naturales de manera efectiva y eficiente.

4.3. Población y muestra

El centro poblado Puca Puca, ubicado en el distrito de Abancay, Apurímac, presenta características específicas tanto en términos demográficos como en la estructura de las viviendas, relevantes para la evaluar riesgos de flujos de detritos. La población del sector de Puca Puca muestra una distribución demográfica que refleja una combinación de residentes de larga data y migrantes más recientes, posiblemente atraídos por actividades económicas locales como la agricultura o el comercio. Esta composición poblacional diversa puede influir en la percepción del riesgo y en las capacidades de respuesta ante eventos naturales extremos como los flujos de detritos.

"Los datos presentados en el Cuadro 1 se recopilaron a partir del censo INEI realizado en 2017 y de encuestas directas realizadas en 2024 como parte del proyecto 'Mejoramiento del Servicio de Movilidad Urbana en el Urb. Claudio Sánchez Ramírez, Urb. Sol Naciente, Urb. 08 de Octubre del Centro Poblado Puca Puca.'"

En la muestra de 280 lotes, se ha registrado la siguiente distribución de género y población:

- **Total de lotes:** 280 lotes.
- **Total de lotes deshabilitados:** 0 lotes.
- **Total de personas:** 859 personas.
- **Mujeres:** 464 mujeres (54%).
- **Varones:** 395 varones (46%).

Nota: Datos recopilados de dos fuentes: (1) (INEI, 2017), *Censo Nacional de Población 2017*, y (2) Encuestas directas realizadas en 2024 como parte del proyecto 'Mejoramiento

del Servicio de Movilidad Urbana en el Urb. Claudio Sánchez Ramírez, Urb. Sol Naciente, Urb. 08 de Octubre del Centro Poblado Puca Puca.

En cuanto a las viviendas, predominan construcciones de adobe y concreto, cada una con sus propias implicaciones en términos de vulnerabilidad ante desastres naturales. Las casas de adobe, típicas de la región, suelen ser vulnerables a movimientos sísmicos y colapsos estructurales bajo ciertas condiciones climáticas adversas, mientras que las estructuras de concreto, aunque más resistentes, también pueden presentar vulnerabilidades específicas dependiendo de su antigüedad y diseño.

El análisis de la estructura de las viviendas y la distribución demográfica proporciona el cimiento sólido para entender la vulnerabilidad de la población del sector de Puca Puca frente a los flujos de detritos. Esto incluye evaluar cómo las características físicas de las viviendas y la dinámica demográfica pueden amplificar o mitigar los impactos de eventos naturales extremos, destacando la importancia de estrategias de planificación y gestión del riesgo adaptadas a las condiciones locales.

El proceso de selección de muestra se llevó a cabo considerando criterios específicos que garantizan representatividad y relevancia para los objetivos de la investigación. Se utilizó un enfoque metodológico que tomó en cuenta la distribución geográfica y demográfica de Puca Puca, asegurando la inclusión de diversos grupos poblacionales y tipos de viviendas. Esto permitió obtener una muestra significativa y adecuada para realizar análisis robustos sobre vulnerabilidad y riesgos asociados a los flujos de detritos.

4.4. Procedimiento, metodológico e instrumentación de recolección de información

Para evaluar el nivel de peligro por flujos de detritos en el sector de Puca Puca, se sigue un riguroso conjunto de fases metodológicas que garantizan la precisión y la integralidad de la información recopilada.

Figura 24

Antecedentes para Revisión de Bibliografía y Cartografía

Geomorfología	Geología	Clima y Vegetación	Hidrogeología	Actividad Humana	Estudios Geotécnicos	Antecedentes Históricos
Perfiles de laderas y cauces	Unidades de suelo y de roca	Tipo de Clima: Precipitación media anual, variación estacional, etc.	Posiciones del nivel freático	Uso del suelo	Estabilidad de laderas	Flujos de detritos: edad, época del año, extensión, características
Tipo y densidad del drenaje	Suelos: Origen, descripción, humedad, espesor y distribución	Estadística de precipitaciones diarias e intensidad de precipitaciones	Variaciones en niveles piezométricos	Depósitos artificiales	Propiedades geotécnicas de suelos y rocas	Otras remociones en masa: distribución, edad, características
Superficie y forma de la hoja	Rocas: Litología, estratificación, fracturamiento, meteorización y alteración	Distribución estacional de precipitaciones	Coefficientes de infiltración, escorrentía superficial y evapotranspiración	Obras de ingeniería: Corres y rellenos.		Remociones en masa activas: reposición, solidificación, deslizamientos
Orientación de laderas	Estructuras mayores (fallas y pliegues, zonas de cizalla)	Periodo de nieve, Cota de la isoterma 0°C	Zonas de vertientes y surgencias de aguas subterráneas	Urbanización		
Presencia de glaciares en cabeceras de las hojas	Antecedentes de sismicidad. Ambiente tectónico	Variaciones de T°, en torno al punto de fusión de nieve	Datos de permeabilidad	Sismicidad inducida		
		Tipo y densidad de vegetación				

Nota: Sepúlveda Valenzuela, S. A. (1998). *Metodología para evaluar el peligro de flujos de detritos en ambientes montañosos: Aplicación en la Quebrada Lo Cañas, Región Metropolitana*. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Geología, Universidad de Chile, p. 24. Tabla 3.1. Antecedentes que deben ser recogidos durante la revisión de la bibliografía y cartografía existente.

4.4.1. Fases Metodológicas para la Evaluación del Nivel de Peligro

4.4.1.1. Recopilación de la Información

- **INDECI**
 - Ciudades Sostenibles - PNUD
 - Reporte de emergencias
- **Municipalidad Provincial de Abancay**
 - Catastro
 - Encuestas
 - Procesamiento

4.4.1.2. *Recopilación de Información*

Se procede a recopilar data Institucional Técnico Científica y de datos recolectados directamente de Campo, estos comprenden:

- Estudios y perfiles y/o artículos de investigación (en formato Word, JPG o pdf).
- Información vectorial y ráster (shapefile, MXD, imágenes de satélite y modelo de elevación de terreno).
- Información alfanumérica (numérica, textual y alfanumérica) en formato Excel.
- Información de campo mediante encuestas realizadas lote por lote en las urbanizaciones objeto de análisis del Centro Poblado.

4.4.1.3. *Estandarización*

- Determinación del datum WGS84 (Georreferenciación).
- Establecimiento de la escala de trabajo y análisis de la peligrosidad. Digitalización de mapas en formato JPG o vectorial.
- Construcción de una base de datos en Excel que incluya toda la información estadística y descriptiva relevante sobre movimientos en masa.

4.4.1.4. *Selección de Parámetros: Análisis de Peligrosidad*

- Identificación y jerarquización de parámetros clave para la evaluación del riesgo.
- Priorización de factores condicionantes y desencadenantes específicos asociados a los movimientos en masa, con el fin de determinar la susceptibilidad-sensibilidad del territorio.

4.4.1.5. *Construcción y Ordenamiento de la Base de Datos*

Se procedió a crear la:

- Integración de la base de datos de peligrosidad con la información cartográfica disponible.

Este proceso metodológico asegura una recopilación exhaustiva de datos provenientes de diversas fuentes técnicas y de campo. Posteriormente, se estandariza la información para garantizar su coherencia y precisión, se seleccionan los parámetros relevantes para el análisis de peligrosidad, y se construye una base de datos integrada para el geoprocamiento inicial. Este enfoque no solo facilita la visualización espacial y el análisis geoespacial, sino que también sienta las bases para la formulación de medidas de mitigación efectivas, basadas en un análisis integral de riesgos y vulnerabilidad.

En algunos casos, se utilizó material oficial y se procedió a contrastar y actualizar los datos mediante levantamientos directos en campo. Este enfoque combina el uso de información oficial con la verificación directa en terreno, garantizando así la fiabilidad y actualización continua de los datos recopilados.

4.4.2. Analytic Hierarchy Process - SAATY (AHP)

El (AHP) es la técnica estructurada diseñada para abordar problemas de toma de decisiones complejas y descomposición de estos problemas en una jerarquía de componentes, facilitando así la priorización (Saaty, 1980). El enfoque matemático del AHP incluye los siguientes elementos:

4.4.2.1. Estructuración de la Jerarquía:

Se descompone el problema en una jerarquía que coloca el objetivo principal en la cima, seguido por criterios y subcriterios, y como finalidad se tendrá las alternativas en la base.

4.4.2.2. Escala de Saaty

La escala propuesta por Saaty incluye los siguientes valores:

Tabla 10

Escala de Importancia de Saaty

Valor	Descripción
1	Importancia igual
3	Importancia moderada de un elemento sobre otro
5	Importancia significativa de un elemento sobre otro
7	Importancia muy significativa de un elemento sobre otro
9	Importancia extrema de un elemento sobre otro
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre las opciones anteriores

Nota: Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. McGraw-Hill.

4.4.2.3. Matrices de Comparación Par a Par:

Para construir la Matriz de Saaty, se deben seguir estos pasos:

- **Definir los Criterios o Alternativas:** Identifica los elementos que se van a comparar, asumiendo que hay N criterios.
- **Crear la Matriz Cuadrada:** Diseña una matriz de N×N, donde cada elemento a_{ij} refleja el valor relativa del criterio i vs. el criterio j .
- **Rellenar la Matriz:** Utiliza la escala de Saaty para evaluar cada par de criterios. Si el criterio i se considera x veces más importante que el criterio j , entonces

$a_{ij} = x$ y $a_{ji} = 1/x$. La diagonal de la matriz se llena con unos $a_{ij} = 1$

✓ **Ejemplo de una matriz de comparación para 3 criterios A, B y C:**

$$\begin{array}{ccc} 1 & 3 & 1/5 \\ 1/3 & 1 & 1/7 \\ 5 & 7 & 1 \end{array}$$

- **Normalización de la Matriz:** Cada columna de la matriz se normaliza dividiendo cada valor por la suma de los valores en esa columna.
- **Determinación de Prioridades:** Los valores relativos (prioridades) de los targets de criterios o alternativas se obtienen promediando las filas de la matriz normalizada.
- **Evaluación de Criterios:** Se construye una matriz de comparación par a par en cada nivel de la jerarquía, donde se comparan los pares de elementos (criterios o alternativas) usando una escala de importancia relativa.

Cada matriz de comparación es cuadrada y el elemento a_{ij} indica la importancia relativa del criterio i sobre el criterio j . Si a_{ij} es el valor de comparación, entonces

$$a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}} \quad (\text{Saaty, 1980})$$

- **Promedio de Fila Normalizada:** El promedio se usa para determinar los pesos-relativos (prioridades) criterios o alternativas.

4.4.2.4. *Evaluación de la Consistencia:*

- **Índice de Consistencia (CI):** Mide la consistencia de las comparaciones y se calcula usando la fórmula:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (\text{Saaty, 1980})$$

donde $\lambda_{\max}$ es el valor propio máximo de la matriz y n es el número de criterios (Saaty, 1980).

- **Índice de Consistencia Aleatoria (RI):** Un valor estándar basado en matrices aleatorias de tamaño n .
- **Razón de Consistencia (CR):** Se calcula como:

$$CR = \frac{CI}{RI} \text{ (Saaty, 1980)}$$

Un CR inferior a 0.1 sugiere una consistencia aceptable en las comparaciones (Saaty, 1980).

4.4.2.5. Integración de Prioridades

Los pesos calculados para los criterios se combinan con los pesos de las alternativas bajo cada criterio para obtener una puntuación global para cada alternativa (Saaty, 1980).

4.4.2.6. Aplicación Práctica del AHP

El **AHP** se utiliza en la toma de decisiones multicriterio, ideal para evaluar alternativas bajo varios criterios. Ejemplos comunes incluyen:

- **Selección de Proveedores:** Evaluar proveedores basándose en criterios como coste, calidad y tiempo de entrega.
- **Gestión de Proyectos:** Priorizar proyectos de inversión considerando factores como rentabilidad y riesgo.
- **Planificación Estratégica:** Decidir sobre estrategias empresariales teniendo en cuenta múltiples objetivos y restricciones (Saaty, 1980).

El **AHP** de Saaty es una metodología que facilita la toma de decisiones al descomponer problemas complejos en jerarquías y realizar evaluaciones mediante comparaciones par a par. (Saaty, 1980).

La aplicación de la Matriz de Saaty en la evaluación de riesgos permite realizar una comparación estructurada de los riesgos y su relevancia. El Manual para EVAR Originados por Fenómenos Naturales del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción (CENEPRED, 2014) proporciona directrices adicionales sobre cómo utilizar estos métodos en el contexto de la gestión de riesgos.

CAPÍTULO V

5. DETERMINACIÓN DEL NIVEL ANALIZANDO LA PELIGROSIDAD

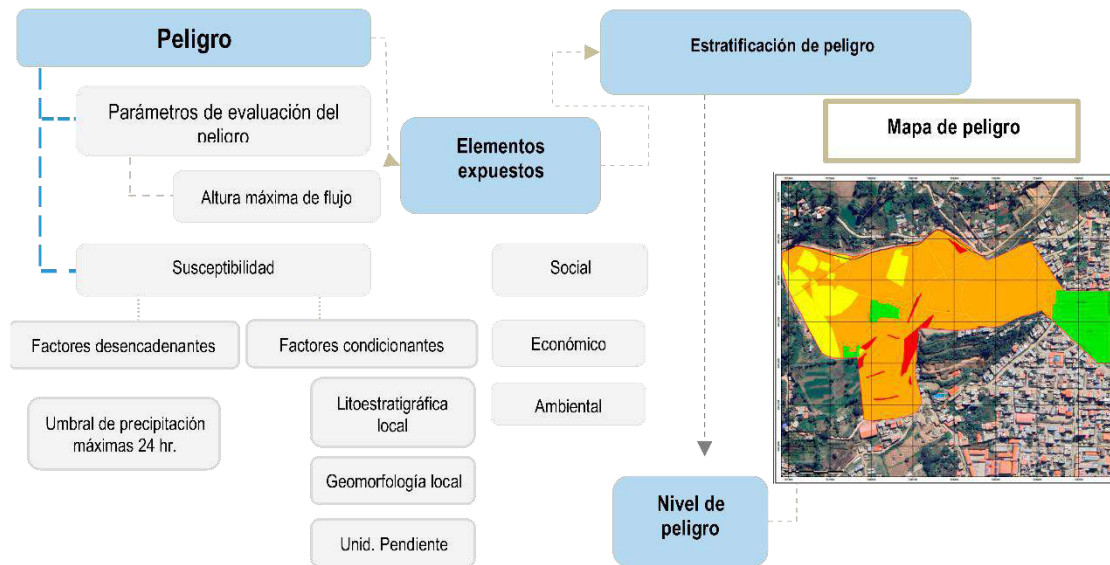
En el sector de Puca Puca, ubicado en la periferia de Abancay, Apurímac, la evaluación de la peligrosidad se basa en la actividad geodinámica de la región, que abarca fenómenos como la caída de detritos y rocas, deslizamientos y flujos de detritos. Estos eventos determinan distintos niveles de riesgo en la zona. Este estudio se enfoca en evaluar y determinar la peligrosidad derivada del flujo de detritos, que es el evento más frecuente en el área de Puca Puca.

Para establecer el nivel de peligro por flujos de materiales en Puca Puca, se ha seguido la metodología descrita en el manual EVAR (versión 2) del (CENEPRED, 2014). Esta metodología permite identificar la peligrosidad, considerando parámetros como la susceptibilidad-sensibilidad, factores condicionantes y desencadenantes, así como los elementos que están expuestos. Cada parámetro se ha evaluado con descriptores específicos y se les ha asignado una ponderación utilizando el método de Análisis de Jerarquía Analítica (AHP) propuesto por Saaty (1980).

Para determinar con precisión las áreas susceptibles de ser afectadas por flujos de detritos en Puca Puca, se realizó la caracterización detallada de los peligros asociados. Esta caracterización se basó recolectando datos en el campo, el posterior análisis de la infraestructura básica y los registros históricos de impactos de flujos de detritos en la región (Varnes, 1978; Cruden & Varnes, 1996). La metodología utilizada para evaluar la peligrosidad se ilustra en el gráfico que se presenta a continuación.

Figura 25

Metodología utilizada para evaluar la peligrosidad



Nota: Adaptado de *Manual de Evaluación de Riesgo del Cenepred* (2014).

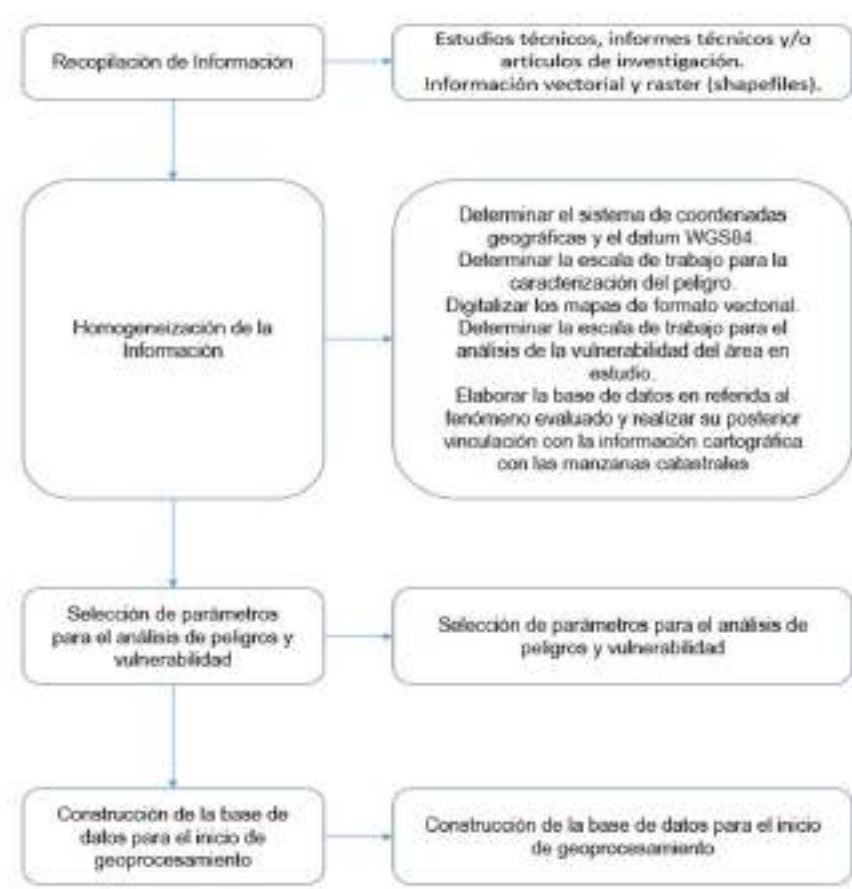
5.1. Recopilación y Análisis

Se recopiló información disponible de estudios publicados por INGEMMET, INEI y SENAMHI, así como información histórica, estudios de peligros, cartografía, meteorológico-geólogos, suelos, geomorfología y cobertura vegetal del sector Puca Puca, en Abancay, Apurímac, en relación con el peligro por flujo de detritus.

Entonces se procede y se hizo a cabo un análisis de la información de estas entidades técnico-científicas y los estudios.

Figura 26

Esquema general del proceso para el análisis de datos recopilados



Nota: Adaptado de *Manual de Evaluación de Riesgo del Cenepred* (2014).

5.2. Identificación Del Peligro

Para identificar los peligros de manera precisa, primero se definieron varios conceptos y clasificaciones de peligros siguiendo las directrices del CENEPRED. A través de estudios anteriores y un exhaustivo mapeo de campo, se han cartografiado tres tipos de peligros geológicos: deslizamientos, caídas de rocas y flujos de detritos.

“En las secciones siguientes, se presentan una serie de tablas con referencia a las **Tablas del Anexo A** de elaboración propia que ilustran diferentes aspectos de la evaluación de riesgos de flujos de detritos. Estas tablas, basadas en la metodología del Manual de Evaluación de Riesgo del Cenepred (2014), incluyen parámetros como la normalización de datos y el tiempo de retorno, entre otros.”

5.3. Parámetros de evaluación

La Tabla A 11 (ver Anexo A) presenta los diferentes períodos de retorno que indican la frecuencia esperada de eventos de flujo de detritos en el sector de Puca Puca.

Estos períodos, basados en datos estadísticos, permiten estimar la recurrencia de los eventos para la evaluación de riesgos. Los intervalos de tiempo mostrados (5, 10, 25, 50 y 100 años) son utilizados para modelar y analizar la vulnerabilidad a lo largo del tiempo mostrados en la Tabla A 11 (ver Anexo A).

5.3.1. Matriz: Comparación del par para el Parámetro de evaluación

La Tabla A 12 (ver Anexo A) muestra una matriz de comparación de pares para diferentes períodos de retorno, evaluando la importancia relativa de cada intervalo temporal en relación con los demás.

5.3.2. Matriz: Normalización del par del Parámetro de evaluación

La Tabla A 13 (ver Anexo A) muestra la normalización de pares del parámetro de tiempo de retorno, presentando valores de normalización y vector de priorización para diferentes períodos de retorno. Estos datos ayudan a establecer la importancia relativa de cada intervalo de tiempo en la evaluación de riesgos.

5.3.3. Matriz: Relación para la Consistencia del Parámetro para Evaluación

La Tabla A 14 (ver Anexo A) muestra la matriz utilizada para evaluar la consistencia en la ponderación de los tiempos de retorno. Se presentan las ponderaciones para cada intervalo de tiempo, junto con el vector de suma ponderada y el valor de λ_{max} , que indica la consistencia del parámetro de evaluación. La suma total y el promedio de λ_{max} también están incluidos para facilitar la interpretación de los resultados.

5.3.4. Índice de Consistencia (IC); Relación de Consistencia (RC) del parámetro para evaluación

La siguiente Tabla A 15 (ver Anexo A) presenta la matriz para la relación de consistencia analizando el factor de “tiempo de retorno”. Incluye la normalización de valores, el vector suma ponderada, y el cálculo del índice para la consistencia (IC) y la relación para la consistencia (RC). Estos cálculos son cruciales para verificar la validez y consistencia de la evaluación del parámetro de tiempo de retorno.

5.4. Susceptibilidad-sensibilidad dentro del territorio

Para medir la susceptibilidad-sensibilidad del área de influencia del sector Puca Puca en Abancay, Apurímac, ante flujos de detritos causados por fuertes precipitaciones. La **Tabla 11** y la Tabla A 16 (ver Anexo A) enumera los parámetros clave utilizados para

evaluar la que tan sensible es el área de influencia del sector Puca Puca, en Abancay, Apurímac, ante flujos de detritos causados por fuertes precipitaciones. La tabla distingue entre factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la susceptibilidad-sensibilidad del terreno.

Tabla 11

Parámetros a considerar en la evaluación de la susceptibilidad-sensibilidad

Factores condicionantes	Factores desencadenantes
Pendiente	
Geomorfología	Precipitación anómala
Geología	

La metodología empleada para evaluar el peligro y analizar la vulnerabilidad sigue el procedimiento de análisis jerárquico descrito en el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales, segunda edición (CENEPRED, 2014).

5.5. *Análisis: Factor desencadenante*

Para calcular la ponderación del parámetro del factor desencadenante, se empleó el método de análisis jerárquico. Resultados:

5.5.1. **Factor Desencadenante - Precipitación Anómala**

La Tabla A 17 (ver Anexo A) presenta las categorías de precipitación anómala utilizadas para evaluar el factor desencadenante en la susceptibilidad-sensibilidad a flujos de detritos. Cada categoría representa un rango porcentual por encima de la normalidad climática.

La Tabla A 18 (ver Anexo A) muestra la matriz de comparación para el parámetro de precipitación anómala, utilizada para determinar la importancia relativa de cada categoría de precipitación en función de su impacto potencial. Los valores en la tabla representan las comparaciones entre categorías, mientras que la suma de los valores y su inverso son usados para el análisis de consistencia.

- **Valores de Comparación:** Cada celda representa la comparación entre dos categorías de precipitación. Del cuadro podemos inferir que **S60** se compara con **S40** con un valor de 2.00, indicando que **S60** se considera el doble de importancia que **S40**.
- **SUMA:** La suma de los valores en cada columna proporciona un total que se usa para calcular los pesos relativos.

- **1/SUMA:** Inverso de la suma en cada columna, utilizado para la normalización de los valores.

5.5.1.1. *Matriz de Normalización: Pares para analizar el parámetro de Precipitación*

La Tabla A 19 (ver Anexo A) presenta la normalización de pares para el parámetro de precipitación anómala. Esta tabla convierte las comparaciones en una escala de prioridades relativa, mostrando cómo cada nivel de precipitación se prioriza en relación con los demás. Los valores en la columna "Vector priorización" indican la importancia relativa de cada categoría de precipitación, mientras que la columna "%" refleja el porcentaje de prioridad correspondiente.

5.5.1.2. *Matriz de Relación: Consistencia para analizar la Precipitación*

La Tabla A 20 (ver Anexo A) muestra la relación de consistencia para el parámetro de precipitación. Esta tabla proporciona los valores ponderados para cada nivel de precipitación en función de las comparaciones entre ellos y calcula el valor promedio de λ (lambda max) para evaluar la consistencia del modelo.

5.5.1.3. *Índice de Consistencia (IC) vs. Relación de Consistencia (RC): Para analizar el parámetro umbrales de precipitación*

La Tabla A 21 (ver Anexo A) muestra el IC y RC del parámetro de umbrales de precipitación. Estos índices se utilizan para determinar la susceptibilidad-sensibilidad a flujos de detritos.

5.6. *Análisis: Factores Condicionantes*

Para determinar los pesos ponderados se aplicó el método de análisis jerárquico, una técnica sistemática que permite organizar y evaluar criterios en diferentes niveles de prioridad. Este proceso facilitó la asignación de valores relativos a cada parámetro, considerando su importancia en el contexto de la evaluación de riesgos y vulnerabilidad. A continuación, se presentan los resultados, que reflejan la influencia y relevancia de cada factor condicionante en el análisis global:

5.6.1. Factor Condicionante – Pendiente

La Tabla A 22 (ver Anexo A) presenta los rangos de pendiente utilizados para evaluar la influencia del factor pendiente en el análisis de riesgos y vulnerabilidad. Los

valores asignados corresponden a las categorías de inclinación que determinan la susceptibilidad-sensibilidad a flujos de detritos, clasificados según su grado de pendiente.

5.6.1.1. *Matriz de Comparación: Análisis de pares del parámetro de Pendiente*

La Tabla A 23 (ver Anexo A) muestra la matriz de comparación la pendiente, que se utiliza para determinar la importancia relativa de cada rango de pendiente en el análisis de riesgos y vulnerabilidad. Los valores proporcionados reflejan la comparación entre diferentes categorías de pendiente, facilitando el cálculo de los pesos relativos.

- **Muy alta (>40°)** se considera la referencia principal con un valor de 1.00 y se compara en términos de importancia con los otros rangos de pendiente.
- **Alta (30-40°)** tiene una importancia menor en comparación con la pendiente muy alta, con un valor de 0.33.
- **Moderada (20-30°)** tiene una importancia aún menor, con un valor de 0.20 frente a la pendiente muy alta.
- **Baja (5-20°)** y **Muy baja (0-5°)** tienen valores más bajos, reflejando su menor importancia relativa en comparación con los rangos de pendiente más pronunciados.

5.6.1.2. *Matriz de Normalización: Análisis de pares del parámetro de Pendiente*

La Tabla A 24 (ver Anexo A) muestra la matriz de normalización para la pendiente, que indica la prioridad relativa de cada rango de pendiente en el análisis de riesgos y vulnerabilidad. Los valores normalizados permiten asignar un peso proporcional a cada categoría de pendiente en función de su importancia relativa.

- **Muy alta (>40°)** tiene el mayor valor en el vector de priorización (0.496) y representa el 49.62% del peso total, indicando su mayor influencia en la evaluación de la susceptibilidad-sensibilidad.
- **Alta (30-40°)** tiene una priorización significativa con un valor de 0.258, representando el 25.75% del peso.
- **Moderada (20-30°)** tiene un peso menor, con un valor de 0.138 y representa el 13.80% del total.
- **Baja (5-20°)** y **Muy baja (0-5°)** tienen los menores valores en la priorización, con 0.072 y 0.036, respectivamente, indicando su menor influencia en la evaluación.

5.6.1.3. *Matriz de Relación de Consistencia: Análisis de pares del parámetro de la Pendiente*

La Tabla A 25 (ver Anexo A) presenta la matriz para analizar la consistencia de los pares para el parámetro.

- Muy alta ($>40^\circ$) tiene el mayor vector de suma ponderada (2.72) y el mayor valor $\lambda_{\max}$ (5.47), indicando que es la categoría con mayor influencia y consistencia en el análisis.
- Alta ($30-40^\circ$) muestra una suma ponderada de 1.41 y $\lambda_{\max}$ de 5.49, lo que indica una influencia significativa pero menor que la categoría "Muy alta".
- Moderada: tienen menores valores en la suma ponderada y $\lambda_{\max}$, indicando una menor influencia en la evaluación de riesgos.
- El valor de $\lambda_{\max}$ promedio es 5.27, lo cual indica un buen nivel de consistencia en el análisis de pares.

5.6.1.4. *Índice de Consistencia (IC) vs. Relación de Consistencia (RC) para el análisis del parámetro de la pendiente*

La Tabla A 26 (ver Anexo A) presenta el Índice de Consistencia IC vs. RC.

- **Índice de Consistencia (IC):** Es una medida de la consistencia interna del conjunto de datos obtenidos a partir del análisis de pares. Un valor de 0.066 indica un buen nivel de consistencia en el análisis.
- **Índice Aleatorio (IA):** Representa el índice esperado en el caso de consistencia aleatoria. Un valor de 0.525 se usa como referencia.
- **Relación de la Consistencia (RC):** Es la razón entre el IC y el IA. Un valor de 0.060 (que es menor que 0.10) indica que el análisis es consistente y está dentro del rango aceptable de errores.

5.6.2. Factor Condicionante – Geología

La **Tabla 12** y la Tabla A 27 (ver Anexo A) presenta los descriptores y la nomenclatura asociada a los distintos tipos de depósitos y formaciones geológicas considerados como factores condicionantes en la evaluación de riesgos. Estos factores ayudan a entender la influencia de la geología en la susceptibilidad-sensibilidad a flujos de detritos.

Tabla 12*Descriptores y Nomenclatura del Factor Condicionante – Geología*

	Descriptores	Nomenclatura	
DEPOSITO	Depósito coluvial (Qh-co)	Qh-co	1. Conformado por recientes depósitos coluviales heterogéneos
	Depósito coluvio-deluvial (Qh-cd)	Qh-cd	2. Depósitos Coluvio deluvial recientes (actualmente son parcelas agrícolas y rurales)
	Depósito Fluvial (Qh-fl)	Qh-fl	3. Formado por corrientes temporales de lluvia
	Depósito aluvial (Qh-al)	Qh-al	4. Depósitos aluviales antiguos (actualmente son parcelas agrícolas y rurales)
FOR	Grupo Mitu (PsT r-mi)	PsT r-mi	5- Roca sedimentaria Areniscas con intercalación de lutitas

5.6.2.1. Matriz de Comparación: Análisis de pares de la Geológicos.

La Tabla A 28 (ver Anexo A) presenta la matriz de descriptores geológicos, asignando valores relativos para evaluar la importancia relativa de cada tipo de depósito o formación geológica en el contexto de la susceptibilidad-sensibilidad a flujos de detritos. Los valores reflejan la comparación directa entre cada par de descriptores.

5.6.2.2. Matriz de Normalización de pares del parámetro Geología

La Tabla A 29 (ver Anexo A) presenta la matriz de normalización de pares para los descriptores geológicos, calculando la importancia relativa de cada descriptor en el análisis. Los valores de la columna "Vector priorización" representan la prioridad relativa de cada tipo de depósito o formación geológica en el contexto de la evaluación de la susceptibilidad-sensibilidad a flujos de detritos.

El **vector de priorización** muestra el ponderamiento relativa de los descriptores geológicos en la evaluación. El **Depósito coluvial (Qh-co)** tiene el mayor peso (50.28%), indicando su alta relevancia. Le siguen el **Depósito coluvio-deluvial (Qh-cd)** con un 26.02%, el **Depósito Fluvial (Qh-fl)** con un 13.44%, el **Depósito aluvial (Qh-al)** con un 6.78%, y el **Grupo Mitu (PsT r-mi)** con un 3.48%.

5.6.2.3. Matriz de Relación: Analisis de la Consistencia Geologica.

La Tabla A 30 (ver Anexo A) presenta la matriz de consistencia geologica, que incluye diferentes tipos de depósitos y formaciones geológicas. Esta matriz permite verificar la consistencia del análisis jerárquico aplicado a estos factores condicionantes.

- **Vector Suma Ponderada:** Muestra la suma ponderada de las relaciones para cada tipo de geología.

- **λ_{max} :** Es el valor máximo propio que refleja la consistencia del análisis. Un promedio de 5.24 indica una alta consistencia en la evaluación de las comparaciones entre los descriptores geológicos.

5.6.2.4. *Índice de Consistencia (IC) vs. Relación de Consistencia (RC) para la unidad geológica.*

La Tabla A 31 (ver Anexo A) muestra el IC y RC para la unidad geológica. Estos indicadores son utilizados para evaluar la consistencia y validez del análisis jerárquico aplicado a este parámetro.

- **Relación de Consistencia (RC):** Es la razón entre el IC y el IA. Un valor de 0.054, que es menor que 0.10, muestra que el análisis es consistente y está dentro del rango aceptable de errores.

5.6.3. Factor Condicionante – Geomorfología

La Tabla A 32 (ver Anexo A) presenta los descriptores y nomenclaturas utilizados para clasificar el factor geomorfológico en el análisis. Cada descriptor está asociado con una nomenclatura específica que define las características geomorfológicas relevantes para la evaluación.

Esta tabla detalla los diferentes tipos de características geomorfológicas, como vertientes aluviales y áreas urbanizadas, con el fin de evaluar su impacto en el análisis de riesgos y vulnerabilidad. Cada descriptor tiene asignado un número y una nomenclatura para su identificación y análisis detallado en el estudio.

5.6.3.1. *Matriz de Comparación: Analisis del par del parámetro Geomorfológico*

La Tabla A 33 (ver Anexo A) muestra la matriz de comparación de pares para el parámetro geomorfología. Cada fila y columna representan diferentes descriptores geomorfológicos, y los valores en la matriz indican las comparaciones relativas entre ellos en términos de importancia o impacto.

- **Vertiente o piedemonte aluvial (V-al)** tiene el valor más alto en comparación con los otros descriptores, lo que indica que se considera el más importante o relevante en el análisis geomorfológico.
- **Áreas urbanizadas (AU)** recibe el valor más bajo, sugiriendo que su impacto relativo es menor en comparación con otros descriptores.

- Los valores en la matriz permiten calcular la prioridad y el peso de cada descriptor en el análisis jerárquico.

5.6.3.2. *Matriz de Normalización: Analisis del par del parámetro Geomorfológico*

La Tabla A 34 (ver Anexo A) presenta la matriz geomorfológico. Los valores en cada celda muestran la proporción de cada descriptor en relación con los demás, permitiendo calcular su vector de priorización y porcentaje de influencia.

- **Vertiente o piedemonte aluvial (V-al)** tiene el porcentaje más alto de 49.62%, indicando que es el descriptor con mayor influencia relativa en el análisis geomorfológico.
- **Áreas urbanizadas (AU)** tiene el porcentaje más bajo de 3.62%, reflejando su menor influencia en comparación con los otros descriptores.
- Los valores normalizados permiten entender la importancia relativa de cada descriptor dentro del conjunto de datos.

5.6.3.3. *Matriz de Relación: Analisis de la Consistencia de pares Geomorfológicos.*

La Tabla A 35 (ver Anexo A) muestra la matriz geomorfológica. Los valores indican cómo cada descriptor se relaciona con los demás en términos de consistencia y ponderación.

- **Vertiente o piedemonte aluvial (V-al)** tiene el mayor vector suma ponderada de 2.72, y un $\lambda_{\max}$ de 5.47, lo que sugiere que es el descriptor más consistente y significativo en el análisis.
- **Áreas urbanizadas (AU)** tiene el menor vector suma ponderada de 0.19 y un $\lambda_{\max}$ de 5.13, indicando una menor consistencia y peso relativo en el análisis comparado con otros descriptores.
- El promedio de $\lambda_{\max}$ es 5.27, lo cual se encuentra dentro del rango esperado, lo que indica una buena consistencia en la matriz.

5.6.3.4. *Índice de Consistencia (IC) vs. Relación de Consistencia (RC): Analisis para el parámetro unidad de estudios Geomorfológicos.*

La Tabla A 36 (ver Anexo A) presenta los índices IC y RC geomorfológicos. Estos indicadores se utilizan para evaluar la consistencia y validez del análisis jerárquico aplicado a la unidad geomorfológica como factor condicionante.

- **Índice Aleatorio (IA):** Representa el índice esperado en el caso de consistencia aleatoria. El valor de 0.525 se usa como referencia para evaluar la consistencia obtenida.
- **Relación de Consistencia (RC):** Es la razón entre el IC y el IA. Un valor de 0.060 (que es menor que 0.10) indica que el análisis es consistente y se encuentra dentro del rango aceptable de errores.

5.6.4. Análisis paramétrico del factor condicionante: Ponderación De Parámetros

5.6.4.1. *Matriz de Comparación: Análisis de pares del parámetro de los factores intervinientes condicionantes*

La Tabla A 37 (ver Anexo A) presenta la matriz: Pendiente, Geomorfología y Geología. Esta matriz se utiliza para comparar cada factor en el análisis de riesgos.

- **Pendientes:** Comparado con Geomorfología y Geología, tiene una mayor importancia relativa, con un valor de 5.00 en comparación con Geología y 3.00 en comparación con Geomorfología.
- **Geomorfológicos:** Tiene una importancia intermedia, siendo más significativa que Geología, pero menos que Pendiente.
- **Geológicos:** Es el factor con menor importancia relativa en esta matriz comparativa.

5.6.4.2. *Matriz de Normalización: Análisis de pares de los factores intervinientes condicionantes*

La Tabla A 38 (ver Anexo A) muestra la matriz: Pendiente, Geomorfología y Geología. Esta matriz permite visualizar la proporción de la importancia de cada factor.

- **Pendiente:** Tiene el mayor valor en la normalización, indicando que es el factor con mayor prioridad, con un porcentaje de 63.33%.
- **Geomorfología:** Ocupa la segunda posición en importancia, con un porcentaje de 26.05%.
- **Geología:** Tiene la menor prioridad relativa, con un porcentaje de 10.62%.

5.6.4.3. *Matriz de Relación de Consistencia: Análisis de pares de los factores intervinientes condicionantes*

La Tabla A 39 (ver Anexo A) presenta la matriz: Pendiente, Geomorfología y Geología. Esta matriz muestra cómo cada factor se relaciona con los demás, y proporciona

los valores necesarios para calcular el índice de consistencia (IC) y la relación de consistencia (RC).

- **Pendiente** tiene el mayor valor en la suma ponderada (1.946), seguido por **Geomorfología** (0.790) y **Geología** (0.320).
- El promedio de $\lambda_{\max}$ es **3.04**, que está cerca del valor ideal de 3. Esto indica que la matriz es relativamente consistente

5.6.4.4. *Índice de Consistencia (IC) vs. Relación de Consistencia (RC): parámetros utilizados en el factor que condiciona el fenómeno.*

La Tabla A 40 (ver Anexo A) presenta IC y RC para los parámetros evaluados en el factor condicionante. El IC se calcula para evaluar la consistencia de las comparaciones realizadas, mientras que el RC compara este índice con un valor aleatorio para determinar si la consistencia es aceptable.

5.7. *Niveles de Peligro*

Para este análisis, se han considerado los parámetros y características de los fenómenos naturales, junto con la susceptibilidad-sensibilidad a los flujos de detritos provocados por fuertes lluvias, para establecer los límites de los rangos de peligro y, como consecuencia se tiene que, los niveles de riesgo. La **Tabla 13** y la Tabla A 41 (ver Anexo A) presenta los rangos de peligro definidos para evaluar la susceptibilidad-sensibilidad a flujos de detritos provocados por fuertes lluvias.

Tabla 13

Niveles de Peligro para Flujos de Detritos

Niveles de peligro			
Nivel de peligro	Rango		
Peligro muy alto	0.283	$\leq P \leq$	0.455
Peligro alto	0.197	$\leq P <$	0.283
Peligro medio	0.149	$\leq P <$	0.197
Peligro bajo	0.123	$\leq P <$	0.149

- **Peligro muy alto:** Representa el rango más crítico donde el riesgo de flujos de detritos es máximo, y las medidas de mitigación deben ser prioritarias.

- **Peligro alto:** Indica una alta probabilidad de eventos peligrosos, requiriendo vigilancia y planificación para reducir el impacto.
- **Peligro medio:** Señala un nivel moderado de riesgo, con la necesidad de medidas preventivas y monitoreo regular.
- **Peligro bajo:** Refleja el menor riesgo de flujos de detritos, aunque aún se deben mantener algunas medidas de precaución.

Los rangos establecidos permiten clasificar áreas según su riesgo a flujos de detritos. Un nivel de peligro más alto requiere intervenciones y medidas más intensivas para gestionar el riesgo, mientras que los niveles más bajos permiten una gestión más moderada. Esta clasificación ayuda a priorizar recursos y esfuerzos para minimizar el impacto de los fenómenos naturales en las zonas vulnerables.

5.7.1. Resumen de Descriptores y Pesos

La Tabla A 42 (ver Anexo A) presenta los descriptores y pesos asignados a los parámetros utilizados para evaluar la susceptibilidad-sensibilidad. Los descriptores se dividen en tres: **Condicionante**, **Desencadenante**, y **Parámetro de Evaluación**. Cada categoría se detalla con los pesos específicos asignados a los diferentes niveles de cada descriptor, y el producto de los pesos de cada parámetro con los descriptores correspondientes ($P_{par} \times P_{desc}$) para determinar su influencia en la evaluación del riesgo.

5.7.2. Cálculo de Peligro y Niveles de Peligro

La Tabla A 43 (ver Anexo A) presenta el cálculo de peligro y los niveles de peligro asociados con la susceptibilidad-sensibilidad a flujometría de detritos. La tabla muestra cómo se combinan los parámetros condicionantes, desencadenantes, para determinar el nivel de peligro. Cada fila de la tabla representa un escenario con valores calculados para los parámetros y sus respectivos pesos, y cómo estos se combinan para obtener el valor de peligrosidad y el nivel correspondiente.

5.7.3. Estratificación del Nivel de Peligro

Las **Tabla 14** y Tabla A 44 (ver Anexo A) detallan la estratificación del peligro para flujos de detritos basada en diferentes factores condicionantes, geomorfológicos y geológicos, así como en el valor de peligrosidad calculado.

Tabla 14

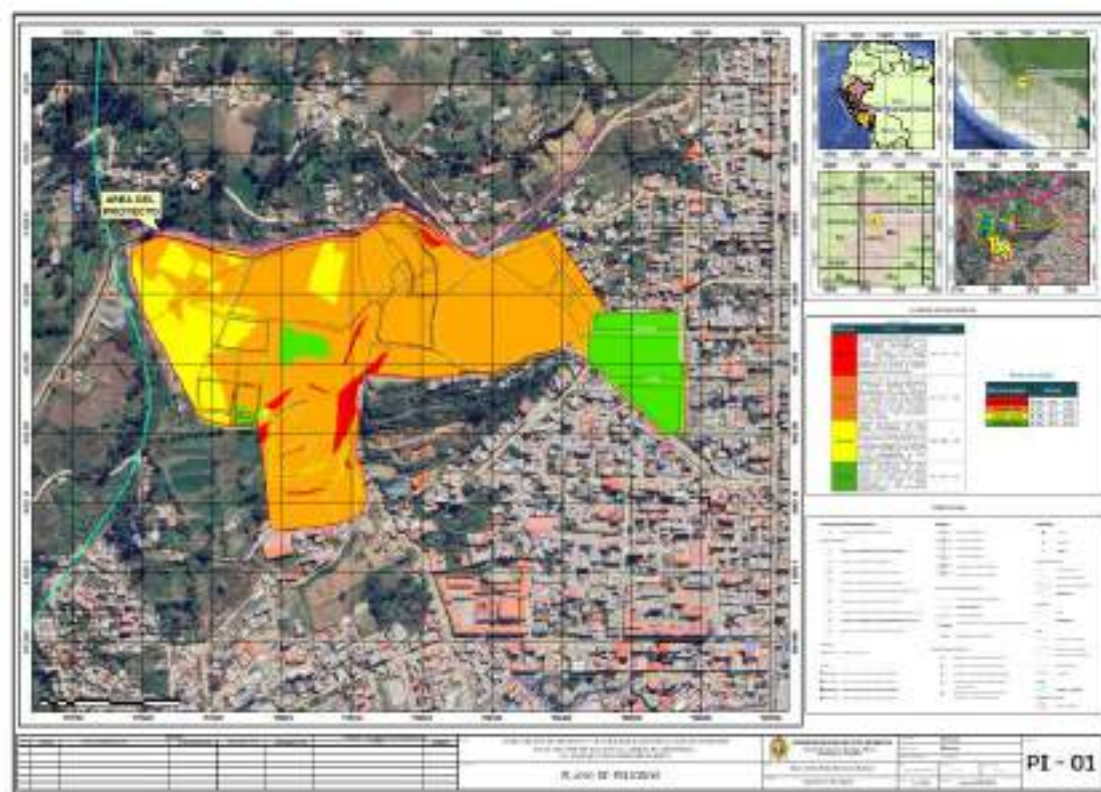
Estratificación del Nivel de Peligro

Nivel de peligro	Descripción	Rango
Peligro muy alto	Precipitación entre 60-80% superior a su normal climático dependiente: Pendientes: 20-30° y >40°. Unidades Geomorfológicas: V-al (Vertiente aluvial), V-ed (Coluvio-deluvial). Unidades Geológicas: Qh-co (Depósito coluvial), Qh-al (Depósito aluvial). Peligro Geológico: 0.068 a 0.503. Valor de Factores: Condicionantes de 0.283712 a 0.450136, Desencadenantes de 0.262 a 0.450136. Susceptibilidad: 0.291595 a 0.421558.	0.283 ≤P< 0.455
Peligro alto	Pendientes: Muy baja (0-5°) y Baja (5-20°), Moderada (20-30°). Unidades Geomorfológicas: V-al (Vertiente o piedemonte aluvial), V-cd (Coluvio-deluvial), AA (Áreas agrícolas). Unidades Geológicas: Qh-al (Depósito aluvial), Qh-co (Depósito coluvial), Qh-cd (Depósito coluvio-deluvial), PsT r-mi (Grupo Mitu). Peligro Geológico: 0.035 a 0.503. Valor de Factores: Condicionantes de 0.140216 a 0.227854, Desencadenantes de 0.262. Susceptibilidad: 0.176766 a 0.258396.	0.197 ≤P< 0.283
Peligro medio	Pendientes: Muy baja (0-5°) y Baja (5-20°). Unidades Geomorfológicas: AA (Áreas agrícolas), Pl-i (Llanura de inundación), V-cd (Coluvio-deluvial). Unidades Geológicas: Qh-co (Depósito coluvial), Qh-fl (Depósito fluvial), Qh-cd (Depósito coluvio-deluvial), Qh-al (Depósito aluvial). Peligro Geológico: 0.072 a 0.503. Valor de Factores: Condicionantes de 0.0785 a 0.117614, Desencadenantes de 0.262. Susceptibilidad: 0.128261 a 0.193676.	0.149 ≤P< 0.197
Peligro bajo	Pendientes: Muy baja (0-5°) y Baja (5-20°). Unidades Geomorfológicas: AA (Áreas agrícolas), AU (Áreas urbanizadas). Unidades Geológicas: Qh-al (Depósito aluvial). Peligro Geológico: 0.036 a 0.068. Valor de Factores: Condicionantes de 0.036 a 0.072, Desencadenantes de 0.262. Susceptibilidad: 0.083885 a 0.148943.	0.123 ≤P< 0.149

5.8. Mapa de peligro

Figura 27

Plano de Peligros del Sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac



Nota: Elaboración propia. Anexo PI-01 de la tesis.

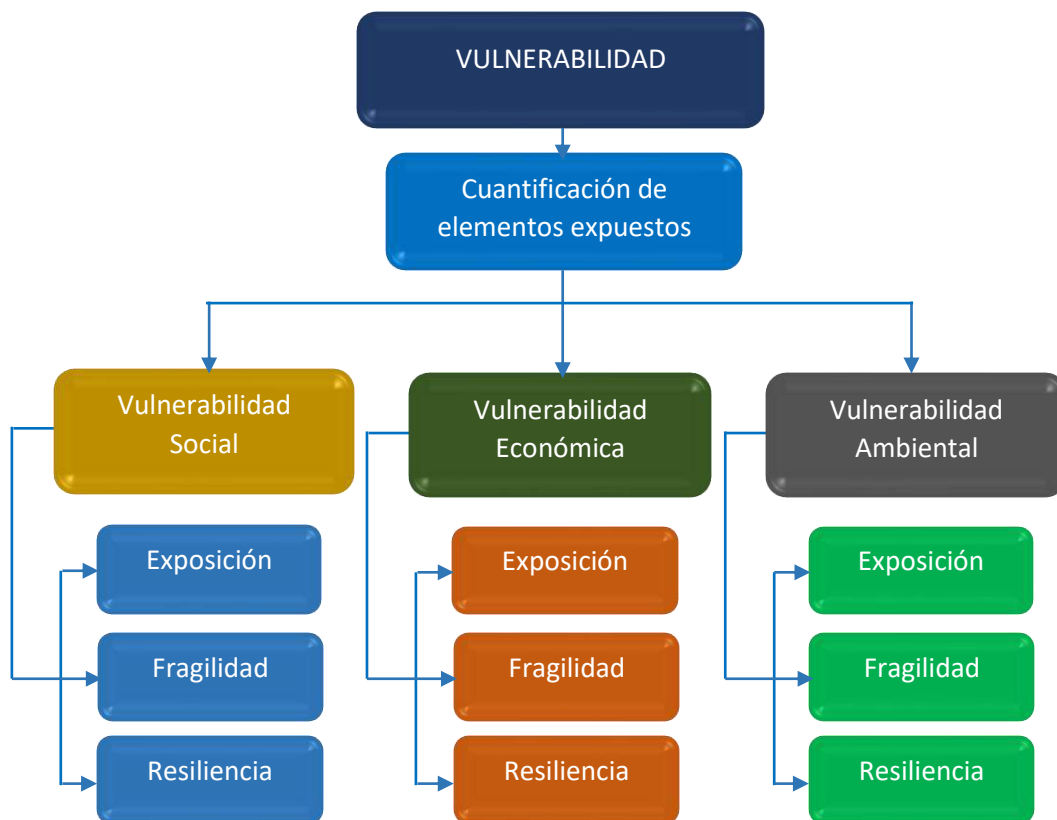
CAPÍTULO VI

6. DETERMINACIÓN DEL NIVEL – VULNERABILIDAD POBLACIONAL

Para llevar a cabo el análisis de la Vulnerabilidad en el sector de Puca Puca, se sigue una metodología detallada que se ilustra en el gráfico adjunto. Este enfoque sistemático permite identificar y evaluar los factores que contribuyen a la vulnerabilidad de esta área específica, proporcionando una comprensión integral de los riesgos y la susceptibilidad-sensibilidad de la población y la infraestructura ante eventos de flujos de detritos.

Figura 28

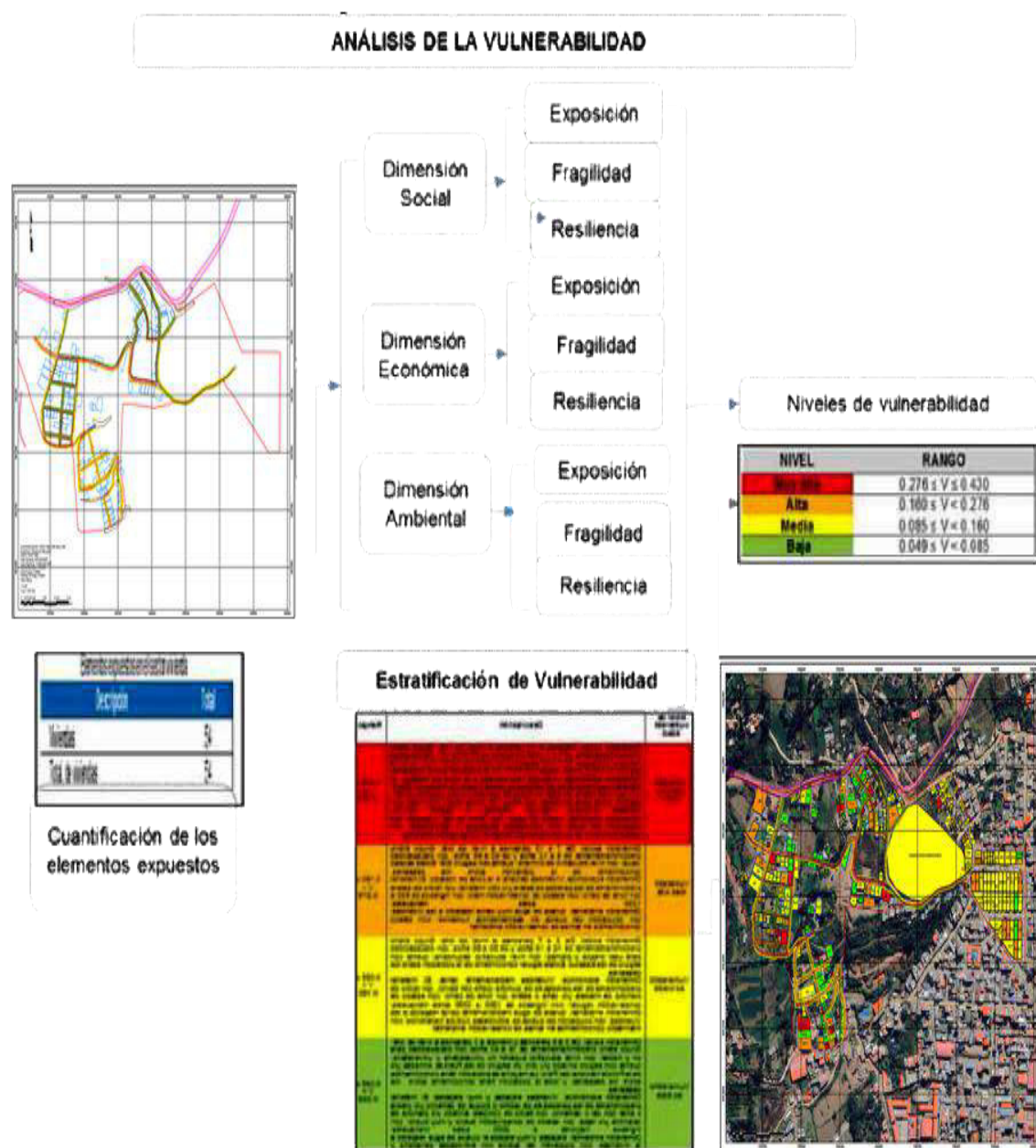
Metodología del análisis de la vulnerabilidad



Nota: Elaboración propia basada según lineamientos CENEPRED (2014).

Figura 29

Metodología del análisis del calculo de que tan vulnerable es la población.



Nota: Elaboración propia basada, CENEPRED (2014).

Se consideró realizar un análisis exhaustivo de los factores de vulnerabilidad en las dimensiones social, económica y ambiental, aplicando estos parámetros a nivel de cada lote. Este enfoque multidimensional permite una evaluación detallada y precisa de cómo diferentes aspectos de la vida en Puca Puca contribuyen a la vulnerabilidad general de la zona.

La tipología y ambito social incluye analizar factores como la densidad poblacional, la accesibilidad a servicios básicos y capacidad de respuesta de la comunidad

ante emergencias. La parte económica analiza si la gente tiene estabilidad en su dinero, qué tipo de trabajos o negocios son más comunes en la zona y si pueden resistir cuando pasa algo malo. La dimensión ambiental considera la susceptibilidad-sensibilidad del entorno natural a los fenómenos de flujos de detritos, incluyendo la evaluación de la topografía, el uso del suelo y la existencia de infraestructuras de protección.

Al aplicar estos parámetros a nivel de lote, se obtiene una visión granular de la vulnerabilidad en el sector de Puca Puca, permitiendo identificar las áreas más críticas y desarrollar estrategias de mitigación específicas. Este análisis detallado es fundamental para la planificación de acciones preventivas e implementación de alternativas de reducción de riesgos que fortalezcan la resiliencia de la comunidad frente a los flujos de detritos.

6.1. *Análisis: Elementos expuestos al fenómeno.*

Se procedió a llevar a cabo un levantamiento general basado en INEI 2017 y actualizado en 2024 por parte del redactor para complementar y verificar los datos del censo, los cuales se detallan a continuación.

6.1.1. Análisis de la Población Expuesta

En el análisis de la muestra correspondiente a 280 lotes, se ha obtenido la siguiente distribución de género y población:

La **Tabla 15** y la Tabla A 45 (ver Anexo A) presenta la distribución poblacional correspondiente a 280 lotes. No se han registrado lotes deshabilitados. La población total es de 859 personas, con una distribución de género que incluye 464 mujeres (54%) y 395 varones (46%). Esta información es crucial para evaluar el impacto potencial de los fenómenos naturales y planificar intervenciones adecuadas en el sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac.

Esta información proporciona una visión detallada de la composición poblacional en el área de estudio y es fundamental para la evaluación de riesgos y la planificación de estrategias de intervención en el sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac, los datos presentados en la tabla 45 se recopilaron a partir del censo del INEI realizado en 2017 y de encuestas directas realizadas en 2024 como parte del proyecto ‘Mejoramiento del Servicio de Movilidad Urbana en el Urb. Claudio Sánchez Ramírez, Urb. Sol Naciente, Urb. 08 de Octubre del Centro Poblado Puca Puca, Distrito de Abancay, Provincia de Abancay, Departamento de Apurímac’ por la Municipalidad Provincial de Abancay.

Tabla 15*Análisis de la Población Expuesta*

Categoría	Cantidad
Total de lotes	280 lotes .
Total de lotes deshabilitados	0 lotes.
Total de personas	859 personas:
Mujeres	464 mujeres (54%).
Varones	395 varones (46%).

Nota: Datos recopilados de dos fuentes: (1) Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2017), *Censo Nacional de Población y Vivienda 2017*, y (2) Encuestas directas realizadas en 2024 como parte del proyecto ‘Mejoramiento del Servicio de Movilidad Urbana en el Urb. Claudio Sánchez Ramírez, Urb. Sol Naciente, Urb. 08 de Octubre del Centro Poblado Puca Puca, Distrito de Abancay, Provincia de Abancay, Departamento de Apurímac’, Municipalidad Provincial de Abancay.

6.1.2. Áreas Funerarias o Cementerios

La **Tabla 16** y la Tabla A 46 (ver Anexo A) presenta la información relacionada con las áreas funerarias en el área.

Tabla 16*Información sobre Áreas Funerarias o Cementerios*

Categoría	Información
Nombre	Cementerio Puca Puca

Nota: Datos recopilados de dos fuentes: (1) Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2017), *Censo Nacional de Población y Vivienda 2017*, y (2) Encuestas directas realizadas en 2024 como parte del proyecto ‘Mejoramiento del Servicio de Movilidad Urbana en el Urb. Claudio Sánchez Ramírez, Urb. Sol Naciente, Urb. 08 de Octubre del Centro Poblado Puca Puca, Distrito de Abancay, Provincia de Abancay, Departamento de Apurímac’, Municipalidad Provincial de Abancay.

6.1.3. Cantidad de habitantes por lote:

Se registran diferentes categorías según la cantidad de personas en cada lote. Las categorías 4 categorías. Se encontraron 45 lotes con más de 6 personas, 41 lotes con entre 3 y 6 personas, 165 lotes con entre 1 y 3 personas, y 29 lotes con una persona sola.

Figura 30

Habitantes por lote clasificados:



Nota: Elaboración propia basada en el levantamiento de datos durante el trabajo de campo en el sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac.

6.1.4. Grupo etáreo

Este parámetro clasifica a las personas según la edad que tienen. Se divide en estos grupos:

- de 0 a 5 años y mayores de 65 años,
- de 6 a 12 años y de 61 a 65 años,
- de 13 a 15 años y de 51 a 60 años,
- de 16 a 30 años,
- y de 31 a 50 años.

En el análisis, se identificaron 47 personas en el primer grupo, 53 en el segundo, 66 en el tercero, 58 en el cuarto, y 54 en el quinto.

Figura 31

Grupo etáreo:



Nota: Elaboración propia basada en el levantamiento de datos durante el trabajo de campo en el sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac.

6.1.5. Tipo de discapacidad

Este apartado revisa qué tipo de discapacidad tiene la gente de la zona. Se consideran estas categorías:

- Mental o intelectual
- Visual
- Para usar brazos y piernas
- Para oír o hablar
- Sin discapacidad

En el análisis, se registraron 0 personas con discapacidad mental o intelectual, 6 con discapacidad visual, 7 con discapacidad motriz, 4 con discapacidad visuo-auditiva y de comunicacion, y 269 sin discapacidad.

Figura 32

Tipo de discapacidad:



Nota: Elaboración propia basada en el levantamiento de datos durante el trabajo de campo en el sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac.

6.1.6. Conocimiento de desastres ocurridos en la localidad.

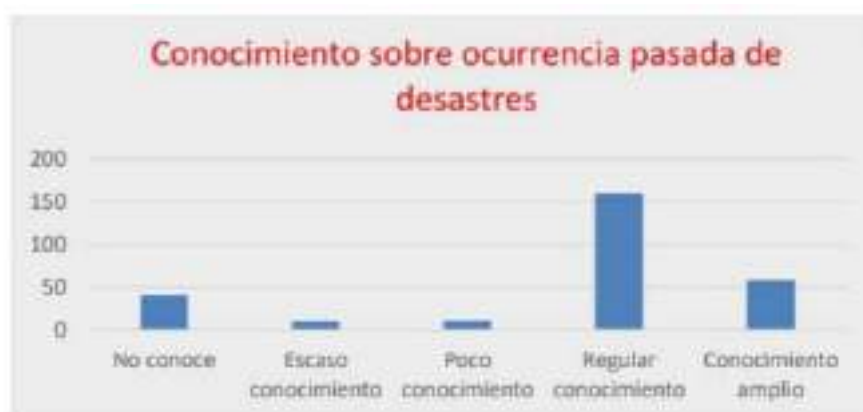
Este punto busca saber qué tanto saben las personas sobre los desastres que han ocurrido antes en su zona. Se usaron estas categorías:

- No conoce nada
- Escaso conocimiento
- Poco conocimiento
- Regular conocimiento
- Conocimiento amplio

Se encontraron 41 personas sin conocimiento, 10 con escaso conocimiento, 11 con poco conocimiento, 160 con regular conocimiento, y 58 con conocimiento amplio.

Figura 33

Conocimiento de desastres o fenómenos ocurridos:



Nota: Elaboración propia basada en el levantamiento de datos durante el trabajo de campo en el sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac.

6.1.7. Analizando el nivel de capacitación o conocimiento en temas de GdR.

Este punto revisa si las personas han recibido algún tipo de entrenamiento sobre cómo manejar riesgos.

Las opciones fueron:

- Nunca
- Cada 5 años
- Cada 3 años
- Cada 2 años
- Una vez al año

Resultados: 157 personas nunca recibieron capacitación.

Figura 34

Entrenamiento en Puca Puca sobre GdR.



Nota: Elaboración propia basada en el levantamiento de datos durante el trabajo de campo en el sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac.

6.1.8. Les interesa capacitarse en formas de prevención de riesgo

Esta parte busca saber qué tanto interés tienen los habitantes en unirse a las actividades para prevenir riesgos. Las respuestas fueron: no les interesa, participan solo a veces, lo hacen si les dan algún beneficio, les gustaría participar o siempre están listos para hacerlo.

Según los datos, 98 personas no tienen interés, 60 participan de vez en cuando, 52 solo cuando hay incentivos, 59 dijeron que sí les gustaría y apenas 11 siempre están atentos.

(Figura 35)**Figura 35**

Interés de participar en campañas de prevención del riesgo



Nota: Elaboración propia basada en el levantamiento de datos durante el trabajo de campo en el sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac.

6.1.9. Distancia de cada casa al lugar de peligro

Esta parte muestra qué tan cerca están las viviendas de la zona peligrosa. Las distancias se agruparon en: menos de 30 metros, entre 30 y 50 metros, entre 50 y 100 metros, entre 100 y 200 metros, y más de 200 metros.

De las viviendas revisadas, 20 están a menos de 30 metros, 19 entre 30 y 50 metros, 43 entre 50 y 100 metros, 74 entre 100 y 200 metros y 124 a más de 200 metros. (Figura 36)

Figura 36

Cercanía de la vivienda a la zona de peligro



Nota: Elaboración propia basada en el levantamiento de datos durante el trabajo de campo en el sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac.

6.1.10. Material predominante - pared

Esta parte revisa de qué material están hechas principalmente las paredes de las viviendas. Las opciones fueron: piedra con mortero de barro, adobe, tapia, adobe con recubrimiento y ladrillo o bloqueta de cemento.

Se encontró que 9 casas son de piedra con mortero de barro, 67 de adobe, 3 de tapia, 57 de adobe con recubrimiento y 145 de ladrillo o bloqueta de cemento. (Figura 37)

Figura 37

Material predominante – pared



Nota: Elaboración propia basada en el levantamiento de datos durante el trabajo de campo en el sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac.

6.1.11. Material predominante - techo

Esta parte revisa de qué material están hechos principalmente los techos de las viviendas. Las opciones fueron: paja, plástico, tejas, planchas de calamina, fibra de cemento o similares, y losa de concreto.

Se encontró que 1 casa tiene techo de paja, 5 de plástico, 101 de tejas, 34 de planchas de calamina, fibra de cemento o similares, y 139 de losa de concreto. (Figura 38)

Figura 38

Material de los techos



Nota: Elaboración propia basada en el levantamiento de datos durante el trabajo de campo en el sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac.

6.1.12. Estado de conservación de la vivienda

Se revisó el estado de las viviendas según lo visto en campo.: hay algunas bastante deterioradas (7), varias que ya muestran desgaste (48) y otras que han sido arregladas en parte (24). También hay un grupo en estado intermedio (57), pero la mayoría (144) se mantiene en buenas condiciones. En general, la situación es mayormente favorable.

Figura 39

Estado de conservación de la vivienda



Nota: Elaboración propia basada en el levantamiento de datos durante el trabajo de campo en el sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac.

6.1.13. Ocupación principal (jefe de hogar)

Se revisó a qué se dedica en mayoría el jefe de cada hogar, según la información recogida en campo. Se observa que la mayor parte trabaja como obrero o peón (117). También hay presencia de agricultores (52) y empleadores (60). En menor cantidad aparecen trabajadores familiares no remunerados (27) y personas que laboran de forma independiente o como empleados (18).

Figura 40

En que trabaja cada jefe de hogar encuestado.



Nota: Elaboración propia basada en el levantamiento de datos durante el trabajo de campo en el sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac.

6.1.14. Ingreso familiar promedio mensual

Revisé los ingresos mensuales de las familias con base en la información levantada. Encontré que la mayoría se concentra en los niveles más altos: 215 superan los 1800 y 57 están entre 1501 y 1800. En menor cantidad aparecen los otros rangos: 6 entre 1201 y 1500, 6 entre 931 y 1200 y solo 2 por debajo del sueldo mínimo. En general, los datos muestran una tendencia hacia ingresos relativamente altos en el área evaluada.

Figura 41

Cuanto gana cada familia para su mantención mensual.



Nota: Elaboración propia basada en el levantamiento de datos durante el trabajo de campo en el sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac.

6.1.15. Organización comunitaria

Revisé cómo se involucra la población en temas de organización comunitaria. La mayor parte no muestra interés (146). También hay un grupo que sí estaría dispuesto a participar en brigadas (60), mientras que algunos ya conocen las rutas de evacuación (12). En menor número aparecen quienes cuentan con brigadas (6) y quienes, además de tenerlas, participan activamente (56).

Figura 42

Organización comunitaria



Nota: Elaboración propia basada en el levantamiento de datos durante el trabajo de campo en el sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac.

6.1.16. Ubicación de botadero de basura

Las categorías incluyen "<< 20 m.", "De 20 a 50 m.", "De 50 a 100 m.", "De 100 a 200 m.", y "Mayor a 200 m.". En el análisis, se encontraron 44 botaderos menores a 20 metros, 5 de 20 a 50 metros, 2 de 50 a 100 metros, 6 de 100 a 200 metros, y 225 mayores a 200 metros.

Figura 43

Ubicación de botadero de basura



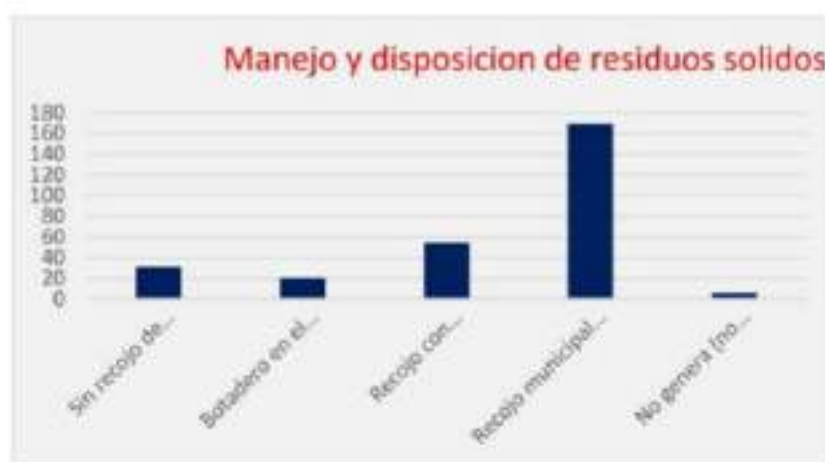
Nota: Elaboración propia basada en el levantamiento de datos durante el trabajo de campo en el sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac.

6.1.17. Como se administra la recolección y desecho de basura

Revisé cómo manejan los residuos sólidos las viviendas del sector. La mayoría cuenta con recojo municipal mediante compactadora (169). También hay casos donde el recojo se hace con motofurgón (54). Sin embargo, todavía se identifican viviendas sin servicio (31) y algunas que disponen los residuos en la quebrada (20). En pocos casos no se generan residuos (6). En general, predomina el servicio municipal, aunque aún existen prácticas inadecuadas.

Figura 44

Disposición de basura.



Nota: Elaboración propia basada en el levantamiento de datos durante el trabajo de campo en el sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac.

6.1.18. Conocimiento de reciclaje

Revisé qué tanto conoce la población sobre reciclaje. No se encontraron personas que no tengan ninguna idea del tema. La mayoría lo conoce de forma básica, ya sea por comentarios de vecinos (105) o con nociones generales (122). En menor cantidad están quienes dicen tener conocimiento más claro (20) y quienes además lo practican (33).

Figura 45

Conocimiento de reciclaje



Nota: Elaboración propia basada en el levantamiento de datos durante el trabajo de campo en el sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac.

6.2. Análisis de los factores sociales

Se evaluaron los parámetros de fragilidad y también la resiliencia poblacional.

Dimensión Social

Exposición

- **Personas por cada lote:** Se evaluó la cantidad de personas que residen en cada lote para identificar áreas con mayor densidad poblacional y, por tanto, mayor exposición a riesgos.

Fragilidad

- **Grupo etáreo:** Se analizó la población según grupos de edad.
- **Tipo de discapacidad:** Se consideró la presencia de personas con discapacidades, quienes pueden tener mayores dificultades para enfrentar situaciones de emergencia.

Resiliencia

- Se evaluó el nivel de conocimiento de la población sobre eventos pasados de desastres, lo que puede influir en su preparación y respuesta ante futuros eventos.
- Se analizó si la población ha recibido capacitación en gestión de riesgos, lo cual es crucial para mejorar la resiliencia comunitaria.

- Se evaluó el interés y disposición de la población para ser parte en iniciativas para prevenir de riesgos, lo que puede fortalecer la capacidad de respuesta y mitigación de la comunidad.

Estos parámetros proporcionan una comprensión holística de la vulnerabilidad social en el sector de Puca Puca, permitiendo identificar áreas prioritarias para la implementación de medidas de mitigación y fortalecimiento de la resiliencia comunitaria: La **Tabla 17** muestra los parámetros utilizados para evaluar la Dimensión Social en el análisis de riesgos. Esta dimensión se divide en tres factores principales:

- **Exposición:** Personas a nivel de lote vs grupo étnico.
- **Fragilidad:** Discapacidad y que tipo es.
- **Resiliencia**

6.2.1. Análisis: Exposición Social

6.2.1.1. *M. Comparacion: Dimensión Social-Económica (Exposición, Fragilidad, Resiliencia)*

Tabla 17

Aquí se muestra los parámetros que utilicé para el análisis Social.

Dimensión Social		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Número de personas a nivel de lote	Grupo étnico	Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad
----	Tipo de discapacidad	Capacitación en temas de Gestión de Riesgos por parte de sus autoridades
----	----	Interés de participar en campañas de prevención del riesgo

Los parámetros seleccionados permiten una evaluación comprensiva de la dimensión social, ayudando a identificar la vulnerabilidad de la población en términos de exposición al riesgo, fragilidad frente a discapacidades y capacidad de recuperación ante desastres.

6.2.1.2. *M. evaluacion del par sociales.*

La Tabla A 48 (ver Anexo A) presenta la matriz de usada para la comparación de pares para los factores de la Dimensión Social, que incluyen Exposición, Fragilidad y Resiliencia. En esta matriz, se compara cada factor con los demás para determinar su importancia relativa. Los valores de comparación están organizados en una escala de comparación de 1 a 3.

6.2.1.3. *M. normalización del par: factor social*

La Tabla A 49 (ver Anexo A) muestra la matrix mathematica usada para normalizar pares Sociales: Exposición, Fragilidad y Resiliencia. Los valores en esta tabla representan la proporción de cada factor en relación con la suma total de las comparaciones normalizadas, estableciendo un vector de priorización. La columna **Vector Priorización** muestra la importancia relativa de cada factor basada en la normalización de los pares comparativos, y la columna **Porcentaje (%)** indica la proporción porcentual correspondiente a cada factor.

- **Exposición** tiene el mayor porcentaje (53.90%) y el mayor valor en el vector de priorización (0.54), destacándose como el factor más relevante en la Dimensión Social.
- **Fragilidad** sigue con un porcentaje de 29.73% y un vector de priorización de 0.30, mostrando una importancia moderada.
- **Resiliencia** tiene el menor porcentaje (16.38%) y el vector de priorización más bajo (0.16), indicando que es el factor menos prioritario en esta dimensión.
- Estos datos permiten identificar cuál de los factores tiene mayor influencia en la Dimensión Social y guiar las decisiones en función de su relevancia.

6.2.1.4. *Relación de Consistencia*

La Tabla A 50 (ver Anexo A) IC vs RC del proceso jerárquico para los factores de la Dimensión Social. Estos valores se utilizan para evaluar la validez de las comparaciones realizadas entre la Exposición, Fragilidad y Resiliencia. Revisé la consistencia de las comparaciones usando el índice (IC) y la relación de consistencia (RC). El IC muestra si las comparaciones tienen sentido y la RC confirma si los criterios están bien usados. Para que sea válido, la RC debe ser menor a 0.10; si pasa ese valor, hay que corregir las comparaciones.

- **Índice de Consistencia (IC):** El valor obtenido es 0.0046, lo que indica un buen ajuste en la consistencia de las comparaciones realizadas entre los factores.
- **Relación de Consistencia (RC):** Con un valor de 0.0088, la relación de consistencia es menor al 10% (0.04).
- Estos resultados aseguran que el proceso de evaluación jerárquica utilizado es robusto y que los factores analizados en la Dimensión Social son comparables de manera efectiva.

6.2.2. Analizando: Ponderación De Parámetros

6.2.2.1. Exposición

Revisé la ponderación del factor Exposición en la dimensión social. En la Tabla A 51 (Anexo A) se muestra que solo se consideró el parámetro “número de personas por lote”, al cual se le asignó un peso de 1.00.

6.2.2.2. Fragilidad

En este análisis, se consideran dos parámetros: "Grupo étnico" con una priorización de 0.72 y "Tipo de discapacidad" con una priorización de 0.28. La suma total de las ponderaciones es 1.00, indicando que ambos parámetros contribuyen completamente a la evaluación de la fragilidad social.

La priorización del "Grupo étnico" es mayor (0.72) en comparación con el "Tipo de discapacidad" (0.28). Esto sugiere que, en la evaluación de la Fragilidad Social, el grupo étnico tiene una influencia más destacada en la determinación de la vulnerabilidad social.

6.2.2.3. Resiliencia

Presenta la evaluación relativa entre tres subfactores que componen la resiliencia social de la población:

Tomé en cuenta tres cosas: primero, si la gente recuerda desastres que hayan pasado en la zona; segundo, si alguna vez recibió orientación o charlas sobre riesgos; y tercero, si realmente le interesa involucrarse en actividades de prevención.

Cada valor numérico representa el grado de importancia relativa entre un subfactor y otro, siguiendo la escala de Saaty del AHP, donde se presentan los valores:

- 1.00: Igual importancia
- 2.00, 3.00: El subfactor en la fila es moderadamente más importante que el de la columna.

- 0.50, 0.33: El subfactor en la fila es menos importante que el de la columna.

El conocimiento sobre desastres pasados es considerado más determinante que la capacitación y el interés en participar (valores 2.00 y 3.00). La capacitación tiene importancia intermedia respecto al interés en participar y el interés en participar es el subfactor con menor peso relativo.

6.2.2.3.1. *M. normalizar par de la Resiliencia Social*

Revisé la matriz de comparación de pares del factor de resiliencia social La Tabla A 53 (ver Anexo A). Ahí se cruzan tres aspectos: lo que la gente recuerda sobre desastres pasados, si ha recibido alguna capacitación y el interés que tiene en participar en prevención. Con esas comparaciones se definió cuál pesa más frente a los otros.

Le di mayor peso al conocimiento sobre desastres pasados (0.55). Después queda la capacitación recibida (0.29) y, al final, el interés en participar en prevención (0.17). En otras palabras, lo que la gente ya ha vivido o recuerda influye más que lo demás.

6.2.2.3.2. *Relación de Consistencia, el cual debe ser menor al 10% (RC >0.1), lo que nos indicara que los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuados.*

La Tabla A 54 (ver Anexo A) presenta los resultados del análisis de la relación de consistencia para la dimensión de Resiliencia Social. Se muestra la vector suma ponderada obtenida para cada parámetro, el cálculo del valor λ_{max} y el índice de consistencia (IC) junto con la relación de consistencia (RC). El valor de λ_{max} se calcula a partir de la división de la vector suma ponderada por el vector de priorización, con un promedio de 3.009. La relación de consistencia (RC) se ha calculado en 0.009, que es menor al umbral de 0.04.

Revisé el IC y la RC y ambos están por debajo de 0.04. Con esos valores, las comparaciones se mantienen consistentes y los criterios usados funcionan bien. La matriz está bien planteada y refleja de forma clara qué factores pesan más en la resiliencia social.

6.2.3. **Análisis: Exposición – Social Descriptores**

6.2.3.1. *Dimensión Social – Exposición*

6.2.3.1.1. *Número de Personas por casa.*

6.2.3.1.1.1. *M. Comparación del par: Número de Personas por casa.*

La Tabla A 55 (ver Anexo A), esta matriz compara diferentes rangos de ocupación de personas en los lotes, asignando valores relativos que reflejan la importancia o el riesgo

asociado a cada categoría. Los valores en la matriz representan la prioridad de cada categoría en comparación con las demás, donde "Más de 6 Personas" es considerado el más crítico y "Deshabilitado" el menos crítico. La columna "SUMA" indica la suma total de los valores de comparación para cada categoría, y "1/SUMA" muestra los inversos de estas sumas, utilizados para normalizar los datos.

Esta matriz indica que los lotes con "Más de 6 Personas" son considerados los más críticos en términos de exposición, mientras que los "Deshabilitados" se consideran los menos críticos. Esto sugiere que los lotes con mayor ocupación presentan una mayor exposición y, por ende, un mayor riesgo potencial. La normalización de los valores permite una comparación equitativa entre las diferentes categorías, facilitando la priorización en la evaluación de riesgos.

6.2.3.1.1.2. M. Normalización del par Número de Personas por casa.

La Tabla A 56 (ver Anexo A), esta matriz proporciona los valores normalizados de comparación entre diferentes rangos de ocupación de personas en los lotes. Cada valor representa la proporción del peso relativo asignado a cada categoría comparado con el total. La columna "Vector Priorización" resume la importancia relativa de cada categoría según la normalización. La última fila muestra los porcentajes de cada categoría en relación con el total, permitiendo una evaluación clara del impacto relativo.

Los datos normalizados revelan que los lotes con "Más de 6 Personas" tienen el mayor peso en la priorización de la exposición, con un 42.787% del total. Los "De 3 a 6 Personas" siguen con un 25.768%, mientras que las categorías con menor peso son "Deshabilitado" con un 4.692%. Esto indica que los lotes con más ocupación son más críticos en términos de exposición y deben ser priorizados en la evaluación de riesgos.

6.2.3.1.1.3. Relación de Consistencia

La Tabla A 57 (ver Anexo A) donde se calcula la consistencia para el parámetro "número de personas por lote". Ahí se obtienen los valores ponderados, el $\lambda_{\max}$ y, a partir de eso, el IC y la RC. Con estos resultados se comprueba si las comparaciones están bien hechas; la RC debe ser menor a 0.10 para que sea válida.

Obtuve un IC de 0.031 y una RC de 0.03. Ambos valores están por debajo de 0.10, así que las comparaciones se mantienen consistentes y los criterios usados funcionan correctamente para el parámetro "número de personas por lote".

6.2.3.2. Dimensión Social - Fragilidad

6.2.3.2.1. Grupo etéreo

6.2.3.2.1.1. M. de Comparación del par: Grupo etéreo

Se comparan diferentes grupos de edad para determinar su nivel relativo de fragilidad. Los valores en la matriz reflejan las preferencias de comparación entre los diferentes grupos etéreos, con los valores más altos indicando una mayor importancia relativa en la evaluación de fragilidad social.

La matriz muestra que los más vulnerables son los de 0 a 5 años y los mayores de 65. Luego vienen los de 6 a 12 y los de 61 a 65. En cambio, los de 16 a 30 y 31 a 50 resultan los menos afectados.

Para el cálculo, sumé cada columna y con ese valor obtuve el recíproco, que sirve para normalizar la matriz y sacar el peso de cada grupo. Con esto se ve claramente a quién hay que prestar más atención.

6.2.3.2.1.2. M. de Normalización del par: Grupo etéreo

Los valores en esta matriz muestran la proporción relativa de cada grupo etéreo en comparación con otros, lo que permite calcular el vector de priorización. Este vector indica la importancia relativa de cada grupo etéreo en la evaluación de fragilidad social.

El grupo de 0 a 5 años y mayores de 65 concentra el mayor peso (48.469%), por lo que resulta el más vulnerable. Luego aparecen los de 6 a 12 y 61 a 65 (27.042%), seguidos por los de 13 a 15 y 51 a 60 (13.557%). En cambio, los de 16 a 30 (7.357%) y 31 a 50 (3.575%) tienen menor prioridad. Con esto queda claro en qué grupos enfocar las acciones.

6.2.3.2.1.3. Relación de Consistencia

La Tabla A 60 (ver Anexo A) muestra la relación de consistencia para el parámetro "Grupo Etéreo". El vector suma ponderado se calcula mediante la multiplicación de las matrices de comparación de pares normalizadas.

El valor promedio de $\lambda_{\text{máx}}$ obtenido es 5.164. Con este valor, se calcula el índice de consistencia (IC), resultando en 0.041. Del cual se tiene que la relación de consistencia (RC) es 0.04, lo cual es menor al umbral del 10% (0.1).

6.2.3.2.2. Tipo de Discapacidad

6.2.3.2.2.1. M. de Comparación del par: Tipo de Discapacidad

Se cruzaron cinco tipos de discapacidad: mental o intelectual, visual, limitaciones en brazos y piernas, para oír o hablar, y quienes no presentan discapacidad. Con esas comparaciones se definió cuál tiene mayor peso frente a los otros.

Los valores de la suma de las comparaciones indican que la discapacidad "Mental o Intelectual" tiene el mayor peso relativo en la evaluación de fragilidad, con un valor de 9.00 en comparación con "No tiene" que tiene el menor peso con un valor de 1.00. La normalización de la matriz permite calcular el vector de priorización que se utilizará para evaluar la consistencia de los criterios.

6.2.3.2.2.2. *M. de Normalización del par: Tipo de Discapacidad*

Dividí cada valor de la matriz entre la suma de su columna para normalizarla, y con eso obtuve el peso de cada tipo de discapacidad.

El mayor peso lo tiene la discapacidad mental o intelectual (47.958%), seguida por la visual (29.029%). Más atrás quedan las limitaciones para usar brazos y piernas (12.670%), para oír o hablar (6.538%) y, al final, quienes no presentan discapacidad (3.805%). En la práctica, esto muestra que las primeras son las más críticas dentro del análisis.

6.2.3.2.2.3. *Relación de Consistencia*

Revisé la Tabla A 63 (ver Anexo A) para verificar la consistencia de la matriz. La RC es 0.03, valor que se mantiene por debajo de 0.10, así que las comparaciones son coherentes y los criterios usados están bien planteados.

6.2.3.3. *Dimensión Social – Resiliencia*

6.2.3.3.1. *Análisis sobre: sabe o recuerda desastres en su localidad*

6.2.3.3.1.1. *M. de Comparación: Conocimiento sobre desastres en su localidad*

Los valores en la matriz indican la importancia relativa de cada nivel de conocimiento en comparación con los otros niveles. La última fila de la tabla presenta el recíproco de la suma de cada columna, utilizado para normalizar los valores en la siguiente etapa del análisis.

Los resultados muestran que el nivel de "No conoce" tiene la mayor importancia relativa, mientras que el nivel de "Conocimiento amplio" tiene la menor importancia. Esto sugiere que, en términos de resiliencia social, la falta de conocimiento sobre desastres pasados se considera más crítico para evaluar la vulnerabilidad de una comunidad.

6.2.3.3.1.2. *M. Normalización: Conocimiento sobre desastres en su localidad*

En la Tabla A 65 (ver Anexo A) los valores normalizados reflejan la importancia relativa de cada nivel de conocimiento. La columna final muestra el vector de priorización, que indica el peso relativo de cada nivel en la evaluación.

El nivel "No conoce" tiene el mayor peso relativo con un 50.529%, indicando que una falta de conocimiento sobre desastres pasados es considerada el factor más crítico en términos de resiliencia. Marcando una clara y/o determinante diferencia que "Conocimiento amplio" tiene el menor peso relativo con un 3.517%, sugiriendo que tener un conocimiento amplio sobre desastres pasados es considerado menos crucial para la evaluación de resiliencia social.

6.2.3.3.1.3. Relación de Consistencia

Revisé la Tabla A 66 (Anexo A) para el parámetro sobre conocimiento de desastres pasados. Ahí se obtiene el vector suma ponderado al multiplicar la matriz normalizada por el vector de pesos, y con eso se calcula el $\lambda_{\text{máx}}$, el IC y la RC.

La RC salió 0.05, valor que se mantiene por debajo de 0.10, así que las comparaciones son consistentes y los criterios usados funcionan bien en este caso.

6.2.3.3.2. GdR por parte de sus autoridades

6.2.3.3.2.1. M. de Comparación del par: Capacitación GrD.

La Tabla A 68 (ver Anexo A) compara diferentes frecuencias de capacitación brindada por las autoridades en temas GrD. En esta comparación, se asignan valores que reflejan la importancia relativa entre las opciones.

Los resultados indican que recibir **capacitaciones anuales** es lo más valorado en el análisis, mientras que no recibir capacitación es lo menos favorable. Los valores más altos (como 7.00 y 8.00) señalan que la opción en la fila tiene mucho mayor importancia frente a la de la columna, por tanto podemos destacar que:

- La capacitación **una vez por año** es vista como la mejor práctica.
- Las capacitaciones cada **dos o tres años** tienen una importancia intermedia.
- Las capacitaciones **esporádicas o nunca realizadas** son las opciones menos deseables.

Los valores de la fila **1/SUMA** muestran la relación proporcional de cada frecuencia dentro de la evaluación, lo que ayuda a asignar su peso relativo en el modelo.

6.2.3.3.2.2. M. de Normalización del par: Capacitación en temas de GrD.

Esta matriz Tabla A 68 (ver Anexo A) compara diferentes frecuencias de capacitación en términos de gestión de riesgos. Cada celda representa la comparación entre dos categorías, indicando cuánto se considera más determinante para el cálculo en

una frecuencia de capacitación sobre otra. La columna "SUMA" muestra la suma de cada columna en la matriz original, y "1/SUMA" proporciona la inversa de esas sumas, que se utiliza para la normalización en la siguiente etapa del proceso.

6.2.3.3.2.3. *Relación de Consistencia*

Revisé la Tabla A 69 (ver Anexo A), donde se calculan los valores ponderados y se evalúa la consistencia de la matriz. Con esos datos se obtiene el IC y la RC para verificar que las comparaciones estén bien hechas.

La RC es 0.03, valor que se mantiene por debajo de 0.10, así que las comparaciones son coherentes y los resultados se pueden tomar como confiables.

6.2.3.3.3. *Interés en ser parte de planes de capacitación GrD.*

6.2.3.3.3.1. *M. de Comparación del par: Interés de participar en GrD.*

La Tabla A 71 (ver Anexo A) muestra la matriz normalizada del par "Interés de Participar en GrD.". Cada celda presenta el valor normalizado obtenido dividiendo el valor original de la matriz de comparación de pares por la suma total de su respectiva columna. La última columna indica el vector de priorización, que refleja el peso relativo de cada nivel de interés en participar.

El nivel de interés "Siempre estoy atento para participar" tiene el menor peso relativo con un 0.054, indicando que es el menos prioritario en comparación con los otros niveles. También se recalca que, el nivel "No muestra interés" tiene el mayor peso relativo con un 0.541, sugiriendo que es el menos favorable y, por tanto, el de menor prioridad en la evaluación. La priorización muestra que el interés en participar siempre y con gusto es menos común en comparación con los niveles de menor participación.

6.2.3.3.3.2. *M. de Normalización del par: Interés de prestigiar en GrD.*

La Tabla A 72 (ver Anexo A) presenta la matriz de normalización de pares para el parámetro "Interés de Participar en GrD.". En esta tabla, cada celda muestra el valor normalizado obtenido al dividir el valor original de la matriz de comparación del par por la suma total de su columna correspondiente. La columna final muestra el vector de priorización, que representa el peso relativo de cada nivel de interés en participar.

El nivel de interés "No muestra interés" tiene el mayor peso relativo con un 51.700%, indicando que es el nivel con mayor influencia en la evaluación. El menor peso relativo corresponde a "Siempre estoy atento para participar" con un 4.062%, indicando que es el nivel menos prioritario en comparación con los demás. Esto refleja que la falta

de interés es el aspecto más significativo en la evaluación de participación en campañas de prevención.

6.2.3.3.3. *Relación de Consistencia*

Revisé la Tabla A 73 (ver Anexo A) para el parámetro de interés en participar en GrD. Ahí se obtienen los valores ponderados, el vector suma y, con eso, el $\lambda_{\text{máx}}$, el IC y la RC.

El IC es 0.030 y la RC es 0.03, ambos por debajo de 0.10, así que las comparaciones se mantienen consistentes y los resultados son confiables.

6.3. *Análisis de la Dimensión Económica*

Para el análisis de la vulnerabilidad en la dimensión económica del sector Puca Puca, se evaluaron los parámetros asociados a exposición, fragilidad y resiliencia.

Dimensión Económica

Exposición

- **Cercanía de la casa al área de estudio:** Se evaluó la proximidad de las viviendas a áreas identificadas como peligrosas, ya que esta cercanía aumenta la exposición a eventos adversos, como los flujos de detritos.

Fragilidad

- **Material predominante – pared.**
- **Material predominante - techo:** Se consideró el tipo de material del techo, ya que materiales inadecuados pueden hacer que las viviendas sean más vulnerables a daños.
- **Estado de la vivienda.**

Resiliencia

- **Ocupación principal del jefe de hogar:** Se consideró el tipo de trabajo del jefe de hogar, porque si es más estable o mejor pagado, la familia puede recuperarse mejor después de un desastre.
- **Ingreso familiar promedio mensual:** Se consideró el ingreso mensual de la familia, porque a mayor ingreso, más fácil es recuperarse y afrontar problemas.

- **Organización comunitaria:** Se evaluó el nivel de organización comunitaria, ya que una comunidad bien organizada puede responder y recuperarse más eficazmente de eventos adversos.

6.3.1. Análisis de la exposición: Factores Económicos

6.3.1.1. *Parámetros usados: (Exposición, Fragilidad, Resiliencia)*

La **Tabla 18** y la Tabla A 74 (ver Anexo A) resume los parámetros utilizados para evaluar la vulnerabilidad económica en el sector de Puca Puca. Estos parámetros están organizados en tres factores clave:

- **Exposición:** Se evalúa la cercanía de las viviendas a zonas de peligro.
- **Fragilidad.**
- **Resiliencia.**

Estos parámetros resultantes brindan la identificación de áreas críticas y el diseño de estrategias de mitigación para fortalecer la resiliencia económica de la comunidad.

Tabla 18

Parámetros de Evaluación de la Dimensión Económica

Dimensión Económica		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Cercanía de la vivienda a la zona de peligro	Material predominante - pared	Ocupación principal (jefe de hogar)
----	Material predominante - techo	Ingreso familiar promedio mensual
----	Estado de conservación de la vivienda	Organización comunitaria

6.3.1.2. *Matriz de comparación del par: Dimensión Económica*

En esta Tabla A 75 (ver Anexo A), se evalúan **Exposición**, **Fragilidad** y **Resiliencia** en términos de su importancia relativa y se normalizan los valores para obtener el vector de priorización. La columna **1/SUMA** muestra los pesos normalizados correspondientes.

La Tabla A 75 (ver Anexo A) revela que **Resiliencia** tiene el mayor peso relativo con 0.59, indicando que es el factor más determinante en la evaluación de la vulnerabilidad económica. **Fragilidad** sigue con un peso de 0.30, mientras que **Exposición** tiene el menor peso de 0.11. Esto sugiere que la capacidad de recuperación y los factores resilientes son considerados más determinantes en comparación con la exposición y la fragilidad en el análisis de la vulnerabilidad económica.

6.3.1.3. *M. de normalización del par: Dimensión Económica*

Los valores en la Tabla A 76 (ver Anexo A) indican la proporción de cada factor con respecto a los otros, y el **Vector Priorización** proporciona los pesos relativos de cada factor en la evaluación de la vulnerabilidad económica.

En la Tabla A 76 (ver Anexo A), **Exposición** tiene el mayor porcentaje con 64.795%, reflejando su importancia relativa en la evaluación de la vulnerabilidad económica. **Fragilidad** sigue con un 22.987%, mientras que **Resiliencia** tiene el menor peso de 12.218%. Estos resultados sugieren que la proximidad a zonas de peligro (Exposición) es el factor más influyente en la evaluación de la vulnerabilidad económica, con la fragilidad y la resiliencia jugando roles secundarios.

6.3.1.4. *Relación de Consistencia*

La Tabla A 77 (ver Anexo A) presenta la relación de consistencia para los factores evaluados en la dimensión económica. En ella se muestran los valores del vector suma ponderada para exposición, fragilidad y resiliencia, así como el valor promedio de $\lambda_{\max}$. Asimismo, se incluyen el Índice de Consistencia (IC) y la Relación de Consistencia (RC), con el fin de verificar la validez de los criterios empleados en el análisis.

La tabla muestra que el IC es 0.002 y la RC es 0.004, valores que se encuentran por debajo del umbral del 0.10. Esto indica que las comparaciones realizadas son consistentes y adecuadas, por lo que los resultados del análisis jerárquico son confiables.

6.3.2. Análisis de la exposición en la Dimensión Económica - Ponderación de Parámetros

6.3.2.1. *Exposición*

La Tabla A 78 (ver Anexo A) muestra la ponderación del factor exposición dentro de la dimensión económica. En este caso, el parámetro “cercanía de la vivienda a la zona de peligro” presenta un valor de 1.00 en el vector de priorización.

Esto indica que dicho parámetro concentra toda la ponderación del análisis de exposición, al ser el único considerado dentro de esta categoría.

6.3.2.2. *Fragilidad*

6.3.2.2.1. *M. de comparación del par: Fragilidad de la Dimensión Económica*

La Tabla A 79 (ver Anexo A) muestra la comparación de los factores de fragilidad económica: material de paredes, material de techo y estado de la vivienda.

Ahí se ve que el estado de conservación es el que más pesa (0.17), mientras que los otros dos tienen menor importancia en la evaluación de la fragilidad.

6.3.2.2.2. *M. de Normalización del par: Fragilidad de la Dimensión Económica*

La Tabla A 80 (ver Anexo A) muestra cómo se distribuyen los valores normalizados entre los parámetros **Material predominante - pared – techo** y **Estado de conservación**, así como el vector de priorización que indica el peso relativo de cada parámetro en la evaluación de la fragilidad económica.

La Matriz muestra que el Material predominante - pared tiene el mayor peso en la Fragilidad Económica, con un vector de priorización de 53.90%, seguido por Material predominante - techo con 29.73% y Estado de conservación de la vivienda con 16.38%. Esto sugiere que la elección del material de pared tiene la mayor influencia en la evaluación de la fragilidad económica, destacando la importancia de considerar la calidad de los materiales constructivos al evaluar la vulnerabilidad económica.

6.3.2.2.3. *Relación de Consistencia.*

La Tabla A 81 (ver Anexo A) muestra la relación de consistencia del factor fragilidad dentro de la dimensión económica. Ahí se comparan el vector suma ponderado con el vector de priorización y el promedio de los valores obtenidos.

La RC es 0.009, que está por debajo de 0.10, así que las comparaciones se consideran consistentes y válidas para el análisis de fragilidad económica en el sector de Puca Puca.

6.3.2.3. *Resiliencia*

6.3.2.3.1. *M. de comparación del par: Resiliencia Económica*

La Tabla A 82 (ver Anexo A) muestra la comparación entre los parámetros de **Ocupación principal (jefe de hogar)**, **Ingreso familiar promedio mensual**, y **Organización comunitaria**, junto con el cálculo del SUMA y el Inverso de la SUMA para cada parámetro.

La comparación de pares indica que la **Ocupación principal (jefe de hogar)** tiene el mayor peso relativo en el factor de resiliencia económica, con un valor significativo de 0.55 en el **1 / SUMA**, sugiriendo que la ocupación es el factor más crítico para la resiliencia económica. El **Ingreso familiar promedio mensual** y la **Organización comunitaria** tienen pesos menores, con valores de 0.29 y 0.17, respectivamente. Esto refleja la importancia de los empleos estables y bien remunerados en la capacidad de

recuperación económica de las familias, destacando la necesidad de mejorar la estabilidad laboral para fortalecer la resiliencia económica en la comunidad.

6.3.2.3.2. *M. de Normalización del par: Resiliencia Económica*

La normalización de pares revela que la **Ocupación principal (jefe de hogar)** tiene el mayor peso relativo con un **Vector Priorización** de 53.90%, indicando que este factor es el más influyente en la resiliencia económica. El **Ingreso familiar promedio mensual** sigue con un peso de 29.73%, mientras que la **Organización comunitaria** tiene el menor peso relativo con un 16.38%. Esto sugiere que la estabilidad y calidad del empleo del jefe de hogar es el principal factor que afecta la capacidad de recuperación económica en la comunidad, destacando la importancia de mejorar la seguridad laboral y los ingresos para fortalecer la resiliencia económica.

6.3.2.3.3. *Relación de Consistencia*

La Tabla A 84 (ver Anexo A) muestra la relación de consistencia del factor resiliencia dentro de la dimensión económica. Se presenta el vector suma ponderada, el cálculo de $\lambda_{\max}$ y su promedio, además del IC y la RC.

La RC es 0.009, menor a 0.10, por lo que las comparaciones son consistentes y los resultados del análisis de resiliencia se consideran válidos.

6.3.3. **Análisis de la Exposición: Económico Descriptores**

6.3.3.1. *Dimensión Económica – Exposición*

6.3.3.1.1. *Cercanía de la vivienda a la zona de peligro*

6.3.3.1.1.1. *M. de Comparación del par: Cercanía de la vivienda.*

La Tabla A 85 (ver Anexo A) muestra la comparación del parámetro cercanía de la vivienda a la zona de peligro dentro de la dimensión económica. Se evalúan distintos rangos de distancia y su nivel de riesgo relativo.

Los resultados indican que las viviendas a menos de 30 m presentan el mayor peso (0.49), mientras que el riesgo va disminuyendo conforme aumenta la distancia: 0.27 (30–50 m), 0.12 (50–100 m), 0.07 (100–200 m) y 0.04 en más de 200 m. Esto muestra que la cercanía a la zona de peligro incrementa directamente el riesgo económico.

6.3.3.1.1.2. *M. de Normalización del par: Cercanía de la vivienda*

La Tabla A 87 (ver Anexo A) muestra la matriz de normalización de pares para el parámetro "**Cercanía de la Vivienda a la Zona de Peligro**". La tabla presenta los

valores normalizados de acuerdo con la proximidad de la vivienda a la zona de peligro, con el vector de priorización que indica la importancia relativa de cada rango de distancia.

El análisis revela que las viviendas "**<< 30 m. de la zona de peligro**" tienen el mayor peso en el vector de priorización (44.33%), señalando una alta vulnerabilidad económica en esta categoría. A medida que aumenta la distancia desde la zona de peligro, el riesgo económico disminuye, siendo las viviendas "**Mayor a 200 m.**" las menos afectadas (3.85%). Esto evidencia una reducción progresiva del riesgo económico con la distancia creciente desde la zona de peligro.

6.3.3.1.1.3. Relación de Consistencia

La Tabla A 88 (ver Anexo A) muestra la relación de consistencia del parámetro cercanía de la vivienda a la zona de peligro. Se presentan los valores de suma ponderada, así como el cálculo del índice de consistencia (IC) y la relación de consistencia (RC).

El IC es 0.068 y la RC es 0.060, ambos menores a 0.10, por lo que las comparaciones se consideran consistentes y los resultados del análisis son válidos para la exposición económica según la cercanía a la zona de peligro.

6.3.3.2. Dimensión Económica – Fragilidad

6.3.3.2.1. Material predominante - pared

6.3.3.2.1.1. M. de Comparación del par: Material– pared

La Tabla A 86 (ver Anexo A) presenta una comparación entre diferentes materiales utilizados en las paredes, considerando su nivel de vulnerabilidad o preferencia en el contexto evaluado.

Los data recopilada por el autor indica que las **paredes de piedra con mortero de barro** son consideradas las más relevantes o con mayor peso en esta comparación, mientras que las **paredes de ladrillo o bloqueta de cemento** son vistas como las más seguras o las menos vulnerables, ya que tienen los valores más bajos en la matriz.

Entonces los:

- **Roca con mortero de barro y/o adobe** se perciben como más vulnerables estructuralmente.
- **Adobe y ladrillo/bloqueta** son materiales considerados más resistentes y modernos.
- Los valores más altos (como 8.00) reflejan una mayor importancia o predominio comparativo frente a otros materiales.

- Los valores de la fila **1/SUMA** indican la proporción o peso relativo de cada material dentro del análisis.

6.3.3.2.1.2. M. de Normalización del par: Material - pared

Los valores Tabla A 90 (ver Anexo A) reflejan la importancia relativa de cada material en comparación con los demás en cuanto a su impacto en la fragilidad estructural.

La **matriz de comparación** revela que **"Ladrillo y/o bloqueta de cemento"** se considera el material más resistente, seguido por **"Adobe con recubrimiento"**, **"Tapia"**, **"Adobe"** y **"Piedra con mortero de barro"**.

6.3.3.2.1.3. Relación de Consistencia

La Tabla A-91 (ver Anexo A) muestra la relación de consistencia del parámetro material predominante en paredes. Se presentan los valores obtenidos de la matriz de comparación de pares.

La RC es 0.05, menor a 0.10, por lo que las comparaciones son consistentes y los resultados se consideran válidos.

6.3.3.3. Dimensión Económica - Resiliencia

6.3.3.3.1. Ocupación principal (jefe de hogar)

6.3.3.3.1.1. M. de Comparación del par: Ocupación principal (jefe de hogar)

Esta Tabla A 92 (ver Anexo A) compara cinco categorías de ocupación en función de su importancia relativa para la resiliencia económica.

La relación de consistencia no se ha calculado en esta sección, pero la **matriz muestra que las ocupaciones más valoradas son "Empleado/Trabajador Independiente" y "Empleador"**, con mayores valores en la comparación, lo que indica una mayor capacidad de resiliencia económica en comparación con las otras ocupaciones. El **"Trabajador Familiar No Remunerado"** es considerado el menos resiliente en esta evaluación.

6.3.3.3.1.2. M. de Normalización del par: Ocupación principal (jefe de hogar)

El **"Trabajador Familiar No Remunerado"** presenta el mayor peso en el vector de priorización (0.503), indicando una resiliencia económica relativamente alta. **"Obrero/Peón"** y **"Agricultor"** siguen con pesos menores, mientras que **"Empleado/Trabajador Independiente"** y **"Empleador"** tienen los menores valores, sugiriendo que tienen menor impacto en la resiliencia económica comparado con las otras ocupaciones.

6.3.3.3.1.3. Relación de Consistencia

En la Tabla A 94 (ver Anexo A) el IC es 0.064 y la RC es 0.0575, ambos menores a 0.10, así que las comparaciones son consistentes y los resultados de resiliencia económica se consideran válidos y confiables.

6.3.3.3.2. Ingreso familiar promedio mensual

6.3.3.3.2.1. M. de Comparación del par: Ingreso familiar mensual

Se presentan Tabla A 95 (ver Anexo A) las comparaciones entre diferentes rangos de ingreso familiar, con los valores de comparación y la suma total para cada columna.

Los valores obtenidos muestran que los ingresos más altos (Mayor a 1800) son considerados menos vulnerables en comparación con los ingresos más bajos. Los ingresos menores al sueldo mínimo tienen el mayor valor de comparación, indicando la mayor vulnerabilidad en este rango. El valor de $1/\text{SUMA}$ resalta cómo cada categoría se pondera en relación con el total, destacando la creciente importancia de los ingresos más altos en la evaluación de la resiliencia económica.

6.3.3.3.2.2. M. de Normalización del par: Ingreso mensual

Los valores de Tabla A 96 (ver Anexo A), la matriz indican cómo se compara cada rango de ingreso en relación con los demás, con el vector de priorización calculado a partir de la normalización.

Los ingresos más altos (Mayor a 1800) tienen el menor valor de normalización, indicando menor vulnerabilidad, mientras que los ingresos menores al sueldo mínimo tienen el mayor valor de priorización, sugiriendo una mayor vulnerabilidad económica. El porcentaje refleja la contribución de cada rango de ingreso a la resiliencia general, con los ingresos más bajos representando una mayor proporción de la vulnerabilidad económica.

6.3.3.3.2.3. Relación de Consistencia

La Tabla A 97 (ver Anexo A) muestra la relación de consistencia del parámetro ingreso familiar promedio mensual. Se presenta el vector suma ponderada, junto con el IC y la RC.

Ambos valores son menores a 0.10, por lo que las comparaciones se consideran consistentes y los resultados válidos para el análisis.

6.3.3.3.3. *Organización comunitaria*

6.3.3.3.3.1. *M. de Comparación del par: Organización comunitaria*

La Tabla A 98 (ver Anexo A) muestra la matriz de comparación de pares del parámetro organización comunitaria. Se comparan distintos niveles de participación y conocimiento en temas de emergencia.

Se evalúan categorías como no le interesa, interés en participar en brigadas, conocimiento de rutas de evacuación, existencia de brigadas y participación activa en ellas, donde cada comparación refleja la prioridad de una categoría sobre otra dentro del análisis.

De acuerdo con la Tabla A 98, la categoría "No le interesa" tiene el mayor peso relativo, con un valor de comparación de 1.00 frente a sí misma y valores altos en comparación con otras categorías, alcanzando un total de 2.06. De forma contraria se menciona que los casos: "Tiene brigadas de emergencia y participa" presenta los valores más bajos en comparación con las demás categorías, reflejando una menor prioridad relativa con un total de 0.14 frente a "No le interesa". La suma de las comparaciones indica que "No le interesa" es el aspecto más predominante en la organización comunitaria, mientras que "Tiene brigadas de emergencia " es el menos prioritario.

6.3.3.3.3.2. *M. de Normalización del par: Organización comunitaria*

La Tabla A 99 (ver Anexo A) presenta una matriz de normalización de pares para el parámetro de organización comunitaria, evaluando cinco categorías: "No le interesa", "Le interesa participar en las brigadas de emergencia", "Conoce las rutas de evacuación", "Tiene brigadas ", y "Tiene brigadas y participa". Cada celda muestra el valor normalizado que representa la prioridad relativa de cada categoría frente a las demás. Adicional a esto, se incluye un vector de priorización que sintetiza la relevancia de cada categoría en la organización comunitaria.

De acuerdo con la Tabla A 99 (ver Anexo A), la categoría "No le interesa" tiene el mayor peso en la organización comunitaria con un vector de priorización de 0.465 y un porcentaje del 46.543%, lo que indica una tendencia significativa hacia la indiferencia en la participación comunitaria. Se resalta de esta forma que, la categoría "Tiene brigadas de emergencia y participa" tiene el menor peso con un vector de priorización de 0.043 y un porcentaje del 4.269%, sugiriendo una menor inclinación hacia la participación en las brigadas de emergencia.

6.3.3.3.3. *Relación de Consistencia.*

La Tabla A 100 (ver Anexo A) muestra la relación de consistencia del parámetro organización comunitaria. Se presentan el vector de priorización y el vector suma ponderada, obtenidos a partir de la comparación de pares.

La RC es 0.01, menor a 0.10, por lo que las comparaciones son consistentes y los resultados del análisis se consideran válidos.

6.4. *Análisis: Dimensión Ambiental*

Para el análisis de la vulnerabilidad en su dimensión ambiental en el sector de Puca Puca, se evaluaron los siguientes parámetros, considerando los factores de exposición, fragilidad y resiliencia.

Dimensión Ambiental

Exposición

- Se evaluó la proximidad de las viviendas y otras infraestructuras a los botaderos de basura, ya que la cercanía a estos lugares aumenta la exposición a contaminantes y otros riesgos ambientales (INEI, 2020).

Fragilidad

- Se analizó cómo se gestionan y disponen los residuos sólidos en la comunidad. Un manejo inadecuado puede incrementar la fragilidad del entorno natural y afectar negativamente la salud pública (MINAM. 2021).

Resiliencia

- **Conocimiento de reciclaje:** Se evaluó el nivel de conocimiento y práctica del reciclaje entre los habitantes. Una mayor conciencia y participación en el reciclaje contribuyen a la resiliencia ambiental, al reducir la cantidad de residuos y fomentar prácticas sostenibles (EcoGestión, 2022).

Estos parámetros permiten una evaluación integral de la vulnerabilidad ambiental en el sector de Puca Puca, proporcionando información crucial para la implementación de estrategias que mitiguen los riesgos ambientales y promuevan la sostenibilidad. Esta evaluación es fundamental para el desarrollo de políticas y acciones que fortalezcan la resiliencia de la comunidad frente a los desafíos ambientales.

6.4.1. Análisis : Factores Ambientales

6.4.1.1. *Parámetros a utilizar: (Exposición, Fragilidad, Resiliencia)*

La **Tabla 19** y la Tabla A 101 (ver Anexo A) presentan los parámetros utilizados para evaluar la dimensión ambiental de la vulnerabilidad en el sector de Puca Puca, organizados en exposición, fragilidad y resiliencia.

En exposición se considera la cercanía de viviendas e infraestructura a botaderos de basura, lo que incrementa el riesgo de contaminación. En fragilidad se evalúa el manejo y disposición de residuos sólidos, ya que una mala gestión afecta el entorno y la salud. En resiliencia se toma en cuenta el conocimiento y práctica del reciclaje, pues esto ayuda a reducir el impacto ambiental y mejorar la capacidad de respuesta del sector.

Tabla 19

Parámetros Ambientales

Exposición	Dimensión Ambiental	
	Fragilidad	Resiliencia
Ubicación de botadero de basura	Manejo y disposición de residuos sólidos	Conocimiento de reciclaje

La evaluación de los parámetros ambientales en Puca Puca revela que la exposición a riesgos ambientales está influenciada por la proximidad a los botaderos de basura, lo que incrementa la vulnerabilidad debido a la contaminación.

6.4.1.2. *Matriz de comparación del par: Dimensión Ambiental*

Cada celda en la Tabla A 102 (ver Anexo A) representa una comparación de la importancia relativa entre dos factores. La exposición se considera cinco veces más importante que la resiliencia y tres veces más importante que la fragilidad. La suma de cada columna y el inverso de estas sumas se calculan para proporcionar una visión cuantitativa de las relaciones de importancia entre los factores.

Según la Tabla A 102 (ver Anexo A), la exposición es el factor más significativo en la dimensión ambiental, seguido por la fragilidad y, la resiliencia. La exposición tiene una alta influencia en la vulnerabilidad ambiental debido a su suma de 1.53, lo que indica su predominante importancia relativa. La fragilidad y la resiliencia, con sumas de 4.50 y 8.00 respectivamente, son menos influyentes en comparación con la exposición. Estos resultados sugieren que las estrategias de mitigación deben priorizar la reducción de la

exposición a riesgos ambientales, aunque también es crucial mejorar la gestión de residuos y fomentar prácticas de reciclaje para fortalecer la resiliencia comunitaria.

6.4.1.3. *M. de normalización del par: Dimensión Ambiental*

La Tabla A 103 (ver Anexo A) presenta la matriz de normalización de pares para los factores de la dimensión ambiental, evaluando la exposición, fragilidad y resiliencia en el sector de Puca Puca. Los valores de la matriz han sido normalizados para facilitar la comparación entre los factores. Cada celda muestra la proporción de la importancia relativa de un factor en comparación con los demás. El vector de priorización refleja la ponderación global de cada factor. La fila de porcentajes proporciona una representación porcentual de estos valores normalizados.

De acuerdo con la Tabla A 103 (ver Anexo A), el análisis revela que la exposición es el factor más crítico en la dimensión ambiental, con un vector de priorización del 65% y una normalización alta en todas las comparaciones (0.652, 0.667 y 0.625). La fragilidad sigue en importancia con un 23%, mientras que la resiliencia es el menos influyente con un 12%. Estos resultados sugieren que las medidas de mitigación deben enfocarse principalmente en reducir la exposición a riesgos ambientales en Puca Puca, sin descuidar la mejora en la gestión de residuos y el fomento de prácticas de reciclaje para aumentar la resiliencia.

6.4.1.4. *Relación de Consistencia*

La Tabla A 104 (ver Anexo A) muestra los resultados de la operación de matrices y la relación de consistencia para los factores de la dimensión ambiental. Se presenta el vector suma ponderada, el valor de $\lambda_{\max}$ y su promedio, además del IC y la RC para verificar la consistencia de las comparaciones. El índice aleatorio se basa en la tabla de Aguarón y Moreno (2001).

La RC es 0.004 y el IC es 0.002, ambos menores a 0.10, por lo que las comparaciones son consistentes y los resultados del análisis ambiental se consideran válidos.

6.4.2. Análisis de la exposición Ambiental – Ponderación.

6.4.2.1. *Exposición*

6.4.2.1.1. *Parámetros: Exposición de la Dimensión Ambiental*

En esta Tabla A 105 (ver Anexo A), el único parámetro considerado es la "Ubicación de botadero de basura", que ha sido asignado un vector de priorización de

1.00. La suma total de las ponderaciones es también 1.00, indicando que no se han considerado otros parámetros en esta evaluación específica.

El análisis para el factor ambiental revela que la ubicación de botaderos de basura es el único parámetro evaluado, y se le ha asignado una ponderación total de 1.00. Esto indica que este parámetro tiene una importancia completa en la evaluación de la exposición ambiental en el sector de Puca Puca.

6.4.2.2. *Fragilidad*

6.4.2.2.1. *Parámetros: Fragilidad Ambiental*

La Tabla A 106 (ver Anexo A) muestra la ponderación de los parámetros del factor fragilidad en la dimensión ambiental.

Se observa que el manejo y disposición de residuos sólidos es el único parámetro considerado, con una ponderación de 1.00, lo que indica que concentra toda la importancia dentro de este factor.

6.4.2.3. *Resiliencia*

6.4.2.3.1. *Parámetros: Resiliencia Ambiental*

En esta Tabla A 107 (ver Anexo A), el único parámetro evaluado es el "Conocimiento de reciclaje", con una ponderación total de 1.00.

La asignación de una ponderación total de 1.00 refleja la importancia crítica de este parámetro para fomentar la resiliencia ambiental en la comunidad.

6.4.3. Análisis: Exposición Ambiental– Descriptores

6.4.3.1. *Dimensión Ambiental - Exposición*

6.4.3.1.1. *M. de Comparación del par: Ubicación de botadero de basura*

La Tabla A 108 (ver Anexo A) evalúa la importancia relativa de diferentes distancias desde un botadero de basura, asignando valores que reflejan el nivel de exposición asociado a cada rango de distancia. La suma de cada columna muestra la totalización de las comparaciones, mientras que la última fila presenta el inverso de la suma para cada columna.

El análisis de la exposición basado en la ubicación del botadero de basura indica que las distancias más cercanas a un botadero (menor a 20 m) tienen la mayor puntuación, reflejando una alta exposición ambiental. Las puntuaciones decrecen a medida que aumenta la distancia del botadero, con el rango "Mayor a 200 m." obteniendo la puntuación más baja. La suma de las ponderaciones y los inversos de las sumas indican

que las distancias más cortas tienen una mayor prioridad en términos de exposición, mientras que las distancias más largas presentan una menor exposición.

6.4.3.1.2. *M. de Normalización del par: Ubicación de botadero de basura*

La Tabla A 109 (ver Anexo A) presenta la matriz de normalización de pares para el parámetro "Ubicación de botadero de basura". La tabla normaliza los valores de comparación para cada rango de distancia desde el botadero, asignando un valor ponderado a cada categoría. La columna "Vector Priorización" muestra la importancia relativa de cada rango de distancia en términos de exposición ambiental. La suma de cada columna es igual a 1, indicando la normalización adecuada de los datos. Los porcentajes reflejan la contribución de cada categoría al total.

La normalización de pares del parámetro "Ubicación" revela que la categoría "Menor a 20 m." tiene la mayor ponderación (41.631%), indicando que la proximidad inmediata al botadero representa la mayor exposición ambiental. Las distancias "De 20 a 50 m." y "De 50 a 100 m." siguen con ponderaciones de 26.338% y 16.456%, respectivamente, señalando una exposición reducida en comparación con la categoría más cercana. Las categorías "De 100 a 200 m." y "Mayor a 200 m." tienen las menores ponderaciones (10.430% y 5.145%), lo que sugiere una exposición ambiental mínima. La distribución ponderada refuerza la importancia de minimizar la proximidad a los botaderos para reducir riesgos ambientales.

6.4.3.1.3. *Relación de Consistencia.*

La Tabla A 110 (ver Anexo A) muestra los resultados de la consistencia en la evaluación de la proximidad a botaderos de basura. Se presentan los valores de la suma ponderada, el cálculo de $\lambda_{\text{máx}}$, además del IC y la RC.

El IC es 0.039 y la RC es 0.03, ambos menores a 0.10, por lo que las comparaciones son consistentes y el análisis se considera válido para este caso.

6.4.3.2. *Dimensión Ambiental - Fragilidad*

6.4.3.2.1. *M. de Comparación del par: Manejo y disposición.*

La Tabla A 111 (ver Anexo A) muestra la comparación de distintos métodos de manejo de residuos sólidos y su impacto en la fragilidad ambiental.

Se observa que "no genera residuos" es el de menor impacto, seguido del recojo municipal y el recojo con motofurgón. En cambio, el mayor impacto se presenta en los casos de "sin recojo de residuos sólidos" y "botadero en el cauce de la quebrada", que son los más críticos dentro del análisis.

6.4.3.2.2. *M. de Normalización del par: Manejo y disposición de residuos sólidos*

Esta Tabla A 112 (ver Anexo A) muestra el vector de priorización de diferentes métodos de manejo de residuos, estandarizados para facilitar la comparación y la ponderación en el análisis de la fragilidad ambiental.

La normalización revela que el método con mayor peso en la evaluación de la fragilidad ambiental es "Sin recojo de residuos sólidos" con un 42.221%, seguido por "cauce de la quebrada" con un 28.698%. El "motofurgón (reciclador)" y el "Recojo municipal (compactadora)" tienen pesos menores de 17.115% y 7.645%, respectivamente. "No genera (no botan)" representa el menor impacto con un 4.322%. Estos resultados reflejan cómo los métodos de disposición de residuos afectan la fragilidad ambiental, siendo los métodos sin recojo y botaderos en cauces los que contribuyen más a la fragilidad.

6.4.3.2.3. *Relación de Consistencia.*

La Tabla A 113 (ver Anexo A) muestra la relación de consistencia del parámetro manejo y disposición de residuos sólidos. Se presentan los resultados del vector suma ponderada y el cálculo de la RC.

El IC es 0.065 y la RC es 0.06, ambos menores a 0.10, por lo que las comparaciones son consistentes y el análisis se considera válido para la fragilidad ambiental.

6.4.3.3. *Dimensión Ambiental - Resiliencia*

6.4.3.3.1. *M. de Comparación del par: Conocimiento de reciclaje*

Esta Tabla A 114 (ver Anexo A) evalúa diferentes niveles de conocimiento sobre reciclaje y su impacto en la resiliencia ambiental.

El análisis muestra que los niveles de conocimiento sobre reciclaje varían desde "No conoce" hasta "Conoce y practica el reciclaje". La matriz indica que los conocimientos y la práctica de reciclaje son comparativamente más valorados, con el nivel más alto ("No Conoce") recibiendo el mayor valor en la comparación. Las sumas y sus inversos son utilizados para normalizar y ponderar los valores en el análisis de consistencia y priorización en la evaluación de la resiliencia ambiental.

6.4.3.3.2. *M. de Normalización del par: Conocimiento de reciclaje*

Esta Tabla A 115 (ver Anexo A) convierte las comparaciones relativas de conocimiento sobre reciclaje en valores normalizados y porcentajes de priorización.

En la normalización de pares, los valores más altos corresponden a un mayor conocimiento y práctica del reciclaje. El "No conoce" tiene el mayor valor en la normalización (0.440), seguido por "conocimiento vecinal" (0.262). Los porcentajes reflejan la contribución de cada nivel de conocimiento a la priorización total: "No conoce" representa el 44.040% de la priorización, mientras que "Conoce y practica el reciclaje" aporta solo el 4.197%.

6.4.3.3.3. *Relación de Consistencia.*

La Tabla A 116 (ver Anexo A) muestra la relación de consistencia del parámetro conocimiento de reciclaje. Se presentan los resultados del IC y la RC para validar las comparaciones realizadas.

La RC es 0.04 y el IC es 0.042, ambos menores a 0.10, por lo que las comparaciones son consistentes y el análisis se considera válido para la resiliencia ambiental.

6.5. *Niveles De Vulnerabilidad*

La **Tabla 20** y la Tabla A 117 (ver Anexo A) presentan los rangos de clasificación para los niveles de vulnerabilidad. Estos rangos definen las categorías de vulnerabilidad.

Tabla 20

Niveles de Vulnerabilidad

Niveles de vulnerabilidad			
Nivel de vulnerabilidad	Rangos		
Vulnerabilidad Muy Alta	0.294	$\leq v <$	0.499
Vulnerabilidad Alta	0.169	$\leq v <$	0.294
Vulnerabilidad Media	0.089	$\leq v <$	0.169
Vulnerabilidad Baja	0.045	$\leq v <$	0.089

6.5.1. **Cálculo de la Vulnerabilidad y Niveles de Vulnerabilidad**

En la Tabla A 118 (ver Anexo A) se consideran los aspectos de exposición, fragilidad y resiliencia, cada uno con su valor y peso específicos, para determinar el valor final de la dimensión social. Cada parámetro se pondera para determinar el valor final de la dimensión social, que luego se utiliza para calcular los rangos de vulnerabilidad.

La Tabla A 119 (ver Anexo A) muestra los valores y pesos asignados a cada parámetro permiten determinar el valor final de la dimensión económica y su impacto en la vulnerabilidad general. Cada parámetro se pondera para determinar el valor final de la dimensión económica, que luego se utiliza para calcular los rangos de vulnerabilidad.

La finalidad de la Tabla A 120 (ver Anexo A) es calcular los valores y pesos para la dimensión ambiental.

6.5.2. Estratificación de la vulnerabilidad

La **Tabla 21** y la Tabla A 121 (ver Anexo A) muestran los rangos de vulnerabilidad en cuatro niveles: muy alta, alta, media y baja.

Estos niveles se definen a partir de varios factores como población por vivienda, edad, discapacidad, conocimiento y capacitación en desastres, cercanía a zonas de riesgo, tipo y estado de vivienda, ingresos, organización comunitaria y manejo de residuos, lo que permite ubicar cada caso dentro de un nivel de vulnerabilidad según sus condiciones.

Tabla 21

Estratificación de la Vulnerabilidad

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
VULNERABILIDAD MUY ALTA	Número de personas a nivel de lote (Mas de 6 personas). Grupo etáreo (de 0 a 5 años y mayor a 65 años). Con al menos un integrante de la familia con discapacidad (Visual). Conocimiento pasado sobre la ocurrencia de desastres en su localidad (Poco conocimiento). Capacitación en temas de gestión de riesgo por parte de sus autoridades (Nunca). Interés en participar en campañas de prevención de riesgos (No muestra interés). Cercanía de la vivienda a la zona de peligro (Entre 30 y 50m a la zona de peligro). Material predominante de los pares (Adobe y tapia). Material predominante de techo (Calamina o Eternit). Estado de conservación de la vivienda (Deteriorado). Ocupación principal del jefe del hogar (Agricultor). Ingreso promedio mensual (Menor al sueldo mínimo). Organización comunitaria (Le interesa participar en las brigadas de emergencia). Ubicación del botadero de basura (Menor a 20 m.). Manejo y disposición de residuos sólidos (Sin recojo). Conocimiento de reciclaje (No conoce).	$0.294 \leq V < 0.499$
VULNERABILIDAD ALTA	Número de personas a nivel de lote (De 3 a 6 personas). Grupo etáreo (de 6 a 12 y 61 a 65 años). Con al menos un integrante de la familia con discapacidad (No tiene). Conocimiento pasado sobre la ocurrencia de desastres en su localidad (Escaso conocimiento). Capacitación en temas de gestión de riesgo por parte de sus autoridades (Cada 3 años). Interés en participar en campañas de prevención de riesgos (No muestra interés de vez en cuenta). Cercanía de la vivienda a la zona de peligro (Entre 50 y 100m a la zona de peligro). Material predominante de los pares (Adobe y tapia). Material predominante de techo (Calamina / Eternit). Estado de conservación de la vivienda (Con reparaciones). Ocupación principal del jefe del hogar (Agricultor). Ingreso promedio mensual (Menor al sueldo mínimo). Organización comunitaria (Le interesa participar en las brigadas de emergencia). Ubicación del botadero de basura (Entre 50 a 100 m.). Manejo y disposición de residuos sólidos (Botadero en cauce de la quebrada). Conocimiento de reciclaje (No conoce).	$0.169 \leq V < 0.294$

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
VULNERABILIDAD MEDIA	Número de personas a nivel de lote (De 1 a 6 personas). Grupo etáreo (De 13 a 15 años y 51 a 60 años). Con al menos un integrante de la familia con discapacidad (No tiene). Conocimiento pasado sobre la ocurrencia de desastres en su localidad (Regular conocimiento). Capacitación en temas de gestión de riesgo por parte de sus autoridades (Cada 2 años). Interés en participar en campañas de prevención de riesgos (Muestra interés de vez en cuando). Cercanía de la vivienda a la zona de peligro (Entre 100 y 200 a la zona de peligro). Material predominante de los pares (Adobe y tapia). Material predominante de techo (Calamina o Eternit). Estado de conservación de la vivienda (Regular estado). Ocupación principal del jefe del hogar (Agricultor). Ingreso promedio mensual (Menor al sueldo mínimo). Organización comunitaria (Le interesa participar en las brigadas de emergencia). Ubicación del botadero de basura (De 50 a 100 m.). Manejo y disposición de residuos sólidos (Con recojo). Conocimiento de reciclaje (No conoce).	$0.089 \leq V < 0.169$
VULNERABILIDAD BAJA	Número de personas a nivel de lote (Mas de 6 personas). Grupo etáreo (de 0 a 5 años y mayor a 65 años). Con al menos un integrante de la familia con discapacidad (Visual). Conocimiento pasado sobre la ocurrencia de desastres en su localidad (Poco conocimiento). Capacitación en temas de gestión de riesgo por parte de sus autoridades (Nunca). Interés en participar en campañas de prevención de riesgos (No muestra interés). Cercanía de la vivienda a la zona de peligro (Entre 30 y 50m a la zona de peligro). Material predominante de los pares (Adobe y tapia). Material predominante de techo (Calamina o Eternit). Estado de conservación de la vivienda (Deteriorado). Ocupación principal del jefe del hogar (Agricultor). Ingreso promedio mensual (Menor al sueldo mínimo). Organización comunitaria (Le interesa participar en las brigadas de emergencia). Ubicación del botadero de basura (Menor a 20 m.). Manejo y disposición de residuos sólidos (Sin recojo). Conocimiento de reciclaje (No conoce).	$0.045 \leq V < 0.089$

La **Tabla 21** y la Tabla A 121 (ver Anexo A) clasifica la vulnerabilidad en cuatro niveles basados en diversos factores socioeconómicos y ambientales. Los rangos definidos indican que una vulnerabilidad muy alta se asocia con condiciones adversas como proximidad cercana a zonas de peligro y manejo deficiente de residuos, mientras que una vulnerabilidad baja corresponde a condiciones más favorables y adecuadas en los mismos aspectos. Los valores de vulnerabilidad están definidos en rangos específicos, estos rangos se utilizarán para determinar la vulnerabilidad final al integrar los valores calculados de las dimensiones económica, social y ambiental.

6.5.3. Resumen de descriptores y pesos de cada dimensión para el cálculo del Mapa de Vulnerabilidad

La Tabla A 122 (ver Anexo A) resume los descriptores y pesos utilizados para calcular el Mapa de Vulnerabilidad en diferentes dimensiones. Se incluyen los parámetros de la dimensión Social, Económica y Ambiental, con sus respectivos pesos en cada categoría.

En general, muestra los factores y descriptores que intervienen en el cálculo del Mapa de Vulnerabilidad. Se organizan en tres dimensiones: social, económica y ambiental, cada una con un peso específico.

- La **dimensión social** (peso 0.6) analiza aspectos como la cantidad de personas por vivienda, edades, discapacidad, conocimiento sobre desastres y participación en actividades de prevención.
- La **dimensión económica** (peso 0.3) considera la cercanía de las viviendas a zonas peligrosas, el tipo de materiales de construcción, el estado de las viviendas, el empleo del jefe de familia, los ingresos y la organización comunitaria.
- La **dimensión ambiental** (peso 0.1) evalúa la proximidad a botaderos de basura.

6.5.4. Vulnerabilidad y el Nivel de Vulnerabilidad por cada vivienda, unidad analizada.

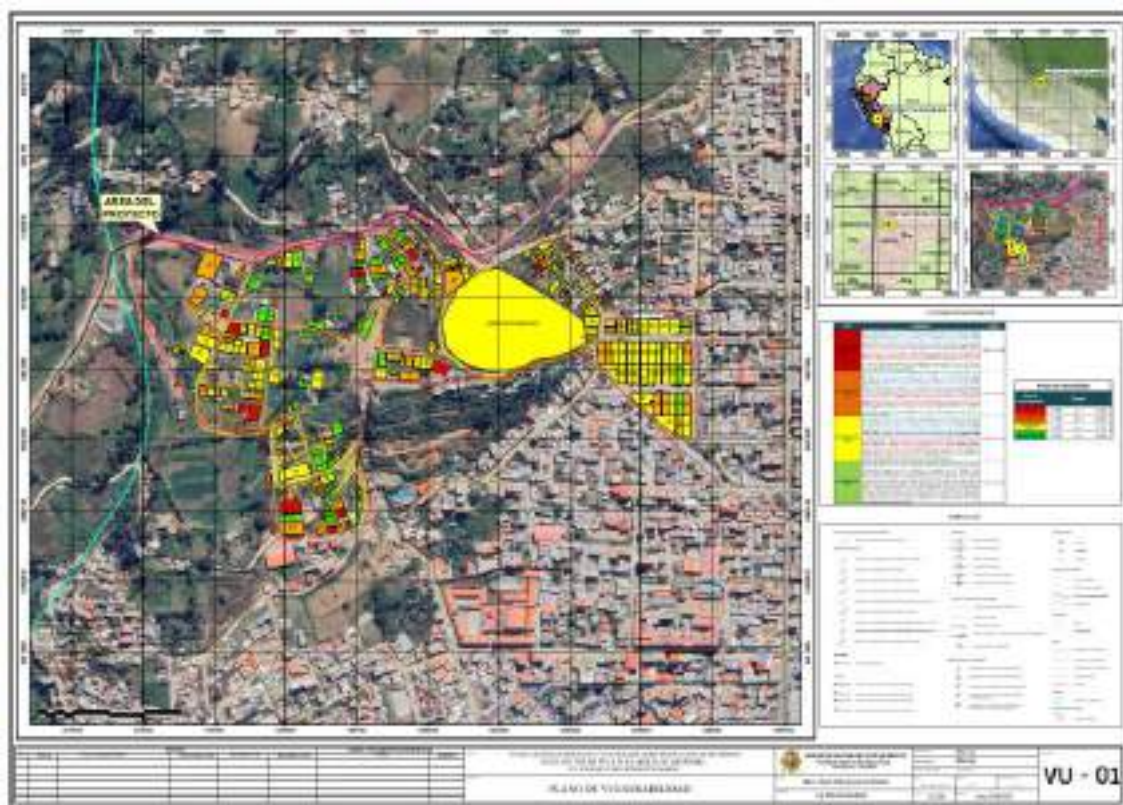
Los datos de la Tabla A 123 (ver Anexo A) incluyen la ubicación de las viviendas en coordenadas Este y Norte, junto con su respectiva manzana (MZ-LTE). La columna de vulnerabilidad muestra la categoría asignada a cada vivienda (Muy Alta, Alta, Media), y la columna del nivel de vulnerabilidad indica el valor numérico asociado a cada vivienda.

Los resultados de la tabla muestran la clasificación de vulnerabilidad para cada vivienda en el sector de Puca Puca. Las viviendas se categorizan como Muy Alta, Alta, Media o Baja, basándose en el valor calculado de vulnerabilidad. La vivienda con el nivel de vulnerabilidad, 0.301, se clasifica como "Muy Alta", mientras que otras viviendas tienen niveles de vulnerabilidad "Alta" y "Media". Estos valores son cruciales para identificar y priorizar las intervenciones y medidas de mitigación necesarias en la comunidad.

6.6. Distribucion a nivel de lote de la vulnerabilidad

Figura 46

Vulnerabilidad del Sector Puca Puca, Abancay, Apurímac



Nota: Elaboración propia. Anexo VU-01 de la tesis.

CAPÍTULO VII

7. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO

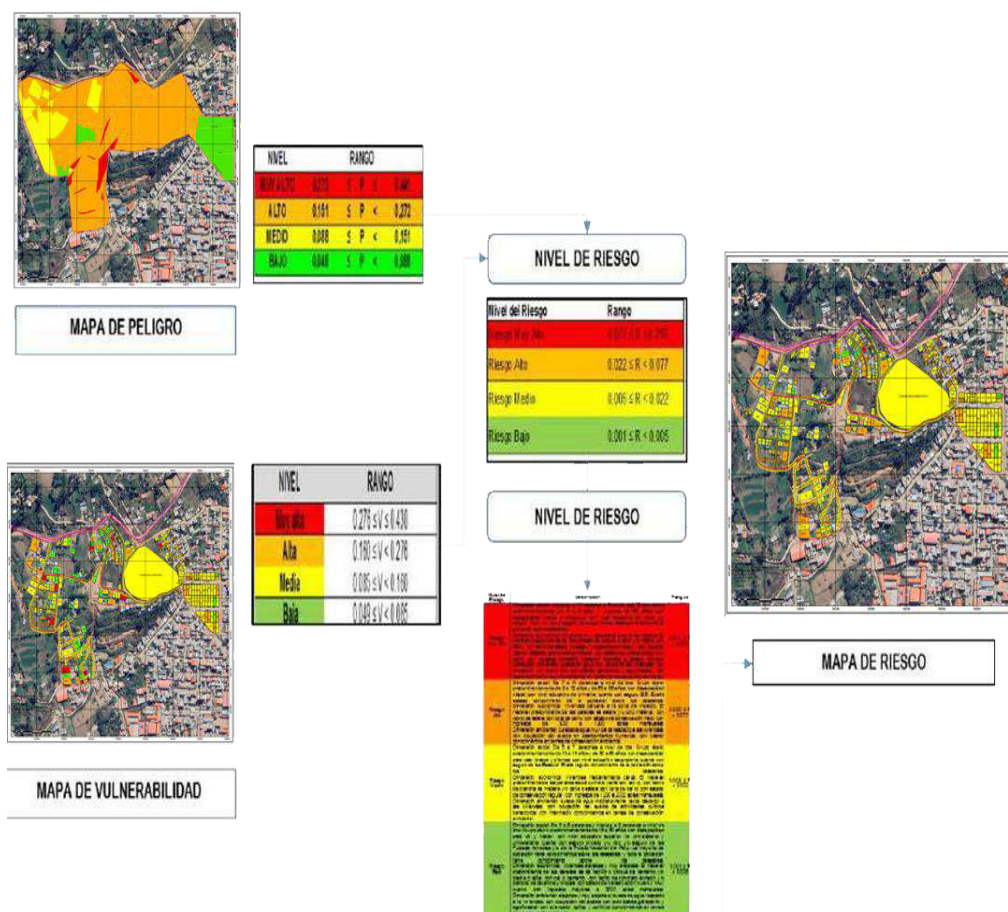
7.1. Metodología

Para calcular el riesgo en la zona de influencia, se sigue un procedimiento detallado que permite clasificar el riesgo en diferentes niveles según su gravedad y las consecuencias de los deslizamientos. La metodología utilizada se basa en una escala de valores que va de 1 a 4, donde cada valor representa un nivel de riesgo específico y su correspondiente descripción.

7.1.1. Flujograma

Figura 47

Flujograma - niveles del riesgo



Nota: CENEPRED (2014).

7.2. Niveles

Los niveles de riesgo asociados al peligro sísmico en el área de influencia del sector Puca Puca, ubicado en Abancay, Apurímac, se describen a continuación:

1. Riesgo Muy Alto (Valor 4):

- Las consecuencias de un deslizamiento en este nivel son catastróficas, este nivel de riesgo indica que el impacto es tan severo que puede resultar en la pérdida significativa de vidas y daños irreparables a las estructuras y servicios esenciales en la zona de influencia (INEI, 2020).

2. **Riesgo Alto (Valor 3):**

- En este nivel, las consecuencias de un deslizamiento pueden ser graves, pero manejables con el apoyo externo de entidades gubernamentales provinciales o regionales, así como la colaboración de la población local. Esto sugiere que, aunque el impacto es significativo, existen recursos y capacidades para mitigar los daños con asistencia adicional (CENEPRED, 2019).

3. **Riesgo Medio (Valor 2):**

- Este nivel de riesgo implica que la comunidad tiene cierta capacidad de respuesta y resiliencia para enfrentar los deslizamientos, aunque puede necesitar algún tipo de asistencia técnica o material (Defensa Civil, 2018).

4. **Riesgo Bajo (Valor 1):**

- Las consecuencias de un deslizamiento en este nivel son mínimas y pueden ser gestionadas sin dificultad. Esto indica que la comunidad está bien preparada y equipada para enfrentar deslizamientos menores sin necesidad de intervención externa significativa. La infraestructura y los sistemas de respuesta existentes son suficientes para manejar el impacto (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021).

7.2.1. **Matriz del Riesgo**

La **Tabla 22** y la Tabla A 124 (ver Anexo A) ilustra la matriz del riesgo vinculada a los flujos de detritos en el sector Puca Puca, Abancay, Apurímac. En esta matriz, los niveles de riesgo se categorizan según la peligrosidad de los flujos de detritos (Muy alto, Alto, Medio, Bajo) y se correlacionan con los rangos de vulnerabilidad (Bajo, Medio, Alto, Muy alto). Los valores numéricos indican la probabilidad de que se manifiesten diferentes niveles de riesgo asociados a cada categoría de peligrosidad.

Tabla 22

Matriz del Riesgo Asociado a Flujos de Detritos en el Sector Puca Puca

Peligrosidad	Muy alto	0.455	0.040	0.077	0.114	0.227
	Alto	0.283	0.025	0.048	0.083	0.141
	Medio	0.197	0.017	0.033	0.058	0.098
	Bajo	0.149	0.013	0.025	0.044	0.074
			0.089	0.169	0.294	0.499
			Bajo	Medio	Alto	Muy alto
			Vulnerabilidad			

La tabla muestra que los niveles de riesgo para los flujos de detritos varían según la peligrosidad. En la categoría de "Muy alto", los valores alcanzan hasta 0.455, indicando un riesgo significativo cuando la vulnerabilidad es alta. En la categoría de "Bajo", los valores son menores, como 0.149, reflejando un riesgo reducido en escenarios de baja vulnerabilidad. Esta matriz permite comprender cómo la peligrosidad de los flujos de detritos se traduce en diferentes niveles de riesgo.

7.2.2. Nivel.

Los niveles de riesgo **Tabla 23** y la Tabla A 125 (ver Anexo A) se categorizan en 1. Muy alto, 2. Alto, 3. Medio y 4. Bajo, basados en el rango de valores numéricos que reflejan la probabilidad de ocurrencia y severidad del riesgo. Estos rangos permiten evaluar la exposición al riesgo en diferentes zonas del área de estudio.

Tabla 23

Niveles del Riesgo Asociado a Flujos de Detritos en el Sector Puca Puca

Nivel del Riesgo	Rango
Riesgo Muy alto	0.083 ≤ R < 0.227
Riesgo Alto	0.033 ≤ R < 0.083
Riesgo Medio	0.013 ≤ R < 0.033
Riesgo Bajo	0.001 ≤ R < 0.013

Se define que el "Riesgo Muy alto" se presenta cuando los valores del riesgo están en el rango de 0.083 a 0.227, indicando una alta probabilidad de impactos severos por

flujos de detritos. El "Riesgo Alto" se sitúa entre 0.033 y 0.083, reflejando una probabilidad significativa pero menor que el nivel Muy alto. El "Riesgo Medio" abarca de 0.013 a 0.033, mientras que el "Riesgo Bajo" se define para valores entre 0.001 y 0.013, sugiriendo una baja probabilidad de ocurrencia de eventos graves.

La **Tabla 24** y la Tabla A 126 (ver Anexo A) proporciona una descripción cualitativa de los niveles de riesgo asociados a flujos de detritos en el sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac.

Tabla 24

Descripción de los Niveles del Riesgo Asociado a Flujos de Detritos

Valor	Nivel del Riesgo	Descripción
4	Riesgo Muy alto	Las consecuencias debido a un impacto de Deslizamiento son catastróficas, a la infraestructura existente, la salud y a la vida humana.
3	Riesgo Alto	Las consecuencias debido a un impacto de Deslizamiento pueden ser gestionadas con apoyo externo (Gobierno Provincia o Gobierno Regional y de los pobladores).
2	Riesgo Medio	Las consecuencias debido a un impacto de Deslizamiento pueden ser gestionadas con los recursos disponibles y apoyo de la población.
1	Riesgo Bajo	Las consecuencias debido a un impacto de Deslizamiento pueden ser gestionadas sin dificultad.

- El “Riesgo muy alto” (valor 4) indica que un deslizamiento tendría efectos graves, afectando infraestructura, salud y vidas, por lo que se necesitaría apoyo externo fuerte.
- El “Riesgo alto” (valor 3) también genera impactos importantes, pero puede manejarse con ayuda externa y apoyo de la comunidad.
- El “Riesgo medio” (valor 2) puede ser controlado con recursos locales y participación de la población.
- El “Riesgo bajo” (valor 1) implica efectos menores que pueden ser atendidos sin necesidad de apoyo externo importante.

La

Tabla 25 y la Tabla A 127 (ver Anexo A) presentan los niveles de riesgo por flujos de detritos en el sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac. Estos niveles se definen según qué tan probable es que ocurran deslizamientos y qué tanto daño pueden causar a las viviendas, infraestructura y personas. Cada nivel refleja la frecuencia con la que podrían presentarse estos eventos según las condiciones del terreno y el ambiente.

Tabla 25

Niveles de Riesgo Asociado bajo la Probabilidad de Ocurrencia a Flujos de Detritos en el Sector Puca Puca

Valor	Nivel del Riesgo	Descripción
4	Muy alto	Puede ocurrir en la mayoría de las circunstancias.
3	Alto	Puede ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos según circunstancias.
2	Medio	Puede ocurrir en periodos de tiempo largos según circunstancias.
1	Bajo	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales.

- El nivel “muy alto” (valor 4) significa que los flujos de detritos ocurren seguido y causan daños fuertes a viviendas, infraestructura y personas.
- El nivel “alto” (valor 3) indica que pueden ocurrir con cierta frecuencia y todavía generan impactos importantes.
- El nivel “medio” (valor 2) señala que ocurren pocas veces y bajo condiciones específicas.
- El nivel “bajo” (valor 1) indica que casi no ocurren y solo aparecen en casos raros.

7.2.3. Estratificación:

La **Tabla 26** y la Tabla A 128 (ver Anexo A), esta tabla categoriza el riesgo en cuatro niveles (Muy Alto, Alto, Medio y Bajo) basados en diversos factores como precipitación, pendientes, unidades geomorfológicas y geológicas, y características poblacionales.

Tabla 26

Estratificación del Nivel del Riesgo por Flujos de Detritos

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
RIESGO MUY ALTO	Precipitación: 60-80% superior a lo normal climático; Pendientes: 20-30° y >40°; Unidades Geomorfológicas: V-al (Vertiente aluvial), V-cd (Coluvio-deluvial); Unidades Geológicas: Qh-co (Depósito coluvial), Qh-al (Depósito aluvial); Peligro Geológico: 0.068 a 0.503; Valor de Factores: Condicionantes de 0.283712 a 0.450136, Desencadenantes de 0.262 a 0.450136; Susceptibilidad: 0.291595 a 0.421558; Personas por lote: Más de 6; Grupo etéreo: 0-5 años y >65 años; Discapacidad: Visual; Conocimiento de desastres: Poco; Capacitación en gestión de riesgos: Nunca; Interés en prevención de riesgos: No muestra interés; Cercanía a peligro: 30-50 m; Material de paredes: Adobe y tapia; Material de techo: Calamina o Eternit; Estado de vivienda: Deteriorado; Ocupación del jefe del hogar: Agricultor.	0.083 ≤ R < 0.227
RIESGO ALTO	Pendientes: Muy baja (0-5°), Baja (5-20°), Moderada (20-30°); Unidades Geomorfológicas: V-al (Vertiente aluvial), V-cd (Coluvio-deluvial), AA (Áreas agrícolas); Unidades Geológicas: Qh-al (Depósito aluvial), Qh-co (Depósito coluvial), Qh-cd (Depósito coluvio-deluvial), PsT r-mil (Grupo Mito); Peligro Geológico: 0.035 a 0.503; Factores: Condicionantes (0.140216 a 0.227854), Desencadenantes (0.262); Susceptibilidad: 0.176766 a 0.258396; Personas por lote: 3 a 6; Grupo etéreo: 0 a 5 años, >65 años, 6 a 12 años, 61 a 65 años; Discapacidad: No tiene; Conocimiento de desastres: Escaso; Capacitación en riesgos: Cada 3 años; Interés en prevención: Poco; Cercanía a peligro: 50 a 100 m; Material de pared: Adobe y tapia; Material de techo: Calamina o Eternit; Conservación de vivienda: Reparada; Ocupación del jefe del hogar: Agricultor; Ingreso mensual: < sueldo mínimo; Organización comunitaria: Participa en brigadas de emergencia; Botadero de basura: 50 a 100 m; Manejo de residuos: Botadero en quebrada; Conocimiento de reciclaje: No conoce.	0.033 ≤ R < 0.083
RIESGO MEDIO	Pendientes: Muy baja (0-5°) y Baja (5-20°); Geomorfología: AA (Áreas agrícolas), Pl-i (Llanura de inundación), V-cd (Coluvio-deluvial); Geología: Qh-co (Depósito coluvial), Qh-fl (Depósito fluvial), Qh-cd (Depósito coluvio-deluvial), Qh-al (Depósito aluvial); Peligro Geológico: 0.072 a 0.503; Factores: Condicionantes 0.0785 a 0.117614, Desencadenantes 0.262; Susceptibilidad: 0.128261 a 0.193676; Personas por lote: 1 a 6; Grupo etéreo: 13-15 años, 51-60 años; Discapacidad: No tiene; Conocimiento de desastres: Regular; Capacitación en riesgos: Cada 2 años; Interés en prevención: Interés ocasional; Cercanía a peligro: 100-200 m; Material de paredes: Adobe y tapia; Techo: Calamina o Eternit; Estado de vivienda: Regular; Ocupación del jefe del hogar: Agricultor; Ingreso mensual: Menor al sueldo mínimo; Organización comunitaria: Interés en brigadas de emergencia; Ubicación del botadero: 50-100 m; Manejo de residuos: Con recojo; Conocimiento de reciclaje: No conoce.	0.013 ≤ R < 0.033

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
RIESGO BAJO	Pendientes: Muy baja (0-5°) y Baja (5-20°); Unidades Geomorfológicas: AA (Áreas agrícolas), AU (Áreas urbanizadas); Unidades Geológicas: Qh-al (Depósito aluvial); Peligro Geológico: 0.036 a 0.068; Valor de Factores: Condicionantes de 0.036 a 0.072, Desencadenantes de 0.262; Susceptibilidad: 0.083885 a 0.148943; Nivel de precipitación: 40-60% superior a su normal climático; Periodo de retorno: 5 años; Número de personas por lote: 1 a 6; Grupo etáreo: 13-15 años y 51-60 años; Discapacidad: No tiene; Conocimiento de desastres: Regular; Capacitación en gestión de riesgos: Cada 2 años; Interés en prevención de riesgos: Ocasional; Cercanía a peligro: 100-200 m; Material de paredes: Adobe y tapia; Material de techo: Calamina o Eternit; Estado de vivienda: Regular; Ocupación del jefe del hogar: Agricultor; Ingreso mensual: Menor al sueldo mínimo; Organización comunitaria: Interés en brigadas de emergencia; Ubicación del botadero: 50-100 m; Manejo de residuos: Con recojo; Conocimiento de reciclaje: No conoce.	$0.001 \leq R < 0.013$

La estratificación del riesgo revela que las áreas con **Riesgo Muy Alto** ($0.083 \leq R < 0.227$) están caracterizadas por condiciones extremas como alta precipitación y pendientes pronunciadas, lo que requiere medidas de control urgente. Las zonas con **Riesgo Alto** ($0.033 \leq R < 0.083$) presentan condiciones que, aunque significativas, permiten una intervención prioritaria y continua. **Riesgo Medio** ($0.013 \leq R < 0.033$) y **Riesgo Bajo** ($0.001 \leq R < 0.013$) muestran una disminución en el peligro, donde las acciones de mitigación son menos críticas pero aún necesarias.

7.3. Zona de consecuencias y daños

La **Tabla 27** y la Tabla A 129 (ver Anexo A) muestra cómo varían las consecuencias y daños asociados a los flujos de detritos en función de la frecuencia de su ocurrencia en diferentes zonas. La tabla clasifica las consecuencias en cuatro niveles (Muy Alta, Alta, Media, Baja) y muestra cómo estas varían en función de la frecuencia de los eventos, desde baja hasta muy alta. Cada celda en la tabla representa una combinación de nivel de consecuencias y frecuencia de ocurrencia, proporcionando una visión integral del impacto potencial.

Tabla 27

Evaluación, consecuencias y daños por Flujos de Detritos

			Zona de consecuencias y daños			
Consecuencia	Muy alta	4	Alta	Alta	Muy Alta	Muy alta
	Alta	3	Alta	Alta	Alta	Muy alta
	Media	2	Media	Media	Alta	Alta
	Baja	1	Baja	Media	Media	Alta
			1	2	3	4
			Baja	Media	Alta	Muy alta
			Frecuencia			

La tabla indica que en zonas con alta frecuencia de eventos (categorías 3 y 4), las consecuencias tienden a ser "Muy Alta" o "Alta", sugiriendo un impacto severo en la infraestructura y en la seguridad. En zonas con frecuencia media (categoría 2), las consecuencias pueden variar entre "Media" y "Alta", indicando un riesgo significativo pero no tan crítico. En áreas con baja frecuencia (categoría 1), las consecuencias se reducen a "Baja" o "Media", lo que sugiere un impacto menor pero aún relevante dependiendo de la frecuencia de los eventos.

La **Tabla 28** y la Tabla A 130 (ver Anexo A) categoriza el riesgo asociado a flujos de detritos en función de las consecuencias y daños que pueden ocurrir en diferentes niveles de riesgo. La tabla muestra cómo cada nivel de riesgo afecta a la vida, infraestructura y servicios públicos, proporcionando una clara diferenciación entre los impactos severos y menores.

Tabla 28

Descripción de Consecuencias y Daños Asociados.

Valor	Nivel del Riesgo	Descripción
4	Muy alto	Muerte de personas, enorme pérdida de infraestructura de viviendas, local comunal, iglesia, centros educativos, caminos, desagüe, agua potable, electrificación, etc.
3	Alto	Lesiones grandes en las personas, pérdida de capacidad de producción, pérdida de bienes e infraestructura de servicios públicos esenciales.
2	Medio	Requiere tratamiento médico en las personas, pérdida de bienes e infraestructura pública medianamente.
1	Bajo	Tratamiento de primeros auxilios a las personas, pérdida de infraestructura pública ligera.

- El nivel “muy alto” (4) significa daños graves, incluso muertes, y pérdida fuerte de viviendas, colegios y servicios como agua y luz.
- El nivel “alto” (3) causa lesiones, pérdida de bienes y daño importante en la infraestructura pública.
- El nivel “medio” (2) implica personas que pueden necesitar atención médica y pérdida de algunos bienes e infraestructura.
- El nivel “bajo” (1) solo genera heridas leves que se atienden con primeros auxilios y daños menores en infraestructura.

7.4. Nivel de tolerancia

La **Tabla 29** y la Tabla A 131 (ver Anexo A) categoriza el riesgo en función de su aceptabilidad, desde riesgos inaceptables hasta riesgos tolerables.

Tabla 29

Nivel de Tolerancia

Nivel de aceptabilidad y/o tolerancia			
Riesgo inaceptable	Riesgo inaceptable	Riesgo Inadmisible	Riesgo Inadmisible
Riesgo inaceptable	Riesgo inaceptable	Riesgo inaceptable	Riesgo Inadmisible
Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo inaceptable	Riesgo inaceptable
Riesgo Aceptable	Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo inaceptable

En la **Tabla 29** y la Tabla A 131 (ver Anexo A), los riesgos clasificados como "**Riesgo Inaceptable**" o "**Riesgo Inadmisible**" son aquellos que no se consideran aceptables bajo ninguna circunstancia y requieren acciones inmediatas para mitigarlos o evitarlos. Los "**Riesgos Tolerables**" son aquellos que pueden aceptarse, pero que deben ser controlados y gestionados de manera efectiva para prevenir impactos negativos significativos. Y como conclusión determinante vamos a mencionar que, los "**Riesgos Aceptables**" son aquellos que se consideran aceptables en las condiciones actuales y no requieren medidas de mitigación adicionales inmediatas.

La **Tabla 30** y la Tabla A 132 (ver Anexo A) clasifica el nivel de urgencia y se pueden organizar en 4 aspectos principales como son:

- **INADMISIBLE (Valor 4):** Es una situación crítica que demanda intervención urgente.

- **INACEPTABLE (Valor 3):** Se deben llevar a cabo actividades inmediatas y prioritarias para manejar el riesgo. Este nivel sugiere una alta urgencia en la gestión para evitar daños significativos.
- **TOLERABLE (Valor 2):** Es moderado y puede ser controlado con acciones planificadas.
- **ACEPTABLE (Valor 1):** No requiere medidas urgentes y puede ser gestionado con recursos estándar.

Tabla 30

Clasificación de la Urgencia de Acción.

Valor	Nivel del Riesgo	Descripción
4	INADMISIBLE	Se debe aplicar inmediatamente medidas de control físico y de ser posible transferir inmediatamente recursos económicos para reducir riesgos.
3	INACEPTABLE	Se deben desarrollar actividades INMEDIATAS Y PRIORITARIAS para el manejo de riesgos ante deslizamientos.
2	TOLERABLE	Se deben desarrollar actividades para el manejo de riesgos.
1	ACEPTABLE	El riesgo no presenta un peligro significativo

Los resultados de La **Tabla 30** y la Tabla A 132 (ver Anexo A) indican que un riesgo **INADMISIBLE** requiere una intervención inmediata y recursos adicionales para mitigar el peligro, mientras que un riesgo **INACEPTABLE** también requiere acción rápida pero con un enfoque menos crítico. Los niveles **TOLERABLE** y **ACEPTABLE** sugieren que el riesgo es manejable y no representa una amenaza significativa inmediata, permitiendo una gestión más estándar y menos urgente.

Tabla 31

Cantidad Total de Lotes por Nivel de Riesgo

Cantidad Total de Lotes por Nivel de Riesgo	
Numero de Lotes	Nivel del Riesgo
3	Riesgo Muy alto
104	Riesgo Alto
163	Riesgo Medio
10	Riesgo Bajo
Total de Lotes	280

Nota General: Todas las tablas presentadas en el Capítulo IV están basadas en la metodología *CENEPRED* (2014).

7.5. *Análisis estadístico*

Se emplea un conjunto exhaustivo de análisis estadísticos avanzados para profundizar en la comprensión de los factores determinantes de estos fenómenos naturales. El análisis descriptivo juega un papel crucial al sintetizar la distribución temporal y espacial de los flujos de lodos, permitiendo identificar áreas críticas y patrones recurrentes de ocurrencia. Esto no solo revela la intensidad y frecuencia de los eventos, sino que también proporciona una base para la clasificación de áreas con diferentes niveles de riesgo, esencial para la priorización efectiva de medidas de mitigación y preparación.

Siguiendo el procedimiento estandar, se implementa un análisis de correlación detallado para explorar las interrelaciones entre las características geomorfológicas locales, como la pendiente y la geología, y la probabilidad de generación de flujos de detritos. Este enfoque revela conexiones significativas que pueden ser fundamentales para la predicción y prevención de futuros eventos. Complementariamente, se recurre al análisis de regresión para modelar cómo variaciones en estas variables topográficas y geológicas podrían afectar la vulnerabilidad de las poblaciones y las infraestructuras locales frente a estos fenómenos naturales.

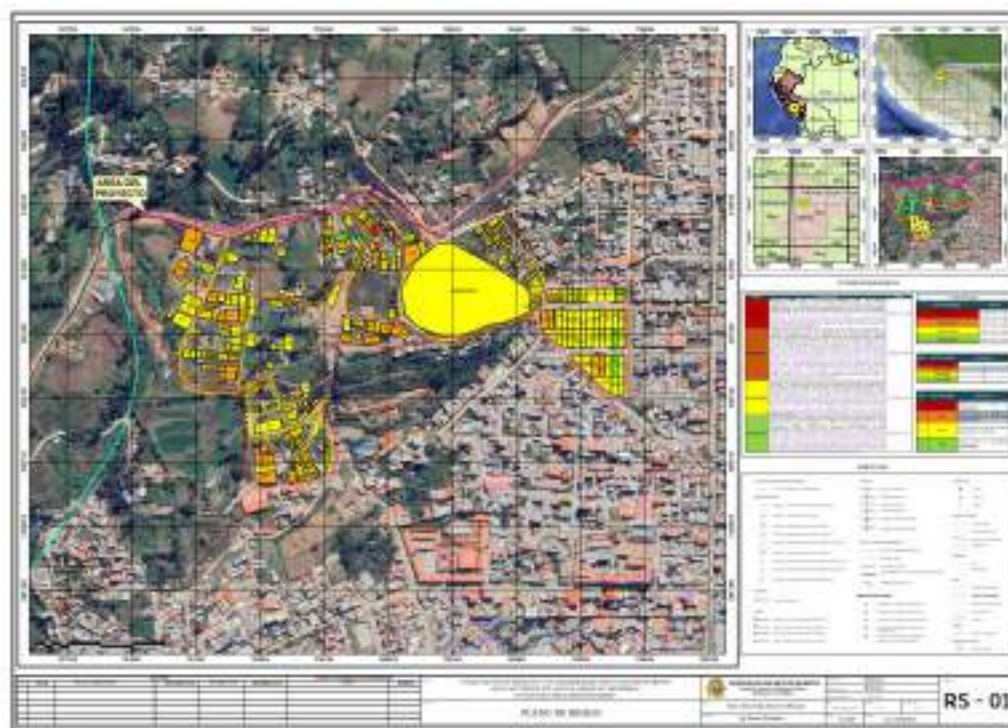
Un aspecto crucial de la metodología es la aplicación de técnicas multivariadas, incluyendo la matriz de Saaty, para ponderar y comparar la importancia relativa de diferentes criterios y factores de riesgo. Esta herramienta permite una evaluación estructurada y sistemática de los riesgos asociados, considerando aspectos cualitativos y cuantitativos de manera integrada.

Estos análisis estadísticos detallados y basados en normativas internacionales para la evaluación de riesgos y vulnerabilidad no solo sustentan una comprensión profunda de los riesgos por flujos de detritos en el sector de Puca Puca, sino que también orientan la formulación de estrategias adaptativas y efectivas de gestión del riesgo. Tal aproximación es sirve para fortalecer la resiliencia comunitaria y reducir de manera significativa el impacto de los desastres naturales en esta región vulnerable de Apurímac.

7.6. Plano de Riesgo

Figura 48

Plano de Riesgo del Sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac



Nota: Elaboración propia. Anexo RS-01 de la tesis.

CAPÍTULO VIII

8. RESULTADOS

8.1. Factores Geológicos

En el capítulo IV de la tesis, mencionados en el contexto de la sección 4.1.4.2 "Geología Local", se llevó a cabo un análisis exhaustivo de los factores geológicos presentes en el sector de Puca Puca. A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

- **Depósito coluvial (Qh-co):** Depósitos recientes de materiales sueltos provenientes de las laderas.
- **Depósito coluvio-deluvial (Qh-cd):** Depósitos recientes en parcelas agrícolas, resultado de procesos coluviales y deluviales.
- **Depósito fluvial (Qh-fl):** Depósitos formados por corrientes temporales de lluvia.
- **Depósito aluvial (Qh-al):** Depósitos antiguos, actualmente en parcelas agrícolas.
- **Grupo Mitu (PsT r-mi):** Formaciones sedimentarias con areniscas y lutitas.

Estos resultados están representados en la **Figura 18** "Plano Geológico Local" y en el Anexo EG - 02 "Plano Geológico Local".

8.2. Factores Geomorfológicos

En el capítulo IV, sección 4.1.5 "Geomorfología", se identificaron los siguientes factores geomorfológicos en el sector de Puca Puca:

- **Piedemonte aluvial (V-al):** Áreas de acumulación de sedimentos fluviales (Capítulo IV, sección 4.1.5).
- **Piedemonte coluvio-deluvial (V-cd):** Acumulación de detritus de procesos coluviales y deluviales (Capítulo IV, sección 4.1.5).
- **Llanura de inundación (Pl-i):** Zonas con acumulación de material en quebradas durante inundaciones (Capítulo IV, sección 4.1.5).
- **Áreas agrícolas (AA):** Zonas modificadas para uso agrícola, afectadas por erosión (Capítulo IV, sección 4.1.5).
- **Áreas urbanizadas (AU):** Zonas urbanas actuales que alteran la geomorfología natural (Capítulo IV, sección 4.1.5).

Estos resultados se ilustran en la **Figura 20** y el Anexo GM - 01 "Plano Geomorfológico".

8.3. Factores Topográficos y Pendientes

En el capítulo IV, sección 4.1.6 "Aspectos Topográficos", se presentaron los siguientes rangos de pendiente en el sector de Puca Puca:

- Muy alta ($>40^\circ$): Pendientes superiores a 40° , con una nomenclatura de 5.00 en ArcGIS.
- Alta ($30-40^\circ$): Pendientes entre 30° y 40° , con una nomenclatura de 4.00 en ArcGIS.
- Moderada ($20-30^\circ$): Pendientes entre 20° y 30° , con una nomenclatura de 3.00 en ArcGIS.
- Baja ($5-20^\circ$): Pendientes entre 5° y 20° , con una nomenclatura de 2.00 en ArcGIS.
- Muy baja ($0-5^\circ$): Pendientes entre 0° y 5° , con una nomenclatura de 1.00 en ArcGIS.

Estos datos se ilustran en la **Figura 21** y en los anexos TO - 01 "Plano Topográfico" y **Figura 22** TO - 02 "Plano de Pendientes".

8.4. Factores Climáticos – Precipitación

En el capítulo IV, sección 4.1.3 "Clima", se identificaron las siguientes categorías de precipitación en el sector de Puca Puca:

- S60 (60–80%): lluvia muy fuerte, bastante más de lo normal.
- S40 (40–60%): lluvia fuerte, más de lo normal.
- S30 (30–40%): lluvia algo alta.
- S25 (25–30%): lluvia un poco más de lo normal.
- S20 (20–25%): leve aumento de lluvia.

Estos datos están detallados en el capítulo IV, sección 4.1.3, y se utilizan para evaluar el impacto de la variabilidad de la precipitación en el análisis de riesgos.

8.5. Vulnerabilidad Social

En el capítulo 6.2 "Análisis de la Dimensión Social" y en el capítulo 6.5 "Niveles de Vulnerabilidad". El análisis se basa en los siguientes componentes:

- Exposición: Grado en que la población está expuesta a riesgos asociados a flujos de detritos.
- Fragilidad: Capacidades y recursos limitados que afectan la capacidad de la población para resistir los impactos.
- Resiliencia: Habilidad de la población para recuperarse y adaptarse a las condiciones adversas.

Cada uno de estos aspectos se pondera con valores y pesos específicos, de acuerdo con la Tabla A 118 (ver Anexo A), la cual muestra el cálculo detallado de vulnerabilidad y los niveles correspondientes para la dimensión social.

8.6. Vulnerabilidad Económica

En el capítulo 6.3 “Análisis de la dimensión económica” y el 6.5 “Niveles de vulnerabilidad” se evalúa la vulnerabilidad económica usando estos componentes:

- **Exposición:** Evaluación del grado en que la economía local está expuesta a los riesgos de flujos de detritos.
- **Fragilidad:** Análisis de la capacidad económica para resistir los impactos.
- **Resiliencia:** Capacidad de recuperación económica frente a los eventos adversos.

La Tabla A 119 (ver Anexo A) muestra el cálculo detallado de la vulnerabilidad económica, incluyendo los valores y pesos asignados a cada parámetro. Estos datos permiten determinar el valor final de la dimensión económica y su impacto en la vulnerabilidad general.

8.7. Vulnerabilidad Ambiental

En el capítulo 6.4 “Análisis de la dimensión ambiental” y el 6.5 “Niveles de vulnerabilidad” se evalúa la vulnerabilidad ambiental con los siguientes aspectos:

- **Exposición:** Impacto de los botaderos de basura.
- **Fragilidad.**
- **Resiliencia:** Capacidad del medio ambiente para recuperarse de los impactos.

La Tabla A 120 (ver Anexo A) presenta el cálculo de los valores para la dimensión ambiental, detallando los parámetros de exposición, fragilidad y resiliencia.

8.8. Cálculo de la Vulnerabilidad y el Nivel de Vulnerabilidad por Vivienda

En el capítulo 6.5.” Niveles de Vulnerabilidad” se presenta La Tabla A 123 (ver Anexo A) muestra el cálculo detallado de la vulnerabilidad para cada vivienda en el centro poblado de Puca Puca. Los datos presentados incluyen:

- **Ubicación de las Viviendas:** Coordenadas Este y Norte.
- **Manzana (MZ-LTE):** Identificación de la manzana correspondiente.
- **Categoría de Vulnerabilidad:** Clasificación de cada vivienda en categorías como Muy Alta, Alta o Media.
- **Nivel de Vulnerabilidad:** Valor numérico asociado a cada vivienda que refleja su grado de vulnerabilidad.

Resumen:

Tabla 32*Cantidad Total de Lotes por Nivel de Vulnerabilidad*

Nivel de Vulnerabilidad	Número de Lotes
Vulnerabilidad Muy Alta	18
Vulnerabilidad Alta	63
Vulnerabilidad Media	140
Vulnerabilidad Baja	59
Total de Lotes	280

8.9. Matriz del Riesgo

La **Tabla 22** y la Tabla A 124 (ver Anexo A) muestran la matriz de riesgo por flujos de detritos en el sector de Puca Puca. Esta matriz clasifica el riesgo según la peligrosidad de los flujos y los niveles de vulnerabilidad.

Tabla 120*M. del Riesgo Asociado a flujos de detritos*

Peligrosidad	Muy alta	0.455	0.040	0.077	0.134	0.227
	Alto	0.283	0.025	0.048	0.083	0.141
	Medio	0.197	0.017	0.033	0.058	0.098
	Bajo	0.149	0.013	0.025	0.044	0.074
		0.089	0.169	0.294	0.499	
		Bajo	Medio	Alto	Muy alta	
		Vulnerabilidad				

Nota. Adaptado de "Capítulo VII, 7.2 Niveles de Riesgo y 7.2.1 Matriz del Riesgo".

8.10. Niveles del Riesgo

La **Tabla 23** y la Tabla A 125 (ver Anexo A) muestran los niveles de riesgo por flujos de detritos en el sector de Puca Puca. Esta tabla define los rangos numéricos según la probabilidad de ocurrencia y la severidad del riesgo.

Tabla 121*Niveles del Riesgo Asociado a Flujos de Detritos en Puca Puca*

Nivel del Riesgo	Rango		
Riesgo Muy alto	0.083	$\leq R <$	0.227
Riesgo Alto	0.033	$\leq R <$	0.083
Riesgo Medio	0.013	$\leq R <$	0.033
Riesgo Bajo	0.001	$\leq R <$	0.013

*Nota. Adaptado de "Capítulo VII, 7.2 Niveles de Riesgo".***Tabla 129***Cantidad Total de Lotes por Nivel de Riesgo*

Cantidad Total de Lotes por Nivel de Riesgo	
Numero de Lotes	Nivel del Riesgo
3	Riesgo Muy alto
104	Riesgo Alto
163	Riesgo Medio
10	Riesgo Bajo
Total de Lotes	280

CAPÍTULO IX

9. DISCUSIÓN

El área de estudio presenta condiciones meteorológicas, geológicas, geomorfológicas, socioeconómicas, ambientales y topográficas que inciden directamente en la frecuencia e intensidad de eventos de flujos de detritos, afectando tanto a las viviendas como a las infraestructuras existentes.

Este capítulo tiene como objetivo discutir los hallazgos del estudio en relación con la vulnerabilidad y el riesgo en la zona del sector Puca Puca. Se abordarán los aspectos históricos, geológicos, y actuales del entorno, la evaluación de la vulnerabilidad y el peligro, y se ofrecerán recomendaciones para la mitigación y gestión de riesgos.

9.1. *Eventos Históricos Relevantes*

1 de abril de 2003: Un deslizamiento de bloques de tierra arcillosa en Limapata Baja impactó una vivienda, dejando a cuatro personas afectadas. Este evento resaltó la vulnerabilidad de las viviendas construidas en áreas propensas a deslizamientos.

26 de febrero de 2013: Un deslizamiento en el sector de Puca Puca bloqueó el acceso al sector, afectando caminos y sectores aledaños. La interrupción del tránsito destacó la importancia de mantener las vías accesibles.

6 de marzo de 2013: Fuertes lluvias causaron un deslizamiento en Bella Vista Alta, afectando vías y a 1,500 personas. La magnitud del evento resaltó la necesidad de estrategias de mitigación más robustas.

El sector de Puca Puca se caracteriza por una geología y topografía complejas, elementos que influyen directamente en la peligrosidad de flujos de detritos. La región presenta una variedad de depósitos geológicos y formas del terreno que afectan la estabilidad y el riesgo en la zona.

9.2. *Nivel de Peligrosidad*

El análisis de los niveles de peligrosidad para flujos de detritos en el sector de Puca Puca ha revelado una variedad de resultados significativos que reflejan las condiciones geomorfológicas, geológicas y climáticas del área.

Los niveles de peligrosidad identificados en el estudio se clasifican en cuatro categorías: muy alto, alto, medio y bajo, en función del rango de peligrosidad calculado.

Peligro Muy Alto: Las áreas clasificadas como de "Peligro muy alto" presentan valores de peligrosidad entre 0.283 y 0.455. Este nivel se asocia con precipitaciones superiores a la media climática, pendientes de 20° a 30° o superiores a 40°, y unidades geomorfológicas como vertientes aluviales y coluvio-deluviales, junto con depósitos

coluviales y aluviales. La alta peligrosidad en estas áreas se debe a la combinación intensa de factores condicionantes como las altas precipitaciones y pendientes pronunciadas, lo que incrementa la probabilidad de que se produzcan flujos de detritos (Capítulo V, Tabla A 44 (ver Anexo A)).

Peligro Alto: Las áreas con "Peligro alto" tienen valores de peligrosidad entre 0.197 y 0.283. Este nivel se caracteriza por pendientes moderadas a bajas y unidades geomorfológicas y geológicas diversas, que incluyen áreas agrícolas y depósitos aluviales y coluviales. Aunque el riesgo es menor en comparación con el nivel muy alto, sigue siendo significativo debido a la combinación de factores condicionantes que, aunque menos extremos, todavía representan un riesgo considerable (Capítulo V, Tabla A 44 (ver Anexo A)). La presencia de áreas agrícolas también indica que las actividades humanas pueden estar influyendo en la estabilidad del terreno, lo cual debe ser considerado en las estrategias de gestión de riesgos.

Peligro Medio: El "Peligro medio" se observa en áreas con valores de peligrosidad entre 0.149 y 0.197. En estas zonas, las pendientes y las unidades geomorfológicas indican un riesgo moderado, con características que incluyen áreas agrícolas y llanuras de inundación. Los factores condicionantes en este nivel son menos severos, lo que refleja un menor riesgo de flujos de detritos en comparación con los niveles altos. Entonces, la susceptibilidad-sensibilidad sigue siendo relevante, y es crucial monitorear estas áreas para detectar cualquier cambio que pueda aumentar el riesgo (Capítulo V, Tabla A 44 (ver Anexo A)).

Peligro Bajo: Las áreas con "Peligro bajo" presentan valores de peligrosidad entre 0.123 y 0.149. Este nivel se asocia con pendientes muy bajas y unidades geomorfológicas urbanizadas o agrícolas. El bajo riesgo en estas zonas se debe a la combinación de pendientes suaves y características geológicas menos propensas a los flujos de detritos. Aunque el riesgo es relativamente bajo, la monitorización continua es importante para asegurar que las condiciones no cambien y que los factores desencadenantes no se incrementen (Capítulo V, Tabla A 44 (ver Anexo A)).

La comparación entre los resultados obtenidos en nuestra investigación y los parámetros del manual de CENEPRED revela una alta congruencia, validando la metodología utilizada y los cálculos realizados. La investigación sugiere que se deben implementar medidas preventivas, como la construcción de defensas y sistemas de alerta temprana, para proteger las zonas vulnerables y reducir el impacto de posibles desastres.

Las áreas con altos y muy altos rangos de peligro requieren medidas de mitigación significativas y continuas, mientras que las áreas con peligro medio y bajo deben ser objeto de monitoreo regular.

9.3. Nivel de Vulnerabilidad

En el análisis para el sector de Puca Puca, se ha clasificado a la población expuesta en diferentes niveles de vulnerabilidad utilizando los rangos y criterios definidos en el capítulo VI de la presente tesis. A continuación, se interpretan los resultados obtenidos y se contrastan con los parámetros establecidos en la Tabla A 117 (ver Anexo A) y la Tabla A 121 (ver Anexo A).

Se identificaron 280 lotes, todos ellos habilitados para su uso. La población total en esta área es de 859 personas, de las cuales 464 son mujeres, representando el 54% del total, y 395 son varones, que constituyen el 46%.

Este análisis muestra que no hay lotes deshabilitados, lo cual podría sugerir la necesidad de la población de habilitar zonas de viviendas, o bien que no han sido identificado lotes inadecuados para la ocupación debido a su vulnerabilidad a los flujos de detritos por parte de la autoridad edil correspondiente. El equilibrio en la distribución de género de la población sugiere que las medidas de gestión de riesgos deben ser aplicadas de manera equitativa para hombres y mujeres.

De acuerdo con la Tabla A 117 (ver Anexo A), la vulnerabilidad muy alta está en el rango de $0.294 \leq v < 0.499$. En este nivel se concentran hogares con muchas personas por vivienda (más de 6), presencia de población vulnerable (niños pequeños y adultos mayores), y viviendas en malas condiciones, con muros de adobe o tapia y techos de calamina o eternit. También influye el bajo conocimiento sobre desastres y la falta de capacitación en GrD.

Las áreas caen dentro de este rango presentan características de alta vulnerabilidad, como la proximidad a zonas de peligro entre 30 y 50 metros, y la falta de conocimiento y capacitación. Estos resultados reflejan una alta congruencia con los parámetros descritos en la Tabla A 121 (ver Anexo A), resaltando la necesidad de intervenciones urgentes y específicas para reducir la vulnerabilidad en estas áreas críticas.

El rango de vulnerabilidad alta es $0.169 \leq v < 0.294$. Se asocia con 3 a 6 personas por lote, presencia de grupos de edad de 6 a 12 años y de 61 a 65 años, y viviendas con

características similares a la categoría anterior, pero con mejor estado de conservación y mayor conocimiento en gestión de riesgos.

En los datos obtenidos, se observa que las viviendas en este rango presentan ciertas mejoras en comparación con el nivel de vulnerabilidad muy alta, como la proximidad <50 y 100> metros, y una disposición de residuos sólidos que, aunque mejor que en el nivel anterior, sigue sin ser óptima. La falta de interés en campañas de prevención y el conocimiento limitado sobre reciclaje reflejan una vulnerabilidad alta, que requiere acciones preventivas y educativas más robustas.

Para el nivel de vulnerabilidad media ($0.089 \leq v < 0.169$), las características incluyen un número moderado de personas por lote (de 1 a 6), y una mejor situación en términos de conocimiento y capacitación en gestión de riesgos. Las viviendas en este rango están ubicadas a una mayor distancia de las zonas de peligro (entre 100 y 200 metros) y presentan un estado de conservación regular.

Los resultados muestran que, sin llegar a una categoría de ambigüedad los datos resaltan estar en una categoría de vulnerabilidad media, la situación de las viviendas. Contrario a lo esperado, el interés ocasional en campañas de prevención y el conocimiento regular sobre desastres sugieren que aún se necesitan mejoras continuas para reducir el riesgo de manera más efectiva.

El rango de vulnerabilidad baja es $0.045 \leq v < 0.089$. Este nivel se caracteriza por condiciones más favorables, como un número alto de personas por lote (más de 6), y viviendas en mejor estado con materiales de construcción más resistentes. No obstante se determina que, las características como la cercanía a la zona y la falta de reciclaje y GrD.

En nuestra evaluación, las áreas clasificadas como vulnerabilidad baja presentan algunas características favorables, pero también tienen ciertos aspectos que podrían mejorarse.

El contraste con los niveles de vulnerabilidad vs. los criterios establecidos en las tablas demuestra una correlación adecuada, validando las clasificaciones realizadas. Las diferencias en los niveles de vulnerabilidad resaltan la necesidad de intervenciones específicas adaptadas a las características particulares de cada área. La interpretación de estos resultados subraya la importancia de una gestión de riesgos integral y adaptada a las condiciones locales para mejorar la resiliencia de la población frente a los flujos de detritos.

9.4. Nivel de Riesgo

Los niveles de riesgo se han categorizado en cuatro categorías principales: Muy alto, Alto, Medio y Bajo, basadas en valores que reflejan tanto la probabilidad de ocurrencia como la severidad del riesgo.

La clasificación del riesgo en el sector de estudio se define en función de rangos específicos de valores numéricos que se presentan en la Tabla A 124 (ver Anexo A). Estos rangos permiten una evaluación precisa del riesgo en diferentes zonas del área de estudio:

- Riesgo Muy Alto ($0.083 \leq R < 0.227$): Los valores en esta categoría reflejan una alta probabilidad de ocurrencia y severidad. Las zonas clasificadas en este nivel presentan consecuencias potencialmente catastróficas, que pueden afectarlos gravemente Tabla A 126 (ver Anexo A). Un caso típico sería un valor de riesgo de 0.455 en zonas con alta peligrosidad y vulnerabilidad sugiere la necesidad de intervención inmediata para reducir el riesgo. (Valor 4: INADMISIBLE).
- Riesgo Alto ($0.033 \leq R < 0.083$): Este nivel indica riesgos significativos que necesitan apoyo externo para una gestión efectiva. Las consecuencias de los deslizamientos en estas áreas pueden ser manejadas con la intervención de las autoridades provinciales o regionales y el apoyo de la comunidad local. (Valor 3: INACEPTABLE).
- Riesgo Medio ($0.013 \leq R < 0.033$): Aunque el impacto potencial es notable, las medidas locales son adecuadas para manejar el riesgo. La Tabla A 132 (ver Anexo A) clasifica este nivel como tolerable, recomendando desarrollar actividades para el manejo del riesgo (Valor 2: TOLERABLE).
- Riesgo Bajo ($0.001 \leq R < 0.013$): Los valores en esta categoría reflejan riesgos menores que pueden ser gestionados sin dificultad significativa. En estas zonas, los impactos esperados son mínimos, y el riesgo se considera aceptable con las medidas de prevención y gestión básicas en su lugar (Tabla A 126 (ver Anexo A) y Tabla A 132 (ver Anexo A); Valor 1: ACEPTABLE).

La Tabla A 124 (ver Anexo A) presenta una matriz del riesgo asociada a los flujos de detritos, donde se correlacionan los nivel vs. vulnerabilidad para cada categoría. Esta matriz ilustra cómo la peligrosidad se traduce en diferentes niveles de riesgo según la vulnerabilidad de la zona. Mencionamos en la presente tesis que en áreas con peligrosidad "Muy Alta" y alta vulnerabilidad, los valores de riesgo pueden alcanzar hasta 0.455, mientras que en áreas de baja peligrosidad y vulnerabilidad, los valores son considerablemente menores.

La estratificación del riesgo, según la Tabla A 128 (ver Anexo A), considera múltiples factores como precipitación, pendientes, unidades geomorfológicas y características poblacionales. Este análisis permite una compara el valor numero detallado de cómo cada factor contribuye a la evaluación del riesgo total, proporcionando una base sólida para la planificación de medidas de mitigación y la asignación de recursos.

Tabla 129

Cantidad Total de Lotes por Nivel de Riesgo

Cantidad Total de Lotes por Nivel de Riesgo	
Numero de Lotes	Nivel del Riesgo
3	Riesgo Muy alto
104	Riesgo Alto
163	Riesgo Medio
10	Riesgo Bajo
Total de Lotes	280

El análisis de la cantidad de lotes en cada nivel de riesgo, presentado en la Tabla A 125 (ver Anexo A), revela que la mayoría de los lotes se encuentran en el nivel de riesgo Medio, seguido por el Alto y el Bajo. En la zona de influencia se identificaron 280 lotes distribuidos entre los diferentes niveles de riesgo, lo que permite priorizar las acciones según la gravedad del riesgo en cada zona.

La categorización en niveles de riesgo y la estratificación basada en factores diversos permiten una planificación más precisa y eficaz para la mitigación de riesgos en el área de estudio.

En la Tabla A 123 (**ver anexo A**) se presentan los cálculos realizados para determinar la vulnerabilidad de cada una de las viviendas evaluadas. Este análisis identifico áreas donde las cuáles las viviendas con mayor nivel de riesgo y cuáles se encuentran en condiciones más favorables. La información obtenida es determinante para tomar decisiones que prioricen intervenciones preventivas, correctivas y orientar mejor los esfuerzos de gestión del riesgo en la zona de estudio de la presente tesis acompañado de la información planimétrica y de cálculo detallado adjunta.

9.5. Medidas de Prevención

A continuación, se detallan las medidas de prevención y mitigación recomendadas para cada nivel de riesgo, asegurando la participación activa de la comunidad y el respaldo de las autoridades locales para una gestión efectiva de los riesgos.

Para el riesgo muy alto, que afecta a 3 viviendas, la tolerancia es *inadmisible*. Este nivel de riesgo implica que la ocurrencia de eventos peligrosos puede darse en la mayoría de las circunstancias, con consecuencias devastadoras como la muerte de personas y la pérdida significativa de infraestructuras, incluyendo viviendas. Para mitigar este riesgo, es crucial implementar medidas de control físico de manera inmediata. Entre las acciones prioritarias se incluyen el establecimiento de estaciones de monitoreo continuo, la implementación de sistemas de alerta temprana utilizando medios de comunicación y sirenas para notificar a la población y coordinar evacuaciones, y la instalación de albergues para una respuesta rápida.

El riesgo alto, que afecta a 104 viviendas, tiene una tolerancia inaceptable. Aunque la ocurrencia de eventos peligrosos es menos frecuente que en el riesgo muy alto, sigue siendo significativa, con consecuencias graves como lesiones y pérdidas de infraestructura y bienes. Para estas áreas, las medidas de mitigación deben incluir la comunicación constante de riesgos a través de sistemas de alerta temprana, el mejoramiento de viviendas con la capacitación y apoyo a las familias para reconstruir de manera segura, y la reforestación para prevenir inundaciones. También es esencial desarrollar planes de evacuación y realizar simulacros regulares para asegurar que la comunidad esté preparada para responder eficazmente.

En el caso del riesgo medio, que afecta a 163 viviendas, la tolerancia es tolerable, con eventos peligrosos que pueden ocurrir en periodos largos y causar daños moderados. Para estas áreas, se recomienda continuar y mejorar los sistemas de monitoreo y alerta, reforzar la infraestructura existente y evaluar la posible reubicación de algunas actividades productivas fuera de las zonas de riesgo. La capacitación comunitaria es igualmente determinista para asegurar que la población esté bien informada y preparada.

Por último, el riesgo bajo, que afecta a 10 viviendas, es aceptable, con la ocurrencia de eventos peligrosos en circunstancias excepcionales y consecuencias ligeras. Las medidas de mitigación para estas áreas deben centrarse en el mantenimiento regular de infraestructuras y servicios públicos, así como en mantener a la comunidad informada y preparada para responder a eventos excepcionales, aunque no sean de alta probabilidad.

10. CONCLUSIONES

La evaluación en la presente tesis de los riesgos y la vulnerabilidad en el sector de Puca Puca ha permitido una comprensión detallada de cómo las variables geológicas, geomorfológicas, meteorológicas y topográficas interactúan. Se ha identificado que las áreas con mayor riesgo se concentran en zonas con pendientes pronunciadas, alta precipitación y depósitos geológicos inestables. La vulnerabilidad de las viviendas y la población se ve incrementada en áreas con materiales de construcción deficientes y falta de infraestructura adecuada.

- Se identificó y analizó los factores meteorológicos, geológicos, geomorfológicos y topográficos. Estos factores se clasificaron en diferentes niveles de peligro, proporcionando una comprensión integral de los riesgos presentes en el área.

Peligro Muy Alto: Las áreas en esta categoría presentan pendientes superiores a 40°. Los depósitos geológicos predominantes son coluviales (Qh-co) y aluviales (Qh-al), mientras que las unidades geomorfológicas incluyen vertientes aluviales (V-al) y coluvio-deluviales (V-cd). La alta saturación del suelo provocada por precipitaciones que superan en un 60-80% la media climática normal intensifica el riesgo de deslizamientos. Este factor de precipitación extrema es un desencadenante crucial que aumenta la susceptibilidad-sensibilidad a eventos de lodo y detritos.

Peligro Alto: En esta categoría, el riesgo es significativo en áreas con pendientes que oscilan entre muy bajas (0-5°) y moderadas (20-30°). Las unidades geomorfológicas predominantes son áreas agrícolas (AA) y depósitos coluviales y aluviales. Los depósitos geológicos incluyen coluviales (Qh-co) y aluviales (Qh-al). Aunque las precipitaciones no alcanzan los niveles extremos observados en el peligro muy alto, las condiciones topográficas y geológicas, combinadas con precipitaciones moderadas, continúan presentando un riesgo considerable de movilización de material.

Peligro Medio: Las áreas con pendientes bajas (0-20°) y unidades geomorfológicas como llanuras de inundación (Pl-i) y áreas agrícolas (AA) se encuentran en esta categoría. Los depósitos geológicos predominantes son coluviales (Qh-co), fluviales (Qh-fl), coluvio-deluviales (Qh-cd) y aluviales (Qh-al). La susceptibilidad-sensibilidad a deslizamientos es menor en comparación con los niveles más altos de peligro, aunque las precipitaciones moderadas pueden incrementar el riesgo de eventos de lodo y detritos.

Peligro Bajo: Este nivel se observa en áreas con pendientes muy bajas (0-20°) y unidades geomorfológicas urbanizadas (AU) y agrícolas (AA). Los depósitos predominantes son aluviales (Qh-al). En estas zonas, el riesgo es el menor debido a las pendientes suaves y la estabilidad de los depósitos aluviales. Resaltando que, eventos de precipitación anómala podrían temporalmente elevar el riesgo, aunque en general se mantiene bajo.

La combinación de precipitaciones que representan un incremento del 40% al 60% sobre el promedio anual normal para el período en cuestión varía aproximadamente entre 835.24 mm y 954.56 mm. Junto con las características geológicas y geomorfológicas específicas, así como la topografía del terreno, estos datos definen la peligrosidad en el sector de Puca Puca.

- Se evaluó la vulnerabilidad ambiental, social y económica de la población del sector de Puca Puca frente a los flujos de lodos y detritos, y los hallazgos se muestran a continuación:

Vulnerabilidad Muy Alta: Los 18 lotes en esta categoría enfrentan un riesgo crítico debido a una alta densidad poblacional, presencia de grupos vulnerables como niños y ancianos, y problemas significativos en infraestructura. Las viviendas, ubicadas a 30-50 metros de zonas de peligro, están construidas con materiales inadecuados y carecen de capacitación y recursos para la gestión de riesgos. El manejo de residuos es deficiente, lo que añade otro nivel de riesgo.

Vulnerabilidad Alta: En los 63 lotes clasificados como de alta vulnerabilidad, la densidad de personas es menor y hay una presencia reducida de grupos vulnerables. Aunque la situación mejora ligeramente en comparación con la categoría anterior, la infraestructura sigue siendo inadecuada y el conocimiento sobre desastres y capacitación en gestión de riesgos son limitados. La distancia a las zonas de peligro es un poco mayor, pero el manejo de residuos aún necesita mejoras.

Vulnerabilidad Media: Con 140 lotes, esta categoría muestra una situación intermedia. La población tiene un mayor conocimiento sobre desastres y recibe capacitación más regular, pero la infraestructura sigue siendo deficiente y el manejo de residuos muestra algunas mejoras. Las viviendas están a una distancia segura de las zonas de peligro, aunque la falta de reciclaje sigue siendo un problema.

Vulnerabilidad Baja: Los 59 lotes en esta categoría tienen una situación relativamente mejor. Aunque enfrentan algunos problemas similares en infraestructura y manejo de residuos, la proximidad a zonas de peligro y las condiciones generales de las viviendas

son menos críticas. La población muestra un mayor interés en la participación comunitaria, aunque aún existen desafíos en el manejo de residuos.

La vulnerabilidad de la población está estrechamente vinculada a la calidad de la infraestructura, el conocimiento y la capacitación y GrD, así como la proximidad a la zona del fenómeno.

- La evaluación de riesgos en el sector de Puca Puca se ha realizado mediante el desarrollo de una matriz de riesgos que integra de manera integral las variables geológicas, geomorfológicas, hidrológicas y sociales. Esta matriz ha permitido una visualización clara de las áreas de mayor riesgo y ha facilitado una comprensión profunda de cómo interactúan estos factores en la peligrosidad y vulnerabilidad del área.

La matriz del riesgo representada en la Tabla A 124 (ver Anexo A) proporciona una clasificación detallada basada en la combinación de factores meteorológicos, geológicos y geomorfológicos. Cada nivel de peligrosidad se desglosa como sigue:

Tabla 120

Matriz del Riesgo Asociado a Flujos de Detritos en Puca Puca

Peligrosidad	Mayor alto	0.455	0.040	0.077	0.134	0.227
	Alto	0.283	0.025	0.048	0.083	0.141
	Medio	0.197	0.017	0.033	0.058	0.098
	Bajo	0.149	0.013	0.025	0.044	0.074
			0.089	0.169	0.294	0.499
			Bajo	Medio	Alto	Mayor alto
			Vulnerabilidad			

Nota: Matriz de riesgo basada en factores meteorológicos, geológicos y geomorfológicos. Esta tabla fue elaborada por el autor en base a los datos recopilados durante el estudio.

La evaluación de riesgos muestra que 3 viviendas enfrentan un riesgo inadmisible, 104 un riesgo inaceptable, 163 un riesgo tolerable y 10 un riesgo aceptable. Estas clasificaciones requieren intervenciones urgentes, inmediatas y moderadas según el nivel de riesgo para proteger la infraestructura y la vida en el sector de Puca Puca.

- Basado en los resultados obtenidos, se han propuesto varias medidas de mitigación para reducir los riesgos asociados a los flujos de lodos y detritos. Entre las medidas sugeridas se incluyen la mejora de la infraestructura de viviendas con materiales más resistentes, la implementación de sistemas de drenaje para reducir la acumulación de agua en zonas críticas, y la capacitación GrD.

11. RECOMENDACIONES

Es esencial implementar medidas de control físico de manera urgente en las áreas con riesgo muy alto para prevenir la pérdida de vidas y daños significativos a la infraestructura. Se debe considerar la transferencia inmediata de recursos económicos para apoyar las acciones de mitigación y mejorar la infraestructura crítica como viviendas, locales comunales, centros educativos, y servicios básicos.

- Se recomienda desarrollar e implementar estrategias de manejo de riesgos a corto plazo para las áreas con riesgo alto. Esto incluye la mejora de sistemas de drenaje, estabilización de taludes y construcción de barreras contra deslizamientos para reducir el impacto potencial de eventos de lodo y detritos en las viviendas y servicios públicos.
- Es necesario implementar programas GrD de capacitación y sensibilización de la comunidad para preparar a los residentes frente a posibles eventos de deslizamientos. Las actividades deben enfocarse en reducir la vulnerabilidad mediante la mejora de la infraestructura y la preparación para emergencias.
- En zonas donde el riesgo bajo, se recomienda mantener un monitoreo continuo para detectar cualquier cambio en las condiciones que pueda aumentar el riesgo. Es imprescindible y valioso contar con planes de respuesta para circunstancias excepcionales y asegurar la capacidad de proporcionar primeros auxilios en caso de eventos menores.
- Se recomienda implementar de inmediato estructuras provisionales como andenes y muros de contención, así también es recomendable iniciar la reforestación con especies vegetales que estabilicen el suelo, como **Ficus**, **Alnus** y **Ciprés**. Es crucial llevar a cabo un estudio hidrológico detallado que evalúe los máximos caudales y el transporte de sedimentos para un periodo de retorno determinado según el tipo de estructura adecuada según especialización. Este análisis permitirá diseñar y justificar las obras de contención y encauzamiento necesarias, incluyendo el modelado hidráulico para gestionar de manera efectiva los flujos de agua y sedimentos. La combinación de medidas rápidas y un estudio técnico exhaustivo garantizará una planificación adecuada y una respuesta efectiva para reducir los riesgos y proteger la infraestructura y las comunidades locales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias Gonzáles, J. L., & Covinos Gallardo, M. (2021). *Diseño y metodología de la investigación*. Enfoques Consulting EIRL, 1(1), 66-78.
<https://www.researchgate.net/publication/352157132>
- Arias Gonzales, J. L. (2020). *Guía para la elaboración de la operacionalización de variables* (1ª ed., p. 35). Espacio I+ D, Innovación más desarrollo.
<https://doi.org/10.31644/IMASD.28.2021.a02>
- Arche, A. (Ed.). (2010). *Sedimentología: Del proceso físico a la cuenca sedimentaria*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Blair, T. C., & Bilodeau, W. L. (1988). Development of tectonic cyclothems in rift, pull-apart, and foreland basins: Sedimentary response to episodic tectonism. *Geology*, 16(6), 517–520. [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(1988\)016<0517:DOTCIR>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1988)016<0517:DOTCIR>2.3.CO;2)
- Brady, N. C., & Weil, R. R. (2008). *The nature and properties of soils* (14ª ed.). Pearson Prentice Hall.
- Bull, W. B. (1977). The alluvial fan environment. *Progress in Physical Geography*, 1(2), 222–270. <https://doi.org/10.1177/030913337700100202>
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED). (2014). *Manual de Evaluación de Riesgos: EVAR (versión 2)*. <https://www.cenepred.gob.pe>
- Chiroque, H. C., Arone, P. R. J., & Gómez, Á. J. C. (2015). *Unidad de geodinámica: Evaluación geológica y geodinámica del centro poblado Pijobamba*. [PDF]. CENEPRED.
http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/IGP/Evaluacion_geologica_y_geodinamica_del_centro_poblado_Pijobamba_provincia_de_Santiago_de_Chuco_departamento_de_la_Libertad_2015.pdf
- Cotton, C. A. (1952). *Geomorphology* (6ª ed.). Whitcombe and Tombs.
- Cruden, D. M., & Varnes, D. J. (1996). Landslide types and processes. In A. K. Turner & R. L. Schuster (Eds.), *Landslides: Investigation and Mitigation* (pp. 36-75). Transportation Research Board Special Report 247.

- Defensa Civil.** (2018). *Manual de Gestión de Riesgos en Comunidades Locales*. Defensa Civil del Perú.
- Elmqvist, T., Setälä, H., Handel, S., Frank, K., & Niemelä, J.** (2013). *Urbanization, biodiversity and ecosystem services: Challenges and opportunities*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-7088-1>
- FAO.** (2011). *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture: Managing Systems at Risk*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Fairbridge, R. W.** (1968). Piedmont landforms. In *Geomorphology*. Encyclopedia of Earth Science. Springer.
- Gerrard, J.** (1981). *Soils and Landforms: An Integration of Geomorphology and Pedology*. George Allen & Unwin.
- Google.** (2024). Google Rutas. <https://www.google.com/maps>
- Groffman, P. M., Baron, J. S., Blett, T., Gold, A. J., Goodman, I., Gunderson, L. H., ... & Wiens, J.** (2006). *Ecological thresholds: the key to successful environmental management or an important concept with no practical application?*. *Ecosystems*, 9, 1-13.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P.** (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). McGraw Hill.
- Huggett, R. J.** (2007). *Fundamentals of Geomorphology* (2ª ed.). Routledge.
- Hutter, K., Svendsen, B., & Rickenmann, D.** (1996). *Debris flow modeling: A review*. *Continuum Mechanics and Thermodynamics*, 8(1), 1-35. [https://www.dora.lib4ri.ch/wsl/islandora/object/wsl:6851/datastream/PDF/Hutter-1996-Debris_flow_modeling-\(published_version\).pdf](https://www.dora.lib4ri.ch/wsl/islandora/object/wsl:6851/datastream/PDF/Hutter-1996-Debris_flow_modeling-(published_version).pdf)
- INEI.** (2020). *Informe Nacional de Gestión de Riesgos*. Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- Lara Calderón, J. C.** (2023). *Estudio de peligros geológicos en la microcuenca Huaycán, Cieneguilla-Lima* (Tesis de ingeniería geológica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos). Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Leeder, M.** (1999). *Sedimentology and Sedimentary Basins: From Turbulence to Tectonics*. Blackwell Science.
- Ministerio del Ambiente.** (2021). *Ley N° 29664: Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD)*. <https://leyes.congreso.gob.pe/Documentos/Leyes/29664.pdf>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.** (2021). *Guía Técnica de Evaluación de Riesgos*. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú.
- Muñoz Muñoz, A. A.** (2018). *Metodología para evaluar la amenaza de flujos de detritos utilizando un análisis jerárquico de procesos y el software RAMMS, con aplicación en la*

- cuenca del estero San Alfonso, Región Metropolitana [Memoria de título, Universidad de Chile]. Repositorio Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/152982>
- Moreno, R.** (2014). *Viscoplastic behavior of debris flows*. *Geotechnical Engineering*, 7(2), 2-5.
- Nanson, G. C., & Croke, J. C.** (1992). A genetic classification of floodplains. *Geomorphology*, 4(6), 459-486. [https://doi.org/10.1016/0169-555X\(92\)90039-Q](https://doi.org/10.1016/0169-555X(92)90039-Q)
- Paz Tenorio, J. A., González Herrera, R., Gómez Ramírez, M., & Velasco Herrera, J. A.** (2024). *Metodología para elaborar mapas de susceptibilidad a procesos de remoción en masa, análisis del caso ladera sur de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas*. *Revista Internacional de Geografía*, 18(1), 1-25. <https://doi.org/10.14350/rig.52822>
- Pretty, J.** (2008). *Agricultural Sustainability: Concepts, Principles and Evidence*. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1491), 447-465. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2163>
- Proyecto Multinacional Andino.** (2007). *Movimiento en masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas*. Editorial Publicación Geológica Multinacional. <http://repositorio.segemar.gov.ar/308849217/2792>
- Saaty, R. W.** (1987). The analytic hierarchy process: What it is and how it is used. *Mathematical Modelling*, 9(3-5), 161-176. [https://doi.org/10.1016/0270-0255\(87\)90473-8](https://doi.org/10.1016/0270-0255(87)90473-8)
- Saaty, T. L.** (1980). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. McGraw-Hill.
- Saaty, T. L.** (1982). *The Analytic Hierarchy Process: A New Approach to Deal with Fuzziness in Architecture*. *Architectural Science Review*, 25(3), 64-69. <https://doi.org/10.1080/00038628.1982.9696499>
- Saaty, T. L.** (2002). *Decision Making with the Analytic Hierarchy Process*. *Scientia Iranica*, 9(3), 215-229. <https://sid.ir/paper/289435/en>
- Saaty, T. L.** (1995). *Transport planning with multiple criteria: The analytic hierarchy process applications and progress review*. *Journal of Advanced Transportation*, 29(1), 81-98. <https://doi.org/10.1002/atr.5670290109>
- Sepúlveda Valenzuela, S. A.** (1998). *Metodología para evaluar el peligro de flujos de detritos en ambientes montañosos: Aplicación en la Quebrada Lo Cañas, Región Metropolitana*. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Geología, Universidad de Chile. <https://doi.org/10.14350/rig.52822>
- Schumm, S. A.** (1977). *The Fluvial System*. Wiley-Interscience.
- Universidad Nacional Agraria La Molina.** (2020). *Manual de Evaluación de Peligro de Desastres Naturales*. Universidad Nacional Agraria La Molina.

- Vaidya, O. S., & Kumar, S. (2006). *Analytic hierarchy process: An overview of applications*. European Journal of Operational Research, 169(1), 1–29.
<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2004.04.028>
- Vega Ayala, M. V. (2023). *Movimientos en masa y su grado de susceptibilidad en la zona turística Millpu del distrito de Huancaraylla en Ayacucho* (Tesis de ingeniería geológica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos). Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Vélez, P. (2006). *Clasificación de terrenos en zonas sísmicas*. Editorial Técnica.
- Wegman, L. (1994). *Landform Evolution and Erosion Control*. Academic Press.

ANEXOS

Anexo 1 Tablas Complementarias

Tabla A 1

Clases de movimientos en masa

Tipo	Subtipo
Flujo	Movimiento fluido debido a flujo o licuación (arena, limo, detritos, roca fracturada), Avalancha de rocas, Avalancha de detritos, Movimiento de turba, Movimiento de tierra, Movimiento de lodo, Crecida de detritos, Movimiento de detritos
Reptación	Desplazamiento lento de suelos, Solifluxión, Gelifluxión (en permafrost), Deformaciones gravitacionales profundas
Caidas	Caída de roca (detrito o suelo), Volcamiento, Volcamiento de roca (bloque), Volcamiento flexural de roca o del macizo rocoso
Deslizamiento	Desplazamiento de roca o suelo de tipo traslacional, Desplazamiento en cuña, Desplazamiento rotacional
Propagación lateral	Propagación lateral de tipo lento, Propagación lateral por licuación (rápida)

Nota: Tipos de Movimientos en Masa descritos para la identificación de tipo de flujo en la presente investigación (Proyecto Multinacional Andino, 2007).

Tabla A 2

Operacionalización de variables.

VARIABLES			
VARIABLES DEPENDIENTES:	DIMENSIÓN	INDICADOR	INSTRUMENTO
- Estimación de los Niveles de Peligrosidad -Estimación de los Niveles de Vulnerabilidad	Estimación de los Niveles de Peligrosidad	Cálculos y mapas temáticos generados (peligro, vulnerabilidad, riesgos, entre otros)	- Desarrollo de modelos de riesgo y vulnerabilidad - Validación de resultados
VARIABLES INDEPENDIENTES:	DIMENSIÓN	INDICADOR	INSTRUMENTO
geología, geomorfología y topografía	Dimensión física o natural	Imágenes ráster utilizadas (12m) - Zonas de Riesgos (Km ² o ha) - Umbral de pp, %Pendiente - Unidad geomorfológica - Unidad geológica	- Recopilación y procesamiento de datos - Herramientas y técnicas utilizadas - Procedimiento para Elaborar un Análisis de Riesgo (AdR) - Desarrollo de Matriz de Saaty y Mapa de Peligro
Indicadores de Fragilidad y Resiliencia Social - Indicadores de Fragilidad y Resiliencia Económica	Dimensión social y económica	Grupo Etario - Número de personas en vivienda - Distancia de afectación - Estado de conservación y número de pisos de vivienda - Antigüedad de edificio, material predominante en paredes y pisos - Tenencia de vivienda - Nivel educativo - Ingreso familiar promedio mensual - Servicios básicos - Actividad laboral.	- Desarrollo de Matriz de Saaty y Mapa de Vulnerabilidad - Determinación del Nivel de Riesgo - Determinación de la Vulnerabilidad - Cálculo del Riesgo
Características del entorno físico" geología, geomorfología, hidrología, topografía, climatología	Dimensión física o natural	Imágenes ráster utilizadas (12 celcize) - Zonas de Riesgos (Km ² o ha) - Umbral de pp, %Pendiente - Unidad geomorfológica - Unidad geológica - Precipitación (mm)	- Desarrollo de modelos de riesgo y vulnerabilidad - Desarrollo de Matriz de Saaty y Mapa de Peligro - Tipos de Escenarios de Riesgo - Validación de resultados
Factores de riesgo identificados Factores Desencadenantes - Indicadores de Fragilidad	Riesgo y vulnerabilidad	Propuesta de medidas de mitigación	Recomendaciones para futuras investigaciones y acciones prácticas

Tabla A 3

Clasificación del Fracturamiento de Areniscas Intercaladas con Lutitas del Grupo Mitu

Clasificación del Fracturamiento de Areniscas Intercaladas con Lutitas del Grupo Mitu

Intensidad de Fracturamiento	Separación	Descripción	Clasificación
F5	<0.05 m	Fragmentado	La roca se muestra astillosa, se separa en lascas con facilidad

Nota: Elaboración propia basada en ISRM (1981).

Tabla A 4

Clasificación de la Meteorización de Areniscas Intercaladas con Lutitas del Grupo Mitu

Grado de Meteorización	Descripción	Clasificación
A4	Altamente meteorizado	Más del 50% del material rocoso descompuesto, roca fresca presente como testigo
A5	Completamente meteorizado	Todo el material rocoso descompuesto, estructura original del macizo aun parcialmente intacta

Nota: Elaboración propia basada en ISRM (1981).

Tabla A 5

Clasificación del Fracturamiento de Andesitas Intercaladas con Lutitas del Grupo Mitu

Clasificación del Fracturamiento de Andesitas Intercaladas con Lutitas del Grupo Mitu

Intensidad de Fracturación	Separación	Descripción	Clasificación
F5	<0.05 m	Fragmentada	La roca es astillosa y se descompone en lascas con facilidad

Nota: Elaboración propia basada en ISRM (1981).

Tabla A 6

Descripción de las Características del Depósito Aluvial en el Sector de Puca Puca

Granulometría	Porcentaje (%)	Redondez	Forma	Plasticidad
Bloques	5	Subredondeados a Redondeados	-	-
Cantos	15	Subredondeados a Redondeados	-	-
Gravas	35	Redondeadas	-	-
Arenas	25	-	-	-
Limos	10	-	-	-
Capa Cernentada	1	-	-	-
Suelo Orgánico	0.3 - 0.5 m	-	-	-

Nota: Elaboración propia basada en el levantamiento de datos durante el trabajo de campo en el sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac.

Tabla A 7

Descripción de las Características del Depósito Fluvial

Granulometría	Porcentaje (%)	Redondez	Forma	Plasticidad
Bloques	1	Subredondeados Redondeados	a Esférico	-
Cantos	6	Subredondeados Redondeados	a Esférico	-
Gravas	20	Subredondeados Redondeados	a Esférico	-
Gránulos	30	Redondeados	Esférico	-
Arenas	25	-	-	-
Limos	10	-	-	Baja plasticidad
Arcillas	8	-	-	Moderada plasticidad
Material Orgánico	-	-	-	-

Nota: Elaboración propia basada en el levantamiento de datos durante el trabajo de campo en el sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac.

Tabla A 8

Descripción de las Características del Depósito Coluvial en el Sector de Puca Puca

Granulometría	Porcentaje (%)	Redondez	Forma	Plasticidad
Bolos	4	Subangulosos	Esférico	-
Cantos	12	Subangulosos	Esférico	-
Gravas	28	Subangulosos	Esférico	-
Gránulos	22	Redondeados	Esférico	-
Arenas	14	-	-	-
Limos	16	-	-	Medianamente plásticos
Arcillas	8	-	-	Alta plasticidad

Nota: Elaboración propia basada en el levantamiento de datos durante el trabajo de campo en el sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac.

Tabla A 9

Descripción de las Características del Depósito Coluvio-Deluval en el Sector de Puca Puca

Granulometría	Porcentaje (%)	Redondez	Forma	Plasticidad
Bolos	4	Subangulosos Redondeados	a Esférico	-
Cantos	7	Subangulosos Redondeados	a Esférico	-
Gravas	14	Subangulosos Redondeados	a Esférico	-
Gránulos	23	Redondeados	Esférico	-
Limos	30	-	-	Medianamente plásticos
Arcillas	10	-	-	Alta plasticidad

Nota: Elaboración propia basada en el levantamiento de datos durante el trabajo de campo en el sector de Puca Puca, Abancay, Apurímac.

Tabla A 10

Escala de Importancia de Saaty

Valor	Descripción
1	Importancia igual
3	Importancia moderada de un elemento sobre otro
5	Importancia significativa de un elemento sobre otro
7	Importancia muy significativa de un elemento sobre otro
9	Importancia extrema de un elemento sobre otro
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre las opciones anteriores

Nota: Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. McGraw-Hill.

Tabla A 11

Períodos de Retorno para Evaluación de Riesgos

Parámetro: Tiempo de retorno		
Tiempo de retorno	Tiempo de retorno	
	5 años	5 años
	10 años	10 años
	25 años	25 años
	50 años	50 años
	100 años	100 años

Nota: Elaboración propia basada en *Manual de Evaluación de Riesgo del Cenepred* (2014).

Tabla A 12

Comparación del Par: Tiempo de Retorno

Tiempo de retorno		5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
EVALUACION	5 años	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
	10 años	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
	25 años	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
	50 años	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
	100 años	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

Tabla A 13

Normalización: Tiempo de Retorno

Tiempo de retorno	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	Vector priorización	%
5 años	0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	0.503	50.28
10 años	0.19	0.21	0.31	0.31	0.28	0.260	26.02
25 años	0.11	0.07	0.10	0.18	0.20	0.134	13.44
50 años	0.08	0.04	0.03	0.06	0.12	0.068	6.78
100 años	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	0.035	3.48
						1.00	100.00

Tabla A 14

Matriz: Relación para la Consistencia

Tiempo de retorno	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	Vector suma ponderada	λ_{max}
5 años	0.50	0.78	0.67	0.47	0.31	2.74	5.46
10 años	0.17	0.26	0.40	0.34	0.24	1.41	5.43
25 años	0.10	0.09	0.13	0.20	0.17	0.70	5.20
50 años	0.07	0.05	0.04	0.07	0.10	0.34	5.03
100 años	0.06	0.04	0.03	0.02	0.03	0.18	5.09
						Suma	26.21
						Promedio	5.24

Tabla A 15

Matriz: Relación para la Consistencia - Tiempo de Retorno

INDICE DE CONSISTENCIA (IC)		IC = 0.24													
		4.00													
		IC = 0.061													
INDICE ALEATORIO															
n		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA		0.525	0.482	1.115	1.232	1.341	1.404	1.432	1.464	1.513	1.535	1.555	1.57	1.583	1.595
RELACION DE CONSISTENCIA															
		IC = IC													
		IA													
		IC = 0.054 < 0.1 OK													
IC		0.061													
IC		0.054													

Tabla A 16

Evaluación de la susceptibilidad-sensibilidad

Factores condicionantes	Factores desencadenantes
Pendiente	
Geomorfología	Precipitación anómala
Geología	

Tabla A 17

Análisis del factor que desencadena - Precipitación Anómala

Descripción	Nomenclatura
60-80% superior a su normal climático (S60)	S60
40-60% superior a su normal climático (S40)	S40
30-40% superior a su normal climático (S30)	S30
25-30% superior a su normal climático (S25)	S25
20-25% superior a su normal climático (S20)	S20

Tabla A 18

M. de Comparación del par: Precipitación

Precipitación		S60	S40	S30	S25	S20
DESCRIPTO r r r	60-80% superior a su normal climático (S60)	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
	40-60% superior a su normal climático (S40)	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
	30-40% superior a su normal climático (S30)	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
	25-30% superior a su normal climático (S25)	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
	20-25% superior a su normal climático (S20)	0.20	0.25	0.33	0.50	1.00
SUMA		2.28	4.08	6.83	10.50	15.00
1/SUMA		0.44	0.24	0.15	0.10	0.07

Tabla A 19

Matriz de Normalización: Precipitación

Precipitación	S60	S40	S30	S25	S20	Vector priorización	%
60-80% superior a su normal climático (S60)	0.44	0.49	0.44	0.38	0.33	0.416	41.62
40-60% superior a su normal climático (S40)	0.22	0.24	0.29	0.29	0.27	0.262	26.18
30-40% superior a su normal climático (S30)	0.15	0.12	0.15	0.19	0.20	0.161	16.11
25-30% superior a su normal climático (S25)	0.11	0.08	0.07	0.10	0.13	0.099	9.86
20-25% superior a su normal climático (S20)	0.09	0.06	0.05	0.05	0.07	0.062	6.24
						1.00	100.00

Tabla A 20

Matriz de Relación: Consistencia - Precipitación

Precipitación	S60	S40	S30	S25	S20	Vector suma ponderada	λ_{max}
60-80% superior a su normal climático (S60)	0.42	0.52	0.48	0.39	0.31	2.13	5.12
40-60% superior a su normal climático (S40)	0.21	0.26	0.32	0.30	0.25	1.34	5.11
30-40% superior a su normal climático (S30)	0.14	0.13	0.16	0.20	0.19	0.81	5.06
25-30% superior a su normal climático (S25)	0.10	0.09	0.08	0.10	0.12	0.50	5.02
20-25% superior a su normal climático (S20)	0.08	0.07	0.05	0.05	0.06	0.31	5.03
						Suma	25.34
						Promedio	5.07

Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el Parámetro de Precipitación

Nota: En este caso, $RC = 0.017 / 1.115 = 0.015$. Como este valor es menor a **0.1**, se considera que el modelo es consistente.

Tabla A 22

Factor que condiciona el fenomeno – Pendiente

Descripción	Rango	Nomenclatura ArcGIS
Muy alta (>40°)	>40°	5.00
Alta (30-40°)	30-40°	4.00
Moderada (20-30°)	20-30°	3.00
Baja (5-20°)	5-20°	2.00
Muy baja (0-5°)	0-5°	1.00

Tabla A 23

Matriz de Comparación: Pendiente

Pendiente		>40°	30-40°	20-30°	5-20°	0-5°
DESCRIPTORES o CATEGORÍAS	Muy alta (>40°)	1.00	3.00	5.00	6.00	9.00
	Alta (30-40°)	0.33	1.00	3.00	5.00	6.00
	Moderada (20-30°)	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
	Baja (5-20°)	0.17	0.20	0.33	1.00	3.00
	Muy baja (0-5°)	0.11	0.17	0.20	0.33	1.00
	SUMA	1.81	4.70	9.53	15.33	24.00
1/SUMA		0.55	0.21	0.10	0.07	0.04

Tabla A 24

M. de Normalización: Pendiente

Pendiente	>40°	30-40°	20-30°	5-20°	0-5°	Vector priorización	%
Muy alta (>40°)	0.55	0.64	0.52	0.39	0.38	0.496	49.62
Alta (30-40°)	0.18	0.21	0.31	0.33	0.25	0.258	25.75
Moderada (20-30°)	0.11	0.07	0.10	0.20	0.21	0.138	13.80
Baja (5-20°)	0.09	0.04	0.03	0.07	0.13	0.072	7.20
Muy baja (0-5°)	0.06	0.04	0.02	0.02	0.04	0.036	3.62
						1.00	100.00

Tabla A 25

Matriz de Relación de Consistencia de la pendiente

Pendiente	>40°	30-40°	20-30°	5-20°	0-5°	Vector suma ponderada	λ_{max}
Muy alta (>40°)	0.50	0.77	0.69	0.43	0.33	2.72	5.47
Alta (30-40°)	0.17	0.26	0.41	0.36	0.22	1.41	5.49
Moderada (20-30°)	0.10	0.09	0.14	0.22	0.18	0.72	5.22
Baja (5-20°)	0.08	0.05	0.05	0.07	0.11	0.36	5.02
Muy baja (0-5°)	0.06	0.04	0.03	0.02	0.04	0.19	5.13
						Suma	26.33
						Promedio	5.27

Tabla A 26

Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el Parámetro Pendiente

INDICE DE CONSISTENCIA (IC)		IC = 0.27													
		4.00													
		IC = 0.066													
INDICE ALEATORIO															
n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.57	1.583	1.595	
RELACION DE CONSISTENCIA															
		RC = $\frac{IC}{IA}$													
		RC = 0.060 < 0.10 OK													
IC	0.066														
RC	0.060														

Tabla A 27

Descriptores y Nomenclatura del Factor Condicionante – Geología

	Descriptores	Nomenclatura	
DEPOSITO	Depósito coluvial (Qh-co)	Qh-co	1. Conformado por recientes depósitos coluviales heterogéneos
	Depósito coluvio-deluvial (Qh-cd)	Qh-cd	2. Depósitos Coluvio deluvial recientes (actualmente son parcelas agrícolas y rurales)
	Deposito Fluvial (Qh-fl)	Qh-fl	3. Formado por corrientes temporales de lluvia
	Depósito aluvial (Qh-al)	Qh-al	4. Depósitos aluviales antiguos (actualmente son parcelas agrícolas y rurales)
FOR	Grupo Mitu (PsT r-mi)	PsT r-mi	5- Roca sedimentaria Areniscas con intercalación de lutitas

Tabla A 28

M. de Comparación del par: Geología

	Geología	Qh-co	Qh-cd	Qh-fl	Qh-al	PsT r-mi
DESCRIPTORES GEOLOGIA	Depósito coluvial (Qh-co)	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
	Depósito coluvio-deluvial (Qh-cd)	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
	Deposito Fluvial (Qh-fl)	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
	Depósito aluvial (Qh-al)	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
	Grupo Mitu (PsT r-mi)	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
	SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
	I/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Tabla A 29

M. de Normalización del par: Geología

Geología	Qh-co	Qh-cd	Qh-fl	Qh-al	PsT r-mi	Vector priorización	%
Depósito coluvial (Qh-co)	0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	0.503	50.28
Depósito coluvio-deluvial (Qh-cd)	0.19	0.21	0.31	0.31	0.28	0.260	26.02
Deposito Fluvial (Qh-fl)	0.11	0.07	0.10	0.18	0.20	0.134	13.44
Depósito aluvial (Qh-al)	0.08	0.04	0.03	0.06	0.12	0.068	6.78
Grupo Mitu (PsT r-mi)	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	0.035	3.48
						1.00	100.00

Tabla A 30

Matriz de Relación de Consistencia: Geología

Geología	Qh-co	Qh-cd	Qh-fl	Qh-al	PsT r-mi	Vector suma ponderada	λ_{max}
Depósito coluvial (Qh-co)	0.50	0.78	0.67	0.47	0.31	2.74	5.46
Depósito coluvio-deluvial (Qh-cd)	0.17	0.26	0.40	0.34	0.24	1.41	5.43
Deposito Fluvial (Qh-fl)	0.10	0.09	0.13	0.20	0.17	0.70	5.20
Depósito aluvial (Qh-al)	0.07	0.05	0.04	0.07	0.10	0.34	5.03
Grupo Mito (PsT r-mi)	0.06	0.04	0.03	0.02	0.03	0.18	5.09
						Suma	26.21
						Promedio	5.24

Tabla A 31

Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC): Unidad Geológica

INDICE DE CONSISTENCIA (IC)		IC = 0.24												
		4.00												
		IC = 0.061												
INDICE ALEATORIO														
n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.48	1.51	1.54	1.56	1.6	1.58	1.6
RELACION DE CONSISTENCIA														
		RC = IC / IA												
		RC = 0.054 < 0.10 OK												
IC	0.061													
RC	0.054													

Tabla A 32

Descriptores del Factor Condicionante – Geomorfología

Descriptores			Nomenclatura
Piedemontes	Vertiente o piedemonte aluvial (V-al)	V-al	1. Vertiente o piedemonte aluvial
	Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial (V-cd)	V-cd	2. Detritos de acumulación fluvial
	Llanura de inundación (PI-i)	PI-i	3. Acumulación de material en quebradas
	Áreas agrícolas (AA)	AA	4. Zonas agrícolas actuales
	Áreas urbanizadas (AU)	AU	5. Zonas Urbanas Actuales

Tabla A 33

M. de Comparación del par: Geomorfología

Geomorfología		V-al	V-cd	PI-i	AA	AU
DESCRITORES GEOMORFOLÓGICOS	Vertiente o piedemonte aluvial (V-al)	1.00	3.00	5.00	6.00	9.00
	Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial (V-cd)	0.33	1.00	3.00	5.00	6.00
	Llanura de inundación (PI-i)	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
	Áreas agrícolas (AA)	0.17	0.20	0.33	1.00	3.00
	Áreas urbanizadas (AU)	0.11	0.17	0.20	0.33	1.00
	SUMA	1.81	4.70	9.53	15.33	24.00
1/SUMA		0.55	0.21	0.10	0.07	0.04

Tabla A 34

M. de Normalización del par: Geomorfología

Geomorfología	V-al	V-cd	PI-i	AA	AU	Vector prioriza ción	%
Vertiente o piedemonte aluvial (V-al)	0.55	0.64	0.52	0.39	0.38	0.496	49.62
Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial (V-cd)	0.18	0.21	0.31	0.33	0.25	0.258	25.75
Llanura de inundación (PI-i)	0.11	0.07	0.10	0.20	0.21	0.138	13.80
Áreas agrícolas (AA)	0.09	0.04	0.03	0.07	0.13	0.072	7.20
Áreas urbanizadas (AU)	0.06	0.04	0.02	0.02	0.04	0.036	3.62
						1.00	100.00

Tabla A 35

Matriz de Relación de Consistencia: Geomorfología

Geomorfología	V-al	V-ed	PI-i	AA	AU	Vector suma ponderada	λ_{max}
Vertiente o piedemonte aluvial (V-al)	0.50	0.77	0.69	0.43	0.33	2.72	5.47
Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial (V-ed)	0.17	0.26	0.41	0.36	0.22	1.41	5.49
Llanura de inundación (PI-i)	0.10	0.09	0.14	0.22	0.18	0.72	5.22
Áreas agrícolas (AA)	0.08	0.05	0.05	0.07	0.11	0.36	5.02
Áreas urbanizadas (AU)	0.06	0.04	0.03	0.02	0.04	0.19	5.13
						Suma	26.33
						Promedio	5.27

Tabla A 36

Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el Parámetro Unidad Geomorfológica

INDICE DE CONSISTENCIA (IC)		IC = 0.27													
		4.00													
		IC = 0.066													
INDICE ALEATORIO															
n		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA		0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.48	1.51	1.54	1.56	1.6	1.58	1.6
RELACION DE CONSISTENCIA															
		RC = $\frac{IC}{IA}$													
		RC = 0.060 < 0.1 OK													
IC		0.066													
RC		0.060													

Tabla A 37

M. de Comparación del par: de Factores Condicionantes

Factores condicionantes	Pendiente	Geomorfología	Geología
Pendiente	1.00	3.00	5.00
Geomorfología	0.333	1.00	3.00
Geología	0.200	0.333	1.00
SUMA	1.53	4.33	9.00
1/SUMA	0.65	0.23	0.11

Tabla A 38

M. de normalización del par: Factores Condicionantes

Factores condicionantes	Pendiente	Geomorfología	Geología	Vector priorización	%
Pendiente	0.65	0.69	0.56	0.633	63.33
Geomorfología	0.22	0.23	0.33	0.260	26.05
Geología	0.13	0.08	0.11	0.106	10.62
				1.000	100.000

Tabla A 39

Matriz de RC de Pares: Condicionantes

Factores condicionantes	Pendiente	Geomorfología	Geología	Vector suma ponderada	λ_{max}
Pendiente	0.63	0.78	0.53	1.946	3.07
Geomorfología	0.21	0.26	0.32	0.790	3.03
Geología	0.13	0.09	0.11	0.320	3.01
				Suma	9.12
				Promedio	3.04

Tabla A 40

Índice IC y RC para los Parámetros Utilizados en el Factor Condicionante

INDICE DE CONSISTENCIA (IC)		IC = 0,04													
		2,00													
		IC = 0,019													
INDICE ALEATORIO															
n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.4	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.57	1.583	1.595	
RELACION DE CONSISTENCIA															
		RC = IC													
		IA													
		RC = 0.037 < 0.1 OK													
IC	0.019														
RC	0.037														

Tabla A 41

Niveles de Peligro para Flujos de Detritos

Niveles de peligro

Nivel de peligro	Rango		
Peligro muy alto	0.283	$\leq P \leq$	0.455
Peligro alto	0.197	$\leq P <$	0.283
Peligro medio	0.149	$\leq P <$	0.197
Peligro bajo	0.123	$\leq P <$	0.149

Tabla A 42

Resumen de Descriptores y Pesos

		FACTOR		PARÁMETRO		DESCRIPTOR		Ppar x Pdese
NOMBRE	PESO	NOMBRE	PESO	NOMBRE	PESO	CLASIFICACIÓN	PESO	
SUCEPTIBILIDAD DE MOVIMIENTOS EN MASA	90%	Condicionante	80%	Pendiente	0.633	Muy alta (>40°)	0.496	0.314
						Alta (30-40°)	0.258	0.163
						Moderada (20-30°)	0.138	0.087
						Baja (5-20°)	0.072	0.046
						Muy baja (0-5°)	0.036	1.00 0.023
				Geomorfología	0.260	Vertiente o piedemonte aluvial (V-al)	0.496	0.129
						Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial (V-cd)	0.258	0.067
						Llanura de inundación (Pl-i)	0.138	0.036
						Áreas agrícolas (AA)	0.072	0.019
						Áreas urbanizadas (AU)	0.036	1.00 0.009
						Depósito coluvial (Qh-co)	0.503	0.053
						Depósito coluvio-deluvial (Qh-cd)	0.260	0.028
				Geología	0.106	Deposito Fluvial (Qh-fl)	0.134	0.014
						Depósito aluvial (Qh-al)	0.068	0.007
						Grupo Mitu (PsT r-mi)	0.035	1.00 0.004

FACTOR		PARÁMETRO		DESCRIPTOR		Ppar x Pdese		
NOMBRE	PESO	NOMBRE	PESO	NOMBRE	PESO			
				CLASIFICACIÓN		PESO		
PARÁMETRO DE EVALUACIÓN	10%	Desencadenante	20%	Precipitación anómala	1.000	60-80% superior a su normal climático (S60)	0.416	0.416
						40-60% superior a su normal climático (S40)	0.262	0.262
						30-40% superior a su normal climático (S30)	0.161	0.161
						25-30% superior a su normal climático (S25)	0.099	0.099
						20-25% superior a su normal climático (S20)	0.062	1.00
		Tiempo de retorno	1.000	5 años	0.503	0.503		
				10 años	0.260	0.260		
				25 años	0.134	0.134		
				50 años	0.068	0.068		
				100 años	0.035	1.00	0.035	
PESO = Vector priorización de cada PARÁMETRO y DESCRIPTOR respectivamente								
Ppar x Pdese = Peso del Parámetro x Peso del descriptor								

Tabla A 43

Cálculo de Peligro y Niveles de Peligro

	CONDICIONANTE			DECENCADENANTE			SUSCEPTIBILIDAD		PÁRAMETRO DE EVALUACIÓN		PELIGROSIDAD	RANGO		NIVEL
	$\sum P_{par} \times P_{desc}$	Peso con	Valor con	$\sum P_{des} \times P_{desc}$	Peso des	Valor des	Valor sus	Peso susc	Valor par-eval	Peso par-eval				
1	0.497		0.398	0.262		0.052	0.450		0.503		0.455	0.283 - 0.455	Muy alto	
2	0.258		0.206	0.262		0.052	0.259		0.503		0.283	0.197 - 0.283	Alto	
3	0.138	80%	0.110	0.262	20%	0.052	0.162	90%	0.503	10%	0.197	0.149 - 0.197	Medio	
4	0.072		0.057	0.262		0.052	0.110		0.503		0.149	0.123 - 0.149	Bajo	
5	0.036		0.029	0.262		0.052	0.081		0.503		0.123			

Tabla A 44

Estratificación de los niveles de peligro.

Nivel de peligro	Descripción	Rango
Peligro muy alto	Precipitación entre 60-80% superior a su normal climático dependiente; Pendientes: 20-30° y >40°. Unidades Geomorfológicas: V-al (Vertiente aluvial), V-cd (Coluvio-deluvial). Unidades Geológicas: Qh-co (Depósito coluvial), Qh-al (Depósito aluvial). Peligro Geológico: 0.068 a 0.503. Valor de Factores: Condicionantes de 0.283712 a 0.450136, Desencadenantes de 0.262 a 0.450136. Susceptibilidad: 0.291595 a 0.421558.	0.283 ≤P< 0.455
Peligro alto	Pendientes: Muy baja (0-5°) y Baja (5-20°), Moderada (20-30°). Unidades Geomorfológicas: V-al (Vertiente o piedemonte aluvial), V-cd (Coluvio-deluvial), AA (Áreas agrícolas). Unidades Geológicas: Qh-al (Depósito aluvial), Qh-co (Depósito coluvial), Qh-cd (Depósito coluvio-deluvial), PsT r-mi (Grupo Mitu). Peligro Geológico: 0.035 a 0.503. Valor de Factores: Condicionantes de 0.140216 a 0.227854, Desencadenantes de 0.262. Susceptibilidad: 0.176766 a 0.258396.	0.197 ≤P< 0.283
Peligro medio	Pendientes: Muy baja (0-5°) y Baja (5-20°). Unidades Geomorfológicas: AA (Áreas agrícolas), Pl-i (Llanura de inundación), V-cd (Coluvio-deluvial). Unidades Geológicas: Qh-co (Depósito coluvial), Qh-fl (Depósito fluvial), Qh-cd (Depósito coluvio-deluvial), Qh-al (Depósito aluvial). Peligro Geológico: 0.072 a 0.503. Valor de Factores: Condicionantes de 0.0785 a 0.117614, Desencadenantes de 0.262. Susceptibilidad: 0.128261 a 0.193676.	0.149 ≤P< 0.197
Peligro bajo	Pendientes: Muy baja (0-5°) y Baja (5-20°). Unidades Geomorfológicas: AA (Áreas agrícolas), AU (Áreas urbanizadas). Unidades Geológicas: Qh-al (Depósito aluvial). Peligro Geológico: 0.036 a 0.068. Valor de Factores: Condicionantes de 0.036 a 0.072, Desencadenantes de 0.262. Susceptibilidad: 0.083885 a 0.148943.	0.123 ≤P< 0.149

Tabla A 45

Análisis de la Población Expuesta

Categoría	Cantidad
Total de lotes	280 lotes .
Total de lotes deshabilitados	0 lotes.
Total de personas	859 personas.
Mujeres	464 mujeres (54%).
Varones	395 varones (46%).

Nota: Datos recopilados de dos fuentes: (1) Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2017), *Censo Nacional de Población y Vivienda 2017*, y (2) Encuestas directas realizadas en 2024 como parte del proyecto ‘Mejoramiento del Servicio de Movilidad Urbana en el Urb. Claudio Sánchez Ramírez, Urb. Sol Naciente, Urb. 08 de Octubre del Centro Poblado Puca Puca, Distrito de Abancay, Provincia de Abancay, Departamento de Apurímac’, Municipalidad Provincial de Abancay.

Tabla A 46

Información sobre Áreas Funerarias o Cementerios

Tabla A 47

Parámetros a Utilizar: Dimensión Social

Dimensión Social		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Número de personas a nivel de lote	Grupo etáreo	Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad
----	Tipo de discapacidad	Capacitación en temas de Gestión de Riesgos por parte de sus autoridades
----	----	Interés de participar en campañas de prevención del riesgo

Tabla A 48

Matriz de comparación del par: Dimensión Social

Dimensión Social	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	1.00	2.00	3.00
Fragilidad	0.50	1.00	2.00
Resiliencia	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.83	3.50	6.00
1/SUMA	0.55	0.29	0.17

Tabla A 49

M. de normalización del par: Dimensión Social

Dimensión Social	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector Priorización
Exposición	0.545	0.571	0.500	0.54
Fragilidad	0.273	0.286	0.333	0.30
Resiliencia	0.182	0.143	0.167	0.16
				1.000
				Porcentaje (%)
				53.90
				29.73
				16.38

**PESO PONDERADO
DE LOS PARAMETROS**

Tabla A 50

Relación de Consistencia: Dimensión Social

VECTOR SUMA PONDERADO			
Resultados de la operación de matrices			Vector Suma Ponderada
0.539	0.595	0.491	1.625
0.269	0.297	0.328	0.894
0.180	0.149	0.164	0.492
			λ_{max}
			Vector Suma Ponderado / Vector Priorización
			3.015
			3.008
			3.004
			SUMA 9.028
			PROMEDIO 3.009
			Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico de los factores de la Dimensión Social
			IC 0.0046
			RC 0.0088

n	3	4	5	6	7	8
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404

ÍNDICE DE CONSISTENCIA
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.04 (*)

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

Tabla A 51

Ponderación del Parámetro de Exposición Social

Exposición Social	Vector Priorización
Número de personas a nivel de lote	1.00
SUMA	1.00

Tabla A 52

Ponderación de los Parámetros de Fragilidad Social

Fragilidad Social	Vector Priorización
Grupo étnico	0.72
Tipo de discapacidad	0.28
SUMA	1.00

Tabla A 53

M. de comparación del par: Resiliencia Social

Resiliencia Social	Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad	Capacitación en temas de Gestión de Riesgos por parte de sus autoridades	Interés de participar en campañas de prevención del riesgo
Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad	1.00	2.00	3.00
Capacitación en temas de Gestión de Riesgos por parte de sus autoridades	0.50	1.00	2.00
Interés de participar en campañas de prevención del riesgo	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.83	3.50	6.00

Tabla A 54

M. de comparación del par: Resiliencia Social

Resiliencia Social	Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad	Capacitación en temas de Gestión de Riesgos por parte de sus autoridades	Interés de participar en campañas de prevención del riesgo	Vector Priorización
Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad	0.545	0.571	0.500	0.54
Capacitación en temas de Gestión de Riesgos por parte de sus autoridades	0.273	0.286	0.333	0.30
Interés de participar en campañas de prevención del riesgo	0.182	0.143	0.167	0.16
PESO PONDERADO DE LOS PARAMETROS				1.000 Porcentaje (%) 53.90 29.73 16.38

Tabla A 55

Relación de Consistencia

Resultados de la operación de matrices			Vector Suma Ponderada
0.539	0.595	0.491	1.625
0.269	0.297	0.328	0.894
0.180	0.149	0.164	0.492
-	-	$\lambda_{\max}$	
			Vector Suma Ponderado / Vector Priorización

							3.015	
							3.008	
							3.004	
n	3	4	5	6	7	8		
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404		
							SUMA	9.028
							PROMEDIO	3.009
ÍNDICE DE CONSISTENCIA							IC	0.005
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.04 (*)							RC	0.009

Tabla A 56

M. de Comparación del par: "Número de Personas a Nivel de Lote"

Número de personas a nivel de lote	Mas de 6 personas	De 3 a 6 personas	De 1 a 3 personas	Persona sola	Deshabilitado
Mas de 6 personas	1.00	2.00	3.00	5.00	6.00
De 3 a 6 personas	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
De 1 a 3 personas	0.33	0.50	1.00	2.00	5.00
Persona sola	0.20	0.33	0.50	1.00	3.00
Deshabilitado	0.17	0.20	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.20	4.03	6.70	11.33	20.00
1/SUMA	0.45	0.25	0.15	0.09	0.05

Tabla A 57

M. de Normalización del par: "Número de Personas a Nivel de Lote"

Número de personas a nivel de lote	Mas de 6 personas	De 3 a 6 personas	De 1 a 3 personas	Persona sola	Deshabilitado	Vector Priorización
Mas de 6 personas	0.455	0.496	0.448	0.441	0.300	0.428
De 3 a 6 personas	0.227	0.248	0.299	0.265	0.250	0.258
De 1 a 3 personas	0.152	0.124	0.149	0.176	0.250	0.170
Persona sola	0.091	0.083	0.075	0.088	0.150	0.097

Deshabilitado	0.076	0.050	0.030	0.029	0.050	0.047
SUMA						1.000
						Porcentaje (%)
						42.787
						25.768
						17.024
						9.728
						4.692

Tabla A 58

Relación de Consistencia para la M. de Comparación del par: "Número de Personas a Nivel de Lote"

VECTOR SUMA PONDERADO														
Resultados de la operación de matrices														Vector Suma Ponderada
0.428 0.515 0.511 0.486 0.282														2.222
0.214 0.258 0.340 0.292 0.235														1.339
0.143 0.129 0.170 0.195 0.235														0.871
0.086 0.086 0.085 0.097 0.141														0.495
0.071 0.052 0.034 0.032 0.047														0.236
-														$\lambda_{\max}$
														Vector Suma Ponderado / Vector Priorización
														5.193
														5.195
														5.116
														5.085
														5.035
														SUMA
														25.623
														PROMEDIO
														5.125
INDICE DE CONSISTENCIA														IC
														0.031
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)														RC
														0.03

Tabla A 59

M. de Comparación del par: "Grupo Etáreo"

Grupo etáreo	0 a 5 años y mayor a 65 años	De 6 a 12 años y de 61 a 65 años	De 13 a 15 años y de 51 a 60 años	De 16 a 30 años	De 31 a 50 años
0 a 5 años y mayor a 65 años	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
De 6 a 12 años y de 61 a 65 años	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
De 13 a 15 años y de 51 a 60 años	0.20	0.50	1.00	2.00	5.00
De 16 a 30 años	0.14	0.20	0.50	1.00	3.00
De 31 a 50 años	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.95	3.84	8.70	15.33	25.00
1/SUMA	0.51	0.26	0.11	0.07	0.04

Tabla A 60

M. de Normalización del par: "Grupo Etáreo"

Grupo etáreo	0 a 5 años y mayor a 65 años	De 6 a 12 años y de 61 a 65 años	De 13 a 15 años y de 51 a 60 años	De 16 a 30 años	De 31 a 50 años	Vector Priorización
0 a 5 años y mayor a 65 años	0.512	0.520	0.575	0.457	0.360	0.485
De 6 a 12 años y de 61 a 65 años	0.256	0.260	0.230	0.326	0.280	0.270
De 13 a 15 años y de 51 a 60 años	0.102	0.130	0.115	0.130	0.200	0.136
De 16 a 30 años	0.073	0.052	0.057	0.065	0.120	0.074
De 31 a 50 años	0.057	0.037	0.023	0.022	0.040	0.036
					SUMA	1.000
					PESO PONDERADO DE LOS PARAMETROS Porcentaje (%) 48.469 27.042	

	13.557
	7.357
	3.575

Tabla A 61

Relación de Consistencia del Parámetro "Grupo Etéreo"

VECTOR SUMA PONDERADO															
Resultados de la operación de matrices															Vector Suma Ponderada
	0.485	0.541	0.678	0.515	0.322										2.540
	0.242	0.270	0.271	0.368	0.250										1.402
	0.097	0.135	0.136	0.147	0.179										0.694
	0.069	0.054	0.068	0.074	0.107										0.372
	0.054	0.039	0.034	0.025	0.036										0.187
	-	-	-	-											λ_{max}
															Vector Suma Ponderado / Vector Priorización
															5.241
															5.185
															5.116
															5.056
															5.225
															SUMA 25.822
															PROMEDIO 5.164
INDICE DE CONSISTENCIA															IC 0.041
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)															RC 0.04

Tabla A 62

M. de Comparación del par: Tipo de Discapacidad

Tipo de discapacidad	Mental o intelectual	Visual	Para usar brazos y piernas	Para oír y/o hablar	No tiene
Mental o intelectual	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
Visual	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Para usar brazos y piernas	0.20	0.33	1.00	2.00	5.00
Para oír y/o hablar	0.14	0.20	0.50	1.00	2.00
No tiene	0.11	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.95	3.68	9.70	15.50	24.00
1/SUMA	0.51	0.27	0.10	0.06	0.04

Tabla A 63

M. de Normalización del par: Tipo de Discapacidad

Tipo de discapacidad	Mental o intelectual	Visual	Para usar brazos y piernas	Para oír y/o hablar	No tiene	Vector Priorización
Mental o intelectual	0.512	0.544	0.515	0.452	0.375	0.480
Visual	0.256	0.272	0.309	0.323	0.292	0.290
Para usar brazos y piernas	0.102	0.091	0.103	0.129	0.208	0.127
Para oír y/o hablar	0.073	0.054	0.052	0.065	0.083	0.065
No tiene	0.057	0.039	0.021	0.032	0.042	0.038
					SUMA	1.000
						 Porcentaje (%) 47.958 29.029

	12.670
	6.538
	3.805

Tabla A 64

Relación de Consistencia: Tipo de Discapacidad

VECTOR SUMA PONDERADO													
Resultados de la operación de matrices													Vector Suma Ponderada
0.48	0.58	0.63	0.45										
0	1	3	8	0.342									2.494
0.24	0.29	0.38	0.32		0.266								1.503
0	0	0	7			0.190							0.640
0.09	0.09	0.12	0.13				0.076						0.331
6	7	7	1					0.038					0.200
0.06	0.05	0.06	0.06										
9	8	3	5										
0.05	0.04	0.03	0.03										
3	1	4	3										
-	-	-	-										
													$\lambda_{\max}$
													Vector Suma Ponderado / Vector Priorización
													5.200
													5.179
													5.055
													5.069
													5.244
													SUMA
													25.746
													PROMEDIO
													5.149
INDICE DE CONSISTENCIA													IC
													0.037
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)													RC
													0.03

Tabla A 65

M. de Comparación del par: Conocimiento sobre Ocurrencia Pasada de Desastres

Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad	No conoce	Escaso conocimiento	Poco conocimiento	Regular conocimiento	Conocimiento amplio
No conoce	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Escaso conocimiento	0.33	1.00	2.00	3.00	8.00
Poco conocimiento	0.20	0.50	1.00	3.00	7.00
Regular conocimiento	0.14	0.20	0.33	1.00	2.00
Conocimiento amplio	0.11	0.14	0.14	0.50	1.00
SUMA	1.79	4.84	8.48	16.50	27.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.12	0.06	0.04

Tabla A 66

M. de Normalización del par: Conocimiento sobre ocurrencias pasadas

Conocimie nto sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad	No conoce	Escaso conocimiento	Poco conocimiento	Regular conocimiento	Conocim iento amplio	Vector Priorizaci ón
No conoce	0.560	0.619	0.590	0.424	0.333	0.505
Escaso conocimien to	0.187	0.206	0.236	0.303	0.296	0.246
Poco conocimien to	0.112	0.103	0.118	0.182	0.259	0.155

Regular conocimien to	0.080	0.041	0.039	0.061	0.074	0.059
Conocimie nto amplio	0.062	0.029	0.017	0.030	0.037	0.035
					SUMA	1.000
						Porcentaj
						50.529
						24.565
						15.484
						5.905
						3.517

**PESO PONDERADO DE LOS
PARAMETROS**

Tabla A 67

Relación de Consistencia para el Parámetro "Conocimiento sobre ocurrencias
pasadas"

VECTOR SUMA PONDERADO															
Resultados de la operación de matrices															Vector Suma Ponderada
	0.505	0.737	0.774	0.413	0.317										2.746
	0.168	0.246	0.310	0.295	0.281										1.300
	0.101	0.123	0.155	0.177	0.246										0.802
	0.072	0.049	0.052	0.059	0.070										0.302
	0.056	0.035	0.024	0.030	0.035										0.180
	-	-	-	-											$\lambda_{máx}$
															Vector Suma Ponderado / Vector Priorización
															5.435
															5.293
															5.180
															5.120
															5.125
															SUMA
															26.154
															PROMEDIO
															5.231

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.058
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)	RC	0.05

Tabla A 68

M. de Comparación del par: Capacitación GrD por parte de sus autoridades

Capacitación en temas de Gestión de Riesgos por parte de sus autoridades	Nunca	Cada 5 años	Cada 3 años	Cada 2 años	Una (1) vez por año
Nunca	1.00	2.00	5.00	7.00	8.00
Cada 5 años	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
Cada 3 años	0.20	0.50	1.00	2.00	5.00
Cada 2 años	0.14	0.20	0.50	1.00	2.00
Una (1) vez por año	0.13	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.97	3.84	8.70	15.50	23.00
1/SUMA	0.51	0.26	0.11	0.06	0.04

Tabla A 69

Matriz de Normalizacion de Pares del Parámetro "Capacitación GrD por Parte de sus Autoridades"

Capacitación en temas de Gestión de Riesgos por parte de sus autoridades	Nunca	Cada 5 años	Cada 3 años	Cada 2 años	Una (1) vez por año	Vector Priorización
Nunca	0.508	0.520	0.575	0.452	0.348	0.481
Cada 5 años	0.254	0.260	0.230	0.323	0.304	0.274
Cada 3 años	0.102	0.130	0.115	0.129	0.217	0.139
Cada 2 años	0.073	0.052	0.057	0.065	0.087	0.067
Una (1) vez por año	0.064	0.037	0.023	0.032	0.043	0.040

	SUMA	1.000
	Porcentaje (%)	
	48.055	
	27.422	
	13.862	
	6.672	
	3.988	

**PESO PONDERADO DE LOS
PARAMETROS**

Tabla A 70

RC para la matriz de comparación de pares sobre capacitación en GrD

VECTOR SUMA PONDERADO															
Resultados de la operación de matrices															Vector Suma Ponderada
0.481	0.548	0.693	0.467	0.319											2.508
0.240	0.274	0.277	0.334	0.279											1.405
0.096	0.137	0.139	0.133	0.199											0.705
0.069	0.055	0.069	0.067	0.080											0.339
0.060	0.039	0.034	0.033	0.040											0.207
-	-	-	-	-											λ_{max}
															Vector Suma Ponderado / Vector Priorización
															5.219
															5.122
															5.084
															5.086
															5.178
															SUMA
															25.689
															PROMEDIO
															5.138
															INDICE DE CONSISTENCIA
															IC
															0.034
															RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)
															RC
															0.03

Tabla A 71

M. de Normalización del par: Interés de Participar en GrD.

Interés de participar en campañas de prevención del riesgo	No muestra interés	Muestra interés de vez en cuando	Actúa si hay incentivos	Me gusta participar	Siempre estoy atento para participar
No muestra interés	1.00	3.00	4.00	7.00	9.00
Muestra interés de vez en cuando	0.33	1.00	2.00	4.00	5.00
Actúa si hay incentivos	0.25	0.50	1.00	2.00	3.00
Me gusta participar	0.14	0.25	0.50	1.00	3.00
Siempre estoy atento para participar	0.11	0.14	0.33	0.33	1.00
SUMA	1.84	4.89	7.83	14.33	21.00
1/SUMA	0.54	0.20	0.13	0.07	0.05

Tabla A 72

M. de Normalización del par: Interés de Participar en GrD.

Interés de participar en campañas de prevención del riesgo	No muestra interés	Muestra interés de vez en cuando	actúa si hay incentivos	Me gusta participar	Siempre estoy atento para participar	Vector Priorización
No muestra interés	0.544	0.613	0.511	0.488	0.429	0.517
Muestra interés de vez en cuando	0.181	0.204	0.255	0.279	0.238	0.232
Actúa si hay incentivos	0.136	0.102	0.128	0.140	0.143	0.130
Me gusta participar	0.078	0.051	0.064	0.070	0.143	0.081
Siempre estoy atento para participar	0.060	0.029	0.043	0.023	0.048	0.041

	SUMA	1.000
	Porcentaje (%)	
PESO PONDERADO DE LOS PARAMETROS		51.700
		23.166
		12.966
		8.106
		4.062

Tabla A 73

Relación de Consistencia: Interés de Participar en GrD.

VECTOR SUMA PONDERADO															
Resultados de la operación de matrices															Vector Suma Ponderada
0.517 0.695 0.519 0.567 0.366															2.664
0.172 0.232 0.259 0.324 0.203															1.191
0.129 0.116 0.130 0.162 0.122															0.659
0.074 0.058 0.065 0.081 0.122															0.400
0.057 0.033 0.057 0.027 0.041															0.215
- - - -															$\lambda_{\max}$
															Vector Suma Ponderado / Vector Priorización
															5.152
															5.140
															5.080
															4.929
															5.291
															SUMA 25.592
															PROMEDIO 5.118
INDICE DE CONSISTENCIA															IC 0.030
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)															RC 0.03

Tabla A 74

Parámetros de Evaluación: Dimensión Económica

Dimensión Económica		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Cercanía de la vivienda a la zona de peligro	Material predominante - pared	Ocupación principal (jefe de hogar)
----	Material predominante - techo	Ingreso familiar promedio mensual
----	Estado de conservación de la vivienda	Organización comunitaria

Tabla A 75

Matriz de comparación del par: Factores de la Dimensión Económica

Dimensión Económica	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	1.00	3.00	5.00
Fragilidad	0.33	1.00	2.00
Resiliencia	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.53	4.50	8.00
1/SUMA	0.65	0.22	0.13

Tabla A 76

M. de normalización del par: Factores de la Dimensión Económica

Dimensión Económica	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector Priorización
Exposición	0.652	0.667	0.625	0.65
Fragilidad	0.217	0.222	0.250	0.23
Resiliencia	0.130	0.111	0.125	0.12
				1.000
				↓
				Porcentaje (%)
				64.795
				22.987
				12.218

Tabla A 77

Relación de Consistencia: Factores de la Dimensión Económica

VECTOR SUMA PONDERADO	
Resultados de la operación de matrices	Vector Suma Ponderada

		0.648	0.690	0.611	1.948
		0.216	0.230	0.244	0.690
		0.130	0.115	0.122	0.367
		-	-		
				λ_{max}	
				Vector Suma Ponderado / Vector Priorización	
				3.007	
				3.003	
				3.001	
				SUMA	9.011
				PROMEDIO	3.004
				Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico de los factores de la Dimensión Económica	
				IC	0.002
				RC	0.004
				ÍNDICE DE CONSISTENCIA	
				RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.04 (*)	

n	3	4	5	6	7	8
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404

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

Tabla A 78

Ponderación de Parámetros: Exposición de la Dimensión Económica

Exposición Económica	Vector Priorización
Cercanía de la vivienda a la zona de peligro	1.00
SUMA	1.00

Tabla A 79

M. de comparación del par: Fragilidad de la Dimensión Económica

Fragilidad Económica	Material predominante - pared	Material predominante - techo	Estado de conservación de la vivienda
Material predominante - pared	1.00	2.00	3.00
Material predominante - techo	0.50	1.00	2.00
Estado de conservación de la vivienda	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.83	3.50	6.00
1 / SUMA	0.55	0.29	0.17

Tabla A 80

M. de Normalización del par: Fragilidad de la Dimensión Económica

Fragilidad Económica	Material predominante - pared	Material predominante - techo	Estado de conservación de la vivienda	Vector Priorización
Material predominante - pared	0.545	0.571	0.500	0.539
Material predominante - techo	0.273	0.286	0.333	0.297
Estado de conservación de la vivienda	0.182	0.143	0.167	0.164
PESO PONDERADO DE LOS PARAMETROS 				53.90
				29.73
				16.38

Tabla A 81

Relación de Consistencia del Factor Fragilidad de la Dimensión Económica

VECTOR SUMA PONDERADO														
Resultados de la operación de matrices													Vector Suma Ponderada	
0.539 0.595 0.491													1.625	
0.269 0.297 0.328													0.894	
0.180 0.149 0.164													0.492	
-													λ _{máx}	
													Vector Suma Ponderado / Vector Priorización	
													3.015	
													3.008	
													3.004	
													SUMA 9.028	

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595

	PROMEDIO	3,009
INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.005
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.04 (*)	RC	0.009

Tabla A 82

M. de comparación del par: Resiliencia de la Dimensión Económica

Resiliencia Económica	Ocupación principal (jefe de hogar)	Ingreso familiar promedio mensual	Organización comunitaria
Ocupación principal (jefe de hogar)	1.00	2.00	3.00
Ingreso familiar promedio mensual	0.50	1.00	2.00
Organización comunitaria	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.83	3.50	6.00
1 / SUMA	0.55	0.29	0.17

Tabla A 83

M. de Normalización del par: Resiliencia de la Dimensión Económica

Resiliencia Económica	Ocupación principal (jefe de hogar)	Ingreso familiar promedio mensual	Organización comunitaria	Vector Priorización
Ocupación principal (jefe de hogar)	0.545	0.571	0.500	0.539
Ingreso familiar promedio mensual	0.273	0.286	0.333	0.297
Organización comunitaria	0.182	0.143	0.167	0.164
				53.90
				29.73
				16.38

Tabla A 84

Relación de Consistencia: Resiliencia de la Dimensión Económica

[illegible]*Tabla A 85*

M. de Comparación del par: "Cercanía de la Vivienda a la Zona de Peligro"

Cercanía de la vivienda a la zona de peligro	Menor a 30 m. de la zona de peligro	Entre 30 a 50 m. de la zona de peligro	Entre 50 a 100 m. de la zona de peligro	Entre 100 a 200 m. de la zona de peligro	Mayor a 200 m. de la zona de peligro
Menor a 30 m. de la zona de peligro	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Entre 30 a 50 m. de la zona de peligro	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00

Entre 50 a 100 m. de la zona de peligro	0.25	0.33	1.00	3.00	5.00
Entre 100 a 200 m. de la zona de peligro	0.17	0.25	0.33	1.00	3.00
Mayor a 200 m. de la zona de peligro	0.13	0.17	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.04	3.75	8.53	15.33	24.00
1/SUMA	0.49	0.27	0.12	0.07	0.04

Tabla A 86

M. de Comparación del par: Material predominante – pared

Material predominante - pared	Piedra con mortero de barro	Adobe	Tapia	Adobe con recubrimiento	Ladrillo y/o bloqueta de cemento
Piedra con mortero de barro	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Adobe	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
Tapia	0.25	0.50	1.00	3.00	5.00
Adobe con recubrimiento	0.17	0.25	0.33	1.00	3.00
Ladrillo y/o bloqueta de cemento	0.13	0.17	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.04	3.92	7.53	15.33	24.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.04

Tabla A 87

M. de Normalización del par: "Cercanía de la Vivienda a la Zona de Peligro"

Cercanía de la vivienda a la zona de peligro	Menor a 30 m. de la zona de peligro	Entre 30 a 50 m. de la zona de peligro	Entre 50 a 100 m. de la zona de peligro	Entre 100 a 200 m. de la zona de peligro	Mayor a 200 m. de la zona de peligro	Vector Priorización
Menor a 30 m. de la zona de peligro	0.490	0.533	0.469	0.391	0.333	0.443
Entre 30 a 50 m. de la zona de peligro	0.245	0.267	0.352	0.326	0.292	0.296

zona de peligro						
Entre 50 a 100 m. de la zona de peligro	0.122	0.089	0.117	0.196	0.208	0.147
Entre 100 a 200 m. de la zona de peligro	0.082	0.067	0.039	0.065	0.125	0.076
Mayor a 200 m. de la zona de peligro	0.061	0.044	0.023	0.022	0.042	0.039
					SUMA	1.000
						Porcentaje (%)
						44.330
						29.618
						14.650
						7.552
						3.850

PESO PONDERADO DE LOS PARAMETROS



Tabla A 88

Relación de Consistencia del Parámetro "Cercanía de la Vivienda a la Zona de Peligro"

VECTOR SUMA PONDERADO					
Resultados de la operación de matrices					Vector Suma Ponderada
0.44	0.59	0.58	0.45	0.308	2.383
3	2	6	3		
0.22	0.29	0.44	0.37	0.270	1.604
2	6	0	8		
0.11	0.09	0.14	0.22	0.193	0.775
1	9	7	7		
0.07	0.07	0.04	0.07	0.116	0.388
4	4	9	6		
0.05	0.04	0.02	0.02	0.039	0.198
5	9	9	5		
-	-	-	-		$\lambda_{máx}$

																Vector Suma Ponderado / Vector Priorización	
																5.375	
																5.417	
																5.291	
																5.135	
																5.136	
																SUMA	26.354
																PROMEDIO	5.271
INDICE DE CONSISTENCIA																IC	0.068
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)																RC	0.06

Tabla A 89

M. de Comparación del par: Material predominante – pared

Material predominante - pared	Piedra con mortero de barro	Adobe	Tapia	Adobe con recubrimiento	Ladrillo y/o bloqueta de cemento
Piedra con mortero de barro	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Adobe	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
Tapia	0.25	0.50	1.00	3.00	5.00
Adobe con recubrimiento	0.17	0.25	0.33	1.00	3.00
Ladrillo y/o bloqueta de cemento	0.13	0.17	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.04	3.92	7.53	15.33	24.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.04

Tabla A 90

M. de Normalización del par: "Material Predominante - Pared"

Material predominante - pared	Piedra con mortero de barro	Adobe	Tapia	Adobe con recubrimiento	Ladrillo y/o bloqueta de cemento	Vector Priorización
Piedra con mortero de barro	0.490	0.511	0.531	0.391	0.333	0.451

Adobe	0.245	0.255	0.265	0.326	0.292	0.277
Tapia	0.122	0.128	0.133	0.196	0.208	0.157
Adobe con recubrimiento	0.082	0.064	0.044	0.065	0.125	0.076
Ladrillo y/o bloqueta de cemento	0.061	0.043	0.027	0.022	0.042	0.039
SUMA					1.000	
					Porcentaje (%)	
					45.121	
					27.669	
					15.737	
					7.599	
					3.875	

**PESO PONDERADO DE LOS
PARAMETROS**

Tabla A 91

Relación de Consistencia para el Parámetro "Material Predominante - Pared"

Resultados de la operación de matrices										Vector Suma Ponderada
0.45	0.55	0.62	0.45							
1	3	9	6	0.310						2.400
0.22	0.27	0.31	0.38		0.271					1.468
6	7	5	0			0.194				0.830
0.11	0.13	0.15	0.22				0.116			0.389
3	8	7	8					0.039		0.196
0.07	0.06	0.05	0.07							
5	9	2	6							
0.05	0.04	0.02	0.02							
6	6	9	5							
-	-	-	-							
										$\lambda_{máx}$
										Vector Suma Ponderado / Vector Priorización
										5.319
										5.306
										5.276
										5.120

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595

	5.056	
	SUMA PROMEDIO	26.077 5.215
INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.054
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)	RC	0.05

Tabla A 92

M. de Comparación del par: Ocupación Principal (Jefe de Hogar)

Ocupación principal (jefe de hogar)	Trabajador familiar no remunerado	Obrero / Peón	Agricultor	Empleado/Trabajador independiente	Empleador
Trabajador familiar no remunerado	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Obrero/ peón	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Agricultor	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Empleado/Trabajador independiente	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Empleador	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

Tabla A 93

M. de Normalización del par: Ocupación Principal (Jefe de Hogar)

Ocupación principal (jefe de hogar)	Trabajador familiar no remunerado	Obrero/ Peón	Agricultor	Empleado/Trabajador independiente	Empleador	Vector Priorización
Trabajador familiar no remunerado	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Obrero/ Peón	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Agricultor	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134

Empleado/Trabajador independiente	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Empleador	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
					SUMA	1.000
PESO PONDERADO DE LOS PARAMETROS						Porcentaje (%)
						50.282
						26.023
						13.435
						6.778
						3.482

Tabla A 94

Relación de Consistencia para el Parámetro Ocupación Principal (Jefe de Hogar)

Resultados de la operación de matrices										Vector Suma Ponderada
0.50	0.78	0.67	0.47						0.313	2.743
3	1	2	4							
0.16	0.26	0.40	0.33						0.244	1.414
8	0	3	9							
0.10	0.08	0.13	0.20						0.174	0.699
1	7	4	3							
0.07	0.05	0.04	0.06						0.104	0.341
2	2	5	8							
0.05	0.03	0.02	0.02						0.035	0.180
6	7	9	3							
*	*	*	*							
Vector Suma Ponderado / Vector Priorización										5.455
										5.432
										5.204
										5.030
										5.162
SUMA										26.283
PROMEDIO										5.257

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.064
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)	RC	0.0575

Tabla A 95

M. de Comparación del par: Ingreso Familiar Promedio Mensual

Ingreso familiar promedio mensual	Menor al suelo mínimo	De 931 a 1200	De 1201 a 1500	De 1501 a 1800	Mayor a 1800
Menor al suelo mínimo	1.00	2.00	4.00	5.00	6.00
De 931 a 1200	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
De 1201 a 1500	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
De 1501 a 1800	0.20	0.25	0.50	1.00	3.00
Mayor a 1800	0.17	0.20	0.25	0.33	1.00
SUMA	2.12	3.95	7.75	12.33	20.00
1/SUMA	0.47	0.25	0.13	0.08	0.05

Tabla A 96

M. de Normalización del par: Ingreso Familiar Promedio Mensual

Ingreso familiar promedio mensual	Menor al suelo mínimo	De 931 a 1200	De 1201 a 1500	De 1501 a 1800	Mayor a 1800	Vector Priorización
Menor al suelo mínimo	0.472	0.506	0.516	0.405	0.300	0.440
De 931 a 1200	0.236	0.253	0.258	0.324	0.300	0.274
De 1201 a 1500	0.118	0.127	0.129	0.162	0.200	0.147
De 1501 a 1800	0.094	0.063	0.065	0.081	0.150	0.091
Mayor a 1800	0.079	0.051	0.032	0.027	0.050	0.048
				SUMA		1.000

	Porcentaje (%)
PESO PONDERADO DE LOS PARAMETROS	44.006
	27.435
	14.718
	9.068
	4.773

Tabla A 97

Relación de Consistencia del Parámetro Ingreso Familiar Promedio Mensual

VECTOR SUMA PONDERADO															
Resultados de la operación de matrices															Vector Suma Ponderada
	0.440	0.549	0.589	0.453					0.286						2.317
	0.220	0.274	0.294	0.363					0.286						1.438
	0.110	0.137	0.147	0.181					0.191						0.767
	0.088	0.069	0.074	0.091					0.143						0.464
	0.073	0.055	0.037	0.030					0.048						0.243
	-	-	-	-											$\lambda_{\min}$
															Vector Suma Ponderado / Vector Priorización
															5.266
															5.241
															5.209
															5.118
															5.087
															SUMA
															25.920
															PROMEDIO
															5.184
															INDICE DE CONSISTENCIA
															IC
															0.046
															RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)
															RC
															0.04

Tabla A 98

M. de Comparación del par: Organización Comunitaria

Organización comunitaria	No le interesa	Le interesa participar en las brigadas de emergencia	Conoce las rutas de evacuación	Tiene brigadas de emergencia	Tiene brigadas de emergencia y participa
No le interesa	1.00	2.00	4.00	6.00	7.00
Le interesa participar en las brigadas de emergencia	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Conoce las rutas de evacuación	0.25	0.50	1.00	3.00	5.00
Tiene brigadas de emergencia	0.17	0.25	0.33	1.00	3.00
Tiene brigadas de emergencia y participa	0.14	0.17	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.06	3.92	7.53	13.33	20.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.08	0.05

Tabla A 99

M. de Normalización del par: Organización Comunitaria

Organización comunitaria	No le interesa	Le interesa participar en las brigadas de emergencia	Conoce las rutas de evacuación	Tiene brigadas de emergencia	Tiene brigadas de emergencia y participa	Vector Priorización
No le interesa	0.486	0.511	0.531	0.450	0.350	0.465
Le interesa participar en las brigadas de emergencia	0.243	0.255	0.265	0.225	0.200	0.238
Conoce las rutas de evacuación	0.121	0.128	0.133	0.225	0.250	0.171
Tiene brigadas	0.081	0.064	0.044	0.075	0.150	0.083

de emergencia						
Tiene brigadas de emergencia y participa	0.069	0.043	0.027	0.025	0.050	0.043
					SUMA	1.000
						Porcentaje (%)
						46.543
						23.772
						17.136
						8.280
						4.269

Tabla A 100

Relación de Consistencia del Parámetro Organización Comunitaria

VECTOR SUMA PONDERADO															
Resultados de la operación de matrices															Vector Suma Ponderada
	0.465	0.475	0.685	0.497	0.299										2.422
	0.233	0.238	0.343	0.248	0.171										1.232
	0.116	0.119	0.171	0.248	0.213										0.868
	0.078	0.059	0.057	0.083	0.128										0.405
	0.066	0.040	0.029	0.028	0.043										0.206
	-	-	-	-											λ_{max}
															Vector Suma Ponderado / Vector Priorización
n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	5.204
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595	5.184
															5.068
															4.891
															4.818
															SUMA
															25.165
															PROMEDIO
															5.033

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.008
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)	RC	0.01

Tabla A 101

Parámetros de la Dimensión Ambiental

Dimensión Ambiental		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Ubicación de botadero de basura	Manejo y disposición de residuos sólidos	Conocimiento de reciclaje

Tabla A 102

Matriz de comparación del par: Factores de la Dimensión Ambiental

Dimensión Ambiental	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	1.00	3.00	5.00
Fragilidad	0.33	1.00	2.00
Resiliencia	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.53	4.50	8.00
1/SUMA	0.65	0.22	0.13

Tabla A 103

M. de normalización del par: Factores de la Dimensión Ambiental

Dimensión Ambiental	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector Priorización
Exposición	0.652	0.667	0.625	0.65
Fragilidad	0.217	0.222	0.250	0.23
Resiliencia	0.130	0.111	0.125	0.12
				1.000
				Porcentaje (%)
				64.795
				22.987
				12.218

Tabla A 104

Relación de Consistencia de los Factores de la Dimensión Ambiental

VECTOR SUMA PONDERADO

Resultados de la operación de matrices							Vector Suma Ponderada
	0.648	0.690	0.611				1.948
	0.216	0.230	0.244				0.690
	0.130	0.115	0.122				0.367
	-	-					λ_{max}
							Vector Suma Ponderado / Vector Priorización
							3.007
							3.003
							3.001
							SUMA
							PROMEDIO
							9.011
							3.004
							Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenida del proceso de análisis jerárquico de los factores de la Dimensión Ambiental
							IC
							0.002
							RC
							0.004
							ÍNDICE DE CONSISTENCIA
							RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.04 (*)

(*) 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.

Tabla A 105

Ponderación de Parámetros para el Factor de Exposición en la Dimensión Ambiental

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

Tabla A 106

Ponderación de Parámetros para el Factor de Fragilidad en la Dimensión Ambiental

Fragilidad Ambiental	Vector Priorización
Manejo y disposición de residuos sólidos	1.00
SUMA	1.00

Tabla A 107

Ponderación de Parámetros para el Factor de Resiliencia en la Dimensión Ambiental

Resiliencia Ambiental	Vector Priorización
Conocimiento de reciclaje	1.00
SUMA	1.00

Tabla A 108

M. de Comparación del par: Ubicación de Botadero de Basura

Ubicación de botadero de basura	Menor a 20 m.	De 20 a 50 m.	De 50 a 100 m.	De 100 a 200 m.	Mayor a 200 m.
Menor a 20 m.	1.00	2.00	3.00	4.00	6.00
De 20 a 50 m.	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
De 50 a 100 m.	0.33	0.50	1.00	2.00	4.00
De 100 a 200 m.	0.25	0.33	0.50	1.00	3.00
Mayor a 200 m.	0.17	0.25	0.25	0.33	1.00
SUMA	2.25	4.08	6.75	10.33	19.00
1/SUMA	0.44	0.24	0.15	0.10	0.05

Tabla A 109

M. de Normalización del par: Ubicación de Botadero de Basura

Ubicación de botadero de basura	Menor a 20 m.	De 20 a 50 m.	De 50 a 100 m.	De 100 a 200 m.	Mayor a 200 m.	Vector Priorización
Menor a 20 m.	0.444	0.490	0.444	0.387	0.316	0.416
De 20 a 50 m.	0.222	0.245	0.296	0.290	0.263	0.263
De 50 a 100 m.	0.148	0.122	0.148	0.194	0.211	0.165
De 100 a 200 m.	0.111	0.082	0.074	0.097	0.158	0.104
Mayor a 200 m.	0.074	0.061	0.037	0.032	0.053	0.051
SUMA						1.000
						Porcentaje (%)

	41.631
PESO PONDERADO DE LOS PARAMETROS	26.338
	16.456
	10.430
	5.145

Tabla A 110

Relación de Consistencia para el Análisis de la Ubicación de Botaderos de Basura

VECTOR SUMA PONDERADO															
Resultados de la operación de matrices															Vector Suma Ponderada
															n
0.41	0.52	0.49	0.41												2.163
6	7	4	7												
0.20	0.26	0.32	0.31												1.371
8	3	9	3												
0.13	0.13	0.16	0.20												0.849
9	2	5	9												
0.10	0.08	0.08	0.10												0.533
4	8	2	4												
0.06	0.06	0.04	0.03												0.263
9	6	1	5												
-	-	-	-												$\lambda_{máx}$
															Vector Suma Ponderado / Vector Priorización
															5.195
															5.205
															5.162
															5.108
															5.104
															SUMA PROMEDIO
															25.773
															5.155
															INDICE DE CONSISTENCIA
															IC
															0.039
															RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)
															RC
															0.03

Tabla A 111

M. de Comparación del par: Manejo y Disposición de Residuos Sólidos

Manejo y disposición de residuos sólidos	Sin recojo de residuos sólidos	Botadero en el cauce de la quebrada	Recojo con motofurgón (reciclador)	Recojo municipal (compactadora)	No genera (no botan)
Sin recojo de residuos sólidos	1.00	2.00	3.00	5.00	8.00
Botadero en el cauce de la quebrada	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
Recojo con motofurgón (reciclador)	0.33	0.50	1.00	3.00	5.00
Recojo municipal (compactadora)	0.20	0.33	0.33	1.00	2.00
No genera (no botan)	0.13	0.20	0.20	0.50	1.00
SUMA	2.16	4.03	6.53	14.50	23.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.07	0.04

Tabla A 112

M. de Normalización del par: Manejo y Disposición de Residuos Sólidos

Manejo y disposición de residuos sólidos	Sin recojo de residuos sólidos	Botadero en el cauce de la quebrada	Recojo con motofurgón (reciclador)	Recojo municipal (compactadora)	No genera (no botan)	Vector Priorización
Sin recojo de residuos sólidos	0.463	0.496	0.459	0.345	0.348	0.422
Botadero en el cauce de la quebrada	0.232	0.248	0.306	0.345	0.304	0.287
Recojo con motofurgón (reciclador)	0.154	0.124	0.153	0.207	0.217	0.171

Recojo municipal (compactadora)	0.093	0.083	0.051	0.069	0.087	0.076
No genera (no botan)	0.058	0.050	0.031	0.034	0.043	0.043
SUMA						1.000
						Porcentaje (%)
PESO PONDERADO DE LOS PARAMETROS						42.221
						28.698
						17.115
						7.645
						4.322

Tabla A 113

Relación de Consistencia del Parámetro Manejo y Disposición de Residuos Sólidos

VECTOR SUMA PONDERADO															
Resultados de la operación de matrices															Vector Suma Ponderada
0.422 0.574 0.513 0.382 0.346															2.238
0.211 0.287 0.342 0.382 0.303															1.525
0.141 0.143 0.171 0.229 0.216															0.901
0.084 0.096 0.057 0.076 0.086															0.400
0.053 0.057 0.033 0.038 0.043															0.225
- - - -															$\lambda_{\max}$
															Vector Suma Ponderado / Vector Priorización
															5.300
															5.314
															5.263
															5.233
															5.196
															SUMA PROMEDIO
															26.306
															5.261
INDICE DE CONSISTENCIA															IC
															0.065

RELACION DE CONSISTENCIA ≤ 0.1 (*)	RC	0.06
---	----	------

Tabla A 114

M. de Comparación del par: Conocimiento de Reciclaje

Conocimiento de reciclaje	No conoce	Conoce por comentarios de sus vecinos	Tiene ligeras nociones	Solo tiene conocimientos	Conoce y practica el reciclaje
No conoce	1.00	2.00	3.00	5.00	9.00
Conoce por comentarios de sus vecinos	0.50	1.00	2.00	4.00	5.00
Tiene ligeras nociones	0.33	0.50	1.00	3.00	4.00
Solo tiene conocimientos	0.20	0.33	0.33	1.00	3.00
Conoce y practica el reciclaje	0.11	0.20	0.25	0.33	1.00
SUMA	2.14	4.03	6.58	13.33	22.00
I/SUMA	0.47	0.25	0.15	0.08	0.05

Tabla A 115

M. de Normalización del par: Conocimiento de Reciclaje

Conocimiento de reciclaje	No conoce	Conoce por comentarios de sus vecinos	Tiene ligeras nociones	Solo tiene conocimientos	Conoce y practica el reciclaje	Vector Priorización
No conoce	0.466	0.496	0.456	0.375	0.409	0.440
Conoce por comentarios de sus vecinos	0.233	0.248	0.304	0.300	0.227	0.262
Tiene ligeras nociones	0.155	0.124	0.152	0.225	0.182	0.168
Solo tiene conocimientos	0.093	0.083	0.051	0.075	0.136	0.088
Conoce y practica el reciclaje	0.052	0.050	0.038	0.025	0.045	0.042
SUMA						

	1.000
	Porcentaje (%)
	44.040
PESO PONDERADO DE LOS PARAMETROS	26.243
	16.762
	8.758
	4.197

Tabla A 116

Relación de Consistencia del Parámetro Conocimiento de Reciclaje

VECTOR SUMA PONDERADO															
Resultados de la operación de matrices															Vector Suma Ponderada
0.440 0.525 0.503 0.438 0.378															2.284
0.220 0.262 0.335 0.350 0.210															1.378
0.147 0.131 0.168 0.263 0.168															0.876
0.088 0.087 0.056 0.088 0.126															0.445
0.049 0.052 0.041 0.029 0.042															0.214
-															λ_{max}
															Vector Suma Ponderado / Vector Priorización
															5.186
															5.251
															5.227
															5.080
															5.093
															SUMA
															25.837
															PROMEDIO
															5.167
INDICE DE CONSISTENCIA															IC
															0.042
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)															RC
															0.04

Tabla A 117

Niveles de Vulnerabilidad

Niveles de vulnerabilidad			
Nivel de vulnerabilidad	Rangos		
Vulnerabilidad Muy-Alta	0.294	$\leq v <$	0.499
Vulnerabilidad Alta	0.169	$\leq v <$	0.294
Vulnerabilidad Media	0.089	$\leq v <$	0.169
Vulnerabilidad Baja	0.045	$\leq v <$	0.089

Tabla A 118

Cálculo de la Vulnerabilidad y Niveles de Vulnerabilidad en la Dimensión Social

DIMENSIÓN SOCIAL												
Exposición		Fragilidad				Resiliencia						
Número de personas a nivel de lote		Grupo etáreo	Tipo de discapacidad	Valor Fragilidad Social	Peso Fragilidad Social	Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad	Capacitación en temas de Gestión de Riesgos por parte de sus autoridades	Interés de participar en campañas de prevención del riesgo	Valor Resiliencia Social	Peso Resiliencia Social	VALOR DIMENSIÓN SOCIAL	PESO DIMENSIÓN SOCIAL
Valor Exposición Social	Peso Exposición Social											
Pdes x P par	P_FACTOR	Pdes x P par	Pdes x P par		P_FACTOR	Pdes x P par	Pdes x P par	Pdes x P par		P_FACTOR		
0.43	0.54	0.35	0.13	0.76	0.297	0.27	0.14	0.08	0.50	0.164	0.537	0.60
0.26	0.54	0.19	0.08	0.41	0.297	0.13	0.08	0.04	0.25	0.164	0.302	0.60
0.17	0.54	0.10	0.04	0.22	0.297	0.08	0.04	0.02	0.15	0.164	0.180	0.60
0.10	0.54	0.05	0.02	0.10	0.297	0.03	0.02	0.01	0.06	0.164	0.094	0.60
0.05	0.54	0.03	0.01	0.06	0.297	0.02	0.01	0.01	0.04	0.164	0.048	0.60

Tabla A 119

Cálculo de la Vulnerabilidad y Niveles de Vulnerabilidad en la Dimensión Económica

DIMENSIÓN ECONOMICA													
Exposición		Fragilidad					Resiliencia						
Cercanía de la vivienda a la zona de peligro		Material predominante - pared	Material predominante - techo	Estado de conservación de la vivienda	Valor Fragilidad Económico	Peso Fragilidad Económico	Ocupación principal (jefe de hogar)	Ingreso familiar promedio mensual	Organización comunitaria	Valor Resiliencia Económico	Peso Resiliencia Económico	VALOR DIMENSIÓN SOCIAL	PESO DIMENSIÓN SOCIAL
Valor Exposición Económico	Peso Exposición Económico												
Pdes x P par	P_FAC TOR	Pdes x P par	Pdes x P par	Pdes x P par			Pdes x P par	Pdes x P par	Pdes x P par				
0.44	0.648	0.24	0.14	0.07	0.46	0.23	0.27	0.13	0.08	0.48	0.122	0.450	0.30
0.30	0.648	0.15	0.08	0.05	0.28	0.23	0.14	0.08	0.04	0.26	0.122	0.287	0.30
0.15	0.648	0.08	0.05	0.02	0.16	0.23	0.07	0.04	0.03	0.14	0.122	0.148	0.30
0.08	0.648	0.04	0.02	0.01	0.08	0.23	0.04	0.03	0.01	0.08	0.122	0.076	0.30
0.04	0.648	0.02	0.01	0.01	0.04	0.23	0.02	0.01	0.01	0.04	0.122	0.039	0.30

Tabla A 120

Cálculo de la Vulnerabilidad y Niveles de Vulnerabilidad en la Dimensión Ambiental

DIMENSIÓN AMBIENTAL								
Exposición		Fragilidad		Resiliencia		VALOR DIMENSIÓN SOCIAL	PESO DIMENSIÓN SOCIAL	VALOR DE LA VULNERABILIDAD
Ubicación de botadero de basura		Manejo y disposición de residuos sólidos		Conocimiento de reciclaje				
Valor Exposición Ambiental	Peso Exposición Ambiental	Valor Fragilidad Ambiental	Peso Fragilidad Ambiental	Valor Fragilidad Ambiental	Peso Fragilidad Ambiental			
Pdes x P par	P_FAC TOR	Pdes x P par	P_FAC TOR	Pdes x P par	P_FAC TOR			
0.42	0.648	0.42	0.230	0.44	0.122	0.421	0.10	0.499
0.26	0.648	0.29	0.230	0.26	0.122	0.269	0.10	0.294

DIMENSIÓN AMBIENTAL								
Exposicion		Fragilidad		Resiliencia		VALOR DIMEN SIÓN SOCIAL	PESO DIMEN SIÓN SOCIAL	VALOR DE LA VULNERABI LIDAD
Ubicación de botadero de basura		Manejo y disposición de residuos sólidos		Conocimiento de reciclaje				
Valor Exposic ion	Peso Exposic ion	Valor Fragilid ad	Peso Fragilid ad	Valor Fragilid ad	Peso Fragilid ad			
Ambien tal	Ambien tal	Ambien tal	Ambien tal	Ambien tal	Ambien tal			
Pdes x P par	P_FAC TOR	Pdes x P par	P_FAC TOR	Pdes x P par	P_FAC TOR			
0.16	0.648	0.17	0.230	0.17	0.122	0.166	0.10	0.169
0.10	0.648	0.08	0.230	0.09	0.122	0.096	0.10	0.089
0.05	0.648	0.04	0.230	0.04	0.122	0.048	0.10	0.045

Tabla A 121

Estratificación de la Vulnerabilidad

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
VULNERABILIDAD MUY ALTA	Número de personas a nivel de lote (Mas de 6 personas). Grupo etáreo (de 0 a 5 años y mayor a 65 años). Con al menos un integrante de la familia con discapacidad (Visual). Conocimiento pasado sobre la ocurrencia de desastres en su localidad (Poco conocimiento). Capacitación en temas de gestión de riesgo por parte de sus autoridades (Nunca). Interés en participar en campañas de prevención de riesgos (No muestra interés). Cercanía de la vivienda a la zona de peligro (Entre 30 y 50m a la zona de peligro). Material predominante de los pares (Adobe y tapia). Material predominante de techo (Calamina o Eternit). Estado de conservación de la vivienda (Deteriorado). Ocupación principal del jefe del hogar (Agricultor). Ingreso promedio mensual (Menor al sueldo mínimo). Organización comunitaria (Le interesa participar en las brigadas de emergencia). Ubicación del botadero de basura (Menor a 20 m.). Manejo y disposición de residuos sólidos (Sin recojo). Conocimiento de reciclaje (No conoce).	$0.294 \leq V < 0.499$

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
VULNERABILIDAD ALTA	Número de personas a nivel de lote (De 3 a 6 personas). Grupo etáreo (de 6 a 12 y 61 a 65 años). Con al menos un integrante de la familia con discapacidad (No tiene). Conocimiento pasado sobre la ocurrencia de desastres en su localidad (Escaso conocimiento). Capacitación en temas de gestión de riesgo por parte de sus autoridades (Cada 3 años). Interés en participar en campañas de prevención de riesgos (No muestra interés de vez en cuenta). cercanía de la vivienda a la zona de peligro (Entre 50 y 100m a la zona de peligro). Material predominante de los pares (Adobe y tapia). Material predominante de techo (Calamina / Eternit). Estado de conservación de la vivienda (Con reparaciones). Ocupación principal del jefe del hogar (Agricultor). Ingreso promedio mensual (Menor al sueldo mínimo). Organización comunitaria (Le interesa participar en las brigadas de emergencia). Ubicación del botadero de basura (Entre 50 a 100 m.). Manejo y disposición de residuos sólidos (Botadero en cauce de la quebrada). Conocimiento de reciclaje (No conoce).	$0.169 \leq V < 0.294$
VULNERABILIDAD MEDIA	Número de personas a nivel de lote (De 1 a 6 personas). Grupo etáreo (De 13 a 15 años y 51 a 60 años). Con al menos un integrante de la familia con discapacidad (No tiene). Conocimiento pasado sobre la ocurrencia de desastres en su localidad (Regular conocimiento). Capacitación en temas de gestión de riesgo por parte de sus autoridades (Cada 2 años). Interés en participar en campañas de prevención de riesgos (Muestra interés de vez en cuando). cercanía de la vivienda a la zona de peligro (Entre 100 y 200 a la zona de peligro). Material predominante de los pares (Adobe y tapia). Material predominante de techo (Calamina o Eternit). Estado de conservación de la vivienda (Regular estado). Ocupación principal del jefe del hogar (Agricultor). Ingreso promedio mensual (Menor al sueldo mínimo). Organización comunitaria (Le interesa participar en las brigadas de emergencia). Ubicación del botadero de basura (De 50 a 100 m.). Manejo y disposición de residuos sólidos (Con recojo). Conocimiento de reciclaje (No conoce).	$0.089 \leq V < 0.169$
VULNERABILIDAD BAJA	Número de personas a nivel de lote (Mas de 6 personas). Grupo etáreo (de 0 a 5 años y mayor a 65 años). Con al menos un integrante de la familia con discapacidad (Visual). Conocimiento pasado sobre la ocurrencia de desastres en su localidad (Poco conocimiento). Capacitación en temas de gestión de riesgo por parte de sus autoridades (Nunca). Interés en participar en campañas de prevención de riesgos (No muestra interés). Cercanía de la vivienda a la zona de peligro (Entre 30 y 50m a la zona de peligro). Material predominante de los pares (Adobe y tapia). Material predominante de techo (Calamina o Eternit). Estado de conservación de la vivienda (Deteriorado). Ocupación principal del jefe del hogar (Agricultor). Ingreso promedio mensual (Menor al sueldo mínimo). Organización comunitaria (Le interesa participar en	$0.045 \leq V < 0.089$

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
	las brigadas de emergencia). Ubicación del botadero de basura (Menor a 20 m.). Manejo y disposición de residuos sólidos (Sin recojo). Conocimiento de reciclaje (No conoce).	

Tabla A 122

Resumen de Descriptores y Pesos para el Cálculo del Mapa de Vulnerabilidad

DIMENSIÓN		FACTOR		PARÁMETRO		DESCRIPTOR	
NOMBRE	PESO	NOMBRE	PESO	NOMBRE	PESO	CLASIFICACIÓN	PESO
SOCIAL	0.6	EXPOSICIÓN SOCIAL	0.539	Número de personas a nivel de lote	1.000	Mas de 6 personas	0.428
						De 3 a 6 personas	0.258
						De 1 a 3 personas	0.170
						Persona sola	0.097
						Deshabilitado	0.047
		FRAGILIDAD SOCIAL	0.297	Grupo etáreo	0.720	0 a 5 años y mayor a 65 años	0.485
						De 6 a 12 años y de 61 a 65 años	0.270
						De 13 a 15 años y de 51 a 60 años	0.136
						De 16 a 30 años	0.074
						De 31 a 50 años	0.036
				Tipo de discapacidad	0.280	Mental o intelectual	0.480
						Visual	0.290
						Para usar brazos y piernas	0.127
						Para oír y/o hablar	0.065

DIMENSIÓN		FACTOR		PARÁMETRO		DESCRIPTOR	
NOMBRE	PESO	NOMBRE	PESO	NOMBRE	PESO	CLASIFICACIÓN	PESO
		RESILIENCIA SOCIAL	0.164	Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad	0.539	No tiene	0.038
						No conoce	0.505
						Escaso conocimiento	0.246
						Poco conocimiento	0.155
						Regular conocimiento	0.059
						Conocimiento amplio	0.035
				Capacitación en temas de Gestión de Riesgos por parte de sus autoridades	0.297	Nunca	0.481
						Cada 5 años	0.274
						Cada 3 años	0.139
						Cada 2 años	0.067
						Una (1) vez por año	0.040
						No muestra interés	0.517
				Interés de participar en campañas de prevención del riesgo	0.164	Muestra interés de vez en cuando	0.232
						actúa si hay incentivos	0.130
						Me gusta participar	0.081
						Siempre estoy atento para participar	0.041
						Menor a 30 m. de la zona de peligro	0.443
ECONÓMICA	0.3		0.648		1.000		

DIMENSIÓN		FACTOR		PARÁMETRO		DESCRIPTOR	
NOMBRE	PESO	NOMBRE	PESO	NOMBRE	PESO	CLASIFICACIÓN	PESO
		EXPOSICIÓN ECONÓMICA		Cercanía de la vivienda a la zona de peligro		Entre 30 a 50 m. de la zona de peligro	0.296
						Entre 50 a 100 m. de la zona de peligro	0.147
						Entre 100 a 200 m. de la zona de peligro	0.076
						Mayor a 200 m. de la zona de peligro	0.039
		FRAGILIDAD ECONÓMICA		Material predominante - pared	0.539	Piedra con mortero de barro	0.451
						Adobe	0.277
						Tapia	0.157
						Adobe con recubrimiento	0.076
				Material predominante - techo	0.297	Ladrillo y/o bloqueta de cemento	0.039
						Paja	0.470
						Plástico	0.261
						Tejas	0.155
						Planchas de calamina, fibra de cemento o similares	0.080
						Losa de concreto	0.035
						Deteriorado	0.445
						En proceso de deterioro	0.298
				Estado de conservación de la vivienda	0.164	Con refacciones	0.148
						Regular estado	0.068

DIMENSIÓN		FACTOR		PARÁMETRO		DESCRIPTOR	
NOMBRE	PESO	NOMBRE	PESO	NOMBRE	PESO	CLASIFICACIÓN	PESO
				Ocupación principal (jefe de hogar)	0.539	Buen Estado	0.041
						Trabajador familiar no remunerado	0.503
						Obrero/ peón	0.260
						Agricultor	0.134
						Empleado/Trabajador independiente	0.068
						Empleador	0.035
				Ingreso familiar promedio mensual	0.297	Menor al suelo mínimo	0.440
						De 931 a 1200	0.274
						De 1201 a 1500	0.147
						De 1501 a 1800	0.091
						Mayor a 1800	0.048
						No le interesa	0.465
				Organización comunitaria	0.164	Le interesa participar en las brigadas de emergencia	0.238
						Conoce las rutas de evacuación	0.171
						Tiene brigadas de emergencia	0.083
						Tiene brigadas de emergencia y participa	0.043
AMBIENTAL	0.1		0.648		1.000	Menor a 20 m.	0.416

DIMENSIÓN		FACTOR		PARÁMETRO		DESCRIPTOR	
NOMBRE	PESO	NOMBRE	PESO	NOMBRE	PESO	CLASIFICACIÓN	PESO
		EXPOSICIÓN AMBIENTAL		Ubicación de botadero de basura		De 20 a 50 m.	0.263
						De 50 a 100 m.	0.165
						De 100 a 200 m.	0.104
						Mayor a 200 m.	0.051
						Sin recojo de residuos sólidos	0.422
		FRAGILIDAD AMBIENTAL	0.230	Manejo y disposición de residuos sólidos	1.000	Botadero en el cauce de la quebrada	0.287
						Recojo con motofurgón (reciclador)	0.171
						Recojo municipal (compactadora)	0.076
						No genera (no botan)	0.043
		RESILIENCIA AMBIENTAL	0.122	Conocimiento de reciclaje	1.000	No conoce	0.440
						Conoce por comentarios de sus vecinos	0.262
						Tiene ligeras nociones	0.168

DIMENSIÓN		FACTOR		PARÁMETRO		DESCRIPTOR	
NOMBRE	PESO	NOMBRE	PESO	NOMBRE	PESO	CLASIFICACIÓN	PESO
						Solo tiene conocimientos	0.088
						Conoce y practica el reciclaje	0.042

Tabla A 123

Cálculo de la Vulnerabilidad y el Nivel de Vulnerabilidad por cada Vivienda, Unidad

Analizada

ORDEN LOTE	CORDENADA ESTE	CORDENADA NORTE	MZ-LTE	VULNERABILIDAD	NIVEL VULNERABILIDAD
1	727847.05	8492327.32	B-2	Media	0.125
2	727855.13	8492321.33	B-1	Alta	0.189
3	727857.04	8492331.35	B-3	Media	0.147
4	727878.13	8492401.44	A-4	Alta	0.183
5	727879.65	8492320.68	B-6	Media	0.111
6	727885.29	8492268.88	C-5	Alta	0.177
7	727889.12	8492338.72	B-4	Media	0.133
8	727893.50	8492445.20	A-6	Alta	0.282
9	727895.06	8492351.51	B-5	Alta	0.176
10	727896.25	8492267.91	C-1	Media	0.142
11	727897.44	8492382.98	A-2	Media	0.160
12	727897.82	8492295.06	D-1	Alta	0.185
13	727905.88	8492266.81	C-4	Alta	0.177
14	727914.63	8492265.78	C-3	Media	0.147
15	727915.63	8492377.01	A-1	Muy Alta	0.301
16	727916.74	8492330.33	E-2	Media	0.143
17	727919.65	8492246.85	C-2	Alta	0.198
18	727920.00	8492401.65	A-3	Media	0.134
19	727920.62	8492339.21	E-10	Alta	0.240
20	727923.10	8492345.93	E-5	Alta	0.236
21	727927.50	8492355.53	E-8	Muy Alta	0.336
22	727932.15	8492331.26	E-4	Media	0.149
23	727940.53	8492437.32	A-5	Alta	0.257
24	727941.13	8492356.43	E-7	Media	0.134
25	727941.50	8492244.89	K-2	Muy Alta	0.303
26	727941.65	8492329.86	E-3	Media	0.168
27	727943.32	8492263.64	K-4	Media	0.132
28	727949.73	8492300.05	J-4	Media	0.135
29	727950.08	8492309.58	J-6	Alta	0.255
30	727951.83	8492353.23	E-6	Media	0.108
31	727952.68	8492278.57	J-2	Media	0.109
32	727955.20	8492237.26	K-1	Muy Alta	0.336
33	727956.29	8492328.23	E-1	Alta	0.179
34	727957.08	8492418.93	S-17	Baja	0.089
35	727958.80	8492261.75	K-3	Alta	0.284
36	727961.48	8492289.32	J-3	Media	0.122

ORDEN LOTE	CORDENADA ESTE	CORDENADA NORTE	MZ-LTE	VULNERABILIDAD	NIVEL VULNERABILIDAD
37	727962.22	8492352.11	E-12	Media	0.130
38	727963.44	8492277.51	J-1	Media	0.143
39	727963.60	8492303.20	J-5	Media	0.118
40	727969.30	8492378.26	S-15	Baja	0.080
41	727971.76	8492328.15	E-9	Muy Alta	0.349
42	727972.56	8492348.95	E-11	Baja	0.082
43	727977.57	8492146.44	M-5	Media	0.158
44	727979.43	8492373.35	S-14	Baja	0.064
45	727980.22	8492450.16	S-18	Media	0.149
46	727981.60	8492070.21	M-6	Media	0.135
47	727982.38	8492443.12	F-4	Baja	0.069
48	727985.56	8492290.22	R-6	Media	0.140
49	727986.07	8492394.76	S-16	Alta	0.231
50	727987.61	8492341.72	R-7	Media	0.109
51	727991.51	8492452.85	S-1	Media	0.111
52	727993.95	8492214.16	L-5	Media	0.147
53	727994.38	8492183.22	L-2	Alta	0.231
54	727999.40	8492280.09	I-4	Baja	0.081
55	728002.09	8492219.50	L-6	Alta	0.240
56	728004.79	8492452.87	S-2	Media	0.114
57	728006.83	8492288.43	I-5	Alta	0.231
58	728007.04	8492245.26	I-9	Media	0.162
59	728007.66	8492181.33	L-1	Media	0.103
60	728007.75	8492124.63	M-11	Media	0.168
61	728007.76	8492104.44	M-15	Muy Alta	0.309
62	728008.65	8492090.15	M-16	Baja	0.080
63	728010.49	8492075.73	M-17	Alta	0.235
64	728014.32	8492154.72	P-9	Media	0.106
65	728015.66	8492249.44	E-12	Baja	0.080
66	728015.68	8492185.93	L-3	Alta	0.212
67	728018.50	8492454.32	S-3	Baja	0.080
68	728020.96	8492280.55	R-5	Baja	0.082
69	728022.52	8492188.30	L-4	Alta	0.241
70	728027.52	8492347.74	R-8	Baja	0.080
71	728028.52	8492279.26	R-4	Baja	0.080
72	728034.32	8492427.54	S-19	Baja	0.080
73	728037.74	8492194.26	Q-1	Baja	0.080
74	728043.14	8492361.79	S-13	Baja	0.081
75	728043.83	8492138.96	M-14	Alta	0.208
76	728045.18	8492182.55	P-4	Baja	0.083
77	728045.37	8492283.67	R-3	Media	0.136
78	728049.81	8492127.38	M-12	Alta	0.207
79	728051.77	8492200.32	Q-3	Baja	0.080
80	728052.92	8492171.99	P-8	Baja	0.086

ORDEN LOTE	CORDENADA ESTE	CORDENADA NORTE	MZ-LTE	VULNERABILIDAD	NIVEL VULNERABILIDAD
81	728053.37	8492161.12	P-1	Baja	0.085
82	728053.52	8492075.90	M-18	Alta	0.178
83	728054.53	8492113.81	M-1	Baja	0.080
84	728054.70	8492346.50	R-9	Alta	0.212
85	728058.00	8492104.79	M-10	Baja	0.081
86	728058.22	8492131.01	M-2	Baja	0.080
87	728058.76	8492145.37	M-4	Media	0.115
88	728059.71	8492095.91	M-9	Baja	0.081
89	728059.96	8492075.57	M-8	Baja	0.087
90	728060.07	8492075.18	M-7	Alta	0.180
91	728061.82	8492169.50	P-2	Baja	0.086
92	728062.96	8492133.69	M-13	Baja	0.080
93	728063.45	8492188.91	P-5	Alta	0.205
94	728063.80	8492085.18	M-8	Baja	0.087
95	728064.98	8492338.54	R-10	Baja	0.080
96	728065.26	8492202.81	Q-2	Media	0.092
97	728067.22	8492135.84	M-3	Baja	0.079
98	728067.67	8492074.22	M-7	Muy Alta	0.305
99	728067.78	8492169.62	P-2	Baja	0.081
100	728069.93	8492370.11	S-12	Baja	0.080
101	728070.08	8492119.40	N-10	Baja	0.080
102	728071.82	8492191.74	P-6	Baja	0.087
103	728071.96	8492151.80	M-15	Baja	0.064
104	728073.20	8492216.43	Q-5	Baja	0.087
105	728074.42	8492109.43	N-2	Alta	0.231
106	728077.06	8492278.43	R-1	Media	0.101
107	728078.64	8492097.50	N-6	Muy Alta	0.302
108	728080.72	8492181.01	P-3	Muy Alta	0.302
109	728082.09	8492300.41	R-2	Baja	0.079
110	728082.17	8492088.14	N-1	Media	0.141
111	728082.87	8492078.73	N-3	Media	0.120
112	728087.15	8492192.00	P-7	Baja	0.069
113	728089.17	8492080.71	N-4	Muy Alta	0.305
114	728096.78	8492146.60	N-13	Media	0.121
115	728102.00	8492434.90	S-8	Muy Alta	0.309
116	728102.33	8492130.19	N-12	Baja	0.069
117	728102.97	8492091.91	N-5	Baja	0.078
118	728103.40	8492410.90	S-11	Media	0.134
119	728103.40	8492125.87	N-11	Baja	0.068
120	728103.66	8492120.76	N-9	Media	0.127
121	728104.00	8492108.09	N-7	Media	0.141
122	728104.11	8492115.75	N-8	Baja	0.078
123	728104.40	8492460.69	S-5	Alta	0.239
124	728104.95	8492177.74	O-2	Alta	0.239

ORDEN LOTE	CORDENADA ESTE	CORDENADA NORTE	MZ-LTE	VULNERABILIDAD	NIVEL VULNERABILIDAD
125	728105.05	8492445.25	S-7	Baja	0.069
126	728105.23	8492187.99	O-3	Media	0.133
127	728105.34	8492165.03	O-1	Baja	0.069
128	728106.59	8492451.75	S-6	Baja	0.069
129	728108.23	8492427.74	F-6	Media	0.127
130	728108.78	8492474.37	S-4	Media	0.147
131	728109.33	8492422.58	S-10	Baja	0.069
132	728109.43	8492430.09	S-9	Media	0.133
133	728115.63	8492359.72	R-11	Baja	0.069
134	728128.67	8492451.30	F-17	Baja	0.074
135	728130.28	8492429.45	F-19	Baja	0.068
136	728131.79	8492483.69	F-17	Alta	0.239
137	728133.68	8492439.43	F-18	Alta	0.240
138	728135.07	8492294.33	I-3	Media	0.120
139	728139.03	8492314.98	I-9	Baja	0.067
140	728139.33	8492474.51	F-16	Baja	0.068
141	728142.58	8492317.74	I-9	Muy Alta	0.308
142	728144.31	8492401.87	F-10	Alta	0.255
143	728145.87	8492435.32	F-12	Media	0.112
144	728146.57	8492432.33	F-12	Baja	0.062
145	728148.20	8492411.50	F-11	Media	0.168
146	728152.62	8492462.13	F-15	Alta	0.255
147	728152.70	8492490.61	G-17	Alta	0.255
148	728152.99	8492315.58	I-10	Media	0.128
149	728154.17	8492295.93	I-2	Baja	0.068
150	728157.07	8492448.26	F-13	Baja	0.064
151	728158.39	8492399.39	H-3	Media	0.148
152	728159.21	8492428.98	H-6	Muy Alta	0.305
153	728160.90	8492484.15	G-16	Baja	0.069
154	728163.48	8492409.08	H-4	Baja	0.087
155	728163.73	8492419.90	H-5	Media	0.144
156	728164.13	8492454.09	F-14	Baja	0.074
157	728164.27	8492318.63	I-8	Media	0.122
158	728165.48	8492313.07	I-8	Alta	0.256
159	728167.65	8492478.85	G-15	Alta	0.256
160	728172.82	8492473.13	G-14	Alta	0.239
161	728174.29	8492310.84	I-7	Alta	0.192
162	728175.80	8492290.20	I-11	Alta	0.257
163	728175.82	8492437.82	H-7	Alta	0.192
164	728179.42	8492460.86	G-1	Muy Alta	0.339
165	728180.86	8492416.04	G-20	Alta	0.192
166	728184.94	8492309.66	I-6	Media	0.114
167	728185.81	8492471.97	G-3	Muy Alta	0.303
168	728190.77	8492440.23	G-2	Muy Alta	0.303

ORDEN LOTE	CORDENADA ESTE	CORDENADA NORTE	MZ-LTE	VULNERABILIDAD	NIVEL VULNERABILIDAD
169	728193.30	8492465.84	G-4	Media	0.128
170	728194.75	8492421.19	G-9	Media	0.129
171	728195.55	8492406.85	G-7	Media	0.121
172	728197.16	8492464.97	G-4	Alta	0.257
173	728197.16	8492464.97	G-13	Alta	0.241
174	728198.71	8492307.40	I-5	Media	0.141
175	728200.47	8492464.14	G-13	Alta	0.255
176	728205.03	8492457.04	G-12	Media	0.145
177	728205.49	8492330.69	H-2	Media	0.129
178	728207.98	8492405.76	G-6	Media	0.116
179	728214.02	8492391.65	H-1	Media	0.111
180	728214.42	8492442.23	G-11	Alta	0.191
181	728215.69	8492426.93	G-10	Media	0.139
182	728216.00	8492404.85	G-5	Media	0.132
183	728216.09	8492414.89	G-8	Media	0.113
184	728218.22	8492301.79	I-4	Muy Alta	0.323
185	728232.76	8492449.85	2-9	Media	0.141
186	728235.13	8492443.33	2-8	Media	0.103
187	728235.53	8492439.92	2-4	Alta	0.271
188	728238.24	8492422.65	2-7	Alta	0.239
189	728241.68	8492459.84	2-1	Media	0.107
190	728247.53	8492453.29	2-2	Media	0.150
191	728253.83	8492433.65	2-5	Media	0.111
192	728260.99	8492440.33	2-6	Alta	0.233
193	728317.66	8492365.11	CEMENTERI O	Media	0.113
194	728341.49	8492461.62	3-77	Media	0.143
195	728349.56	8492457.25	3-1	Media	0.132
196	728355.46	8492443.33	3-72	Muy Alta	0.306
197	728355.91	8492429.82	3-47	Media	0.130
198	728359.20	8492457.46	3-76	Media	0.150
199	728365.45	8492473.44	3-78	Media	0.128
200	728369.38	8492449.30	3-71	Media	0.138
201	728370.02	8492464.98	3-73	Media	0.145
202	728371.82	8492441.47	3-46	Media	0.138
203	728375.77	8492435.55	3-45	Alta	0.278
204	728378.27	8492414.79	3-61	Media	0.122
205	728380.20	8492457.01	3-70	Media	0.141
206	728382.97	8492452.48	3-69	Media	0.130
207	728385.60	8492448.48	3-68	Alta	0.253
208	728386.05	8492434.79	3-44	Media	0.107
209	728386.52	8492480.88	3-66	Media	0.143
210	728387.89	8492444.19	3-67	Media	0.108
211	728392.27	8492416.85	3-43	Media	0.133

ORDEN LOTE	CORDENADA ESTE	CORDENADA NORTE	MZ-LTE	VULNERABILIDAD	NIVEL VULNERABILIDAD
212	728393.91	8492409.79	3-42	Media	0.112
213	728395.83	8492406.65	3-	Media	0.150
214	728398.51	8492461.00	3-65	Media	0.138
215	728399.00	8492393.70	3-40	Alta	0.271
216	728399.12	8492403.25	3-41	Media	0.161
217	728410.26	8492411.45	3-39	Media	0.123
218	728412.06	8492440.64	3-64	Media	0.155
219	728415.79	8492443.57	3-63	Media	0.156
220	728418.54	8492435.01	3-62	Media	0.142
221	728419.36	8492387.09	34-1	Alta	0.240
222	728423.57	8492342.97	A-C	Media	0.167
223	728423.57	8492342.97	34-6	Media	0.123
224	728425.63	8492391.57	34-2	Alta	0.170
225	728426.50	8492317.51	44-1A	Media	0.141
226	728428.30	8492414.04	3-38	Media	0.136
227	728429.56	8492343.72	34-6	Media	0.136
228	728430.39	8492380.44	34-3	Media	0.136
229	728430.96	8492353.72	34-5	Media	0.136
230	728431.55	8492366.42	34-4	Media	0.136
231	728434.64	8492400.30	3-32	Media	0.136
232	728441.89	8492387.41	3-60	Media	0.136
233	728444.82	8492322.52	40-1	Alta	0.242
234	728455.11	8492322.63	40-2	Alta	0.242
235	728456.88	8492354.04	35-14	Alta	0.242
236	728456.96	8492364.04	35-1	Media	0.164
237	728457.50	8492295.52	40-24	Media	0.164
238	728464.98	8492322.45	40-3	Media	0.164
239	728468.71	8492359.23	35-2	Alta	0.183
240	728474.78	8492292.91	40-23	Media	0.164
241	728474.81	8492322.27	40-4	Media	0.136
242	728476.28	8492359.23	35-3	Media	0.136
243	728483.72	8492354.86	35-13	Media	0.136
244	728484.03	8492364.92	35-4	Media	0.126
245	728484.73	8492292.57	40-22	Media	0.119
246	728484.78	8492322.17	40-5	Media	0.119
247	728491.09	8492354.87	35-12	Media	0.111
248	728491.36	8492364.94	35-5	Media	0.106
249	728494.75	8492292.31	40-21	Media	0.106
250	728494.85	8492322.08	40-6	Media	0.111
251	728502.47	8492359.41	35-6	Media	0.111
252	728502.99	8492258.13	54-1	Media	0.111
253	728504.67	8492292.23	40-20	Media	0.111
254	728504.82	8492322.02	40-7	Media	0.169
255	728509.82	8492244.64	54-10	Media	0.119

ORDEN LOTE	CORDENADA ESTE	CORDENADA NORTE	MZ-LTE	VULNERABILIDAD	NIVEL VULNERABILIDAD
256	728514.72	8492292.24	40-19	Media	0.126
257	728515.01	8492321.98	40-8	Media	0.119
258	728517.48	8492359.30	35-7	Media	0.140
259	728524.29	8492249.20	54-2	Alta	0.278
260	728524.78	8492292.20	40-18	Media	0.122
261	728525.09	8492321.87	40-9	Media	0.141
262	728532.61	8492359.17	35-8	Media	0.130
263	728534.25	8492249.07	54-3	Alta	0.253
264	728534.69	8492292.22	40-17	Media	0.107
265	728534.91	8492221.94	54-9	Media	0.143
266	728534.97	8492321.85	40-10	Media	0.108
267	728544.30	8492249.17	54-4	Media	0.133
268	728544.53	8492292.11	40-16	Media	0.112
269	728544.76	8492321.74	40-11	Media	0.162
270	728547.28	8492359.38	35-9	Media	0.161
271	728554.09	8492219.49	54-8	Alta	0.171
272	728554.26	8492249.24	54-5	Baja	0.069
273	728554.48	8492292.07	40-15	Baja	0.087
274	728554.64	8492321.72	40-12	Media	0.144
275	728562.39	8492363.85	35-10	Baja	0.074
276	728562.39	8492354.08	35-11	Media	0.122
277	728564.12	8492219.35	54-7	Media	0.161
278	728564.28	8492249.23	54-6	Alta	0.192
279	728564.71	8492321.30	40-13	Alta	0.191
280	728564.73	8492291.98	40-14	Media	0.160

Tabla A 124

Matriz del Riesgo Asociado a Flujos de Detritos en el Sector Puca Puca

Peligrosidad	Muy alto	0.455	0.040	0.077	0.136	0.227
	Alto	0.283	0.025	0.048	0.083	0.141
	Medio	0.197	0.017	0.033	0.058	0.098
	Bajo	0.149	0.013	0.025	0.044	0.074
			0.089	0.169	0.294	0.499
			Bajo	Medio	Alto	Muy alto
			Vulnerabilidad			

Tabla A 125

Niveles del Riesgo Asociado a Flujos de Detritos en el Sector Puca Puca

Nivel del Riesgo	Rango
Riesgo Muy alto	0.083 ≤ R < 0.227
Riesgo Alto	0.033 ≤ R < 0.083
Riesgo Medio	0.013 ≤ R < 0.033
Riesgo Bajo	0.001 ≤ R < 0.013

Tabla A 126

Descripción de los Niveles del Riesgo Asociado a Flujos de Detritos

Valor	Nivel del Riesgo	Descripción
4	Riesgo Muy alto	Las consecuencias debido a un impacto de Deslizamiento son catastróficas, a la infraestructura existente, la salud y a la vida humana.
3	Riesgo Alto	Las consecuencias debido a un impacto de Deslizamiento pueden ser gestionadas con apoyo externo (Gobierno Provincia o Gobierno Regional y de los pobladores).
2	Riesgo Medio	Las consecuencias debido a un impacto de Deslizamiento pueden ser gestionadas con los recursos disponibles y apoyo de la población.
1	Riesgo Bajo	Las consecuencias debido a un impacto de Deslizamiento pueden ser gestionadas sin dificultad.

Tabla A 127

Niveles de Riesgo Asociado bajo la Probabilidad de Ocurrencia a Flujos de Detritos en el Sector Puca Puca

Valor	Nivel del Riesgo	Descripción
4	Muy alto	Puede ocurrir en la mayoría de las circunstancias.
3	Alto	Puede ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos según circunstancias.
2	Medio	Puede ocurrir en periodos de tiempo largos según circunstancias.
1	Bajo	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales.

Tabla A 128

Estratificación del Nivel del Riesgo por Flujos de Detritos

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
RIESGO MUY ALTO	Precipitación: 60-80% superior a lo normal climático; Pendientes: 20-30° y >40°; Unidades Geomorfológicas: V-al (Vertiente aluvial), V-cd (Coluvio-deluvial); Unidades Geológicas: Qh-co (Depósito coluvial), Qh-al (Depósito aluvial); Peligro Geológico: 0.068 a 0.503; Valor de Factores: Condicionantes de 0.283712 a 0.450136, Desencadenantes de 0.262 a 0.450136; Susceptibilidad: 0.291595 a 0.421558; Personas por lote: Más de 6; Grupo étnico: 0-5 años y >65 años; Discapacidad: Visual; Conocimiento de desastres: Poco; Capacitación en gestión de riesgos: Nunca; Interés en prevención de riesgos: No muestra interés; Cercanía a peligro: 30-50 m; Material de paredes: Adobe y tapia; Material de techo: Calamina o Eternit; Estado de vivienda: Deteriorado; Ocupación del jefe del hogar: Agricultor.	0.083 ≤ R < 0.227
RIESGO ALTO	Pendientes: Muy baja (0-5°), Baja (5-20°), Moderada (20-30°); Unidades Geomorfológicas: V-al (Vertiente aluvial), V-cd (Coluvio-deluvial), AA (Áreas agrícolas); Unidades Geológicas: Qh-al (Depósito aluvial), Qh-co (Depósito coluvial), Qh-cd (Depósito coluvio-deluvial), PsT r-mi (Grupo Mitu); Peligro Geológico: 0.035 a 0.503; Factores: Condicionantes (0.140216 a 0.227854), Desencadenantes (0.262); Susceptibilidad: 0.176766 a 0.258396; Personas por lote: 3 a 6; Grupo étnico: 0 a 5 años, >65 años, 6 a 12 años, 61 a 65 años; Discapacidad: No tiene; Conocimiento de desastres: Escaso; Capacitación en riesgos: Cada 3 años; Interés en prevención: Poco; Cercanía a peligro: 50 a 100 m; Material de pared: Adobe y tapia; Material de techo: Calamina o Eternit; Conservación de vivienda: Reparada; Ocupación del jefe del hogar: Agricultor; Ingreso mensual: < sueldo mínimo; Organización comunitaria: Participa en brigadas de emergencia; Botadero de basura: 50 a 100 m; Manejo de residuos: Botadero en quebrada; Conocimiento de reciclaje: No conoce.	0.033 ≤ R < 0.083
RIESGO MEDIO	Pendientes: Muy baja (0-5°) y Baja (5-20°); Geomorfología: AA (Áreas agrícolas), Pl-i (Llanura de inundación), V-cd (Coluvio-deluvial); Geología: Qh-co (Depósito coluvial), Qh-fl (Depósito fluvial), Qh-cd (Depósito coluvio-deluvial), Qh-al (Depósito aluvial); Peligro Geológico: 0.072 a 0.503; Factores: Condicionantes 0.0785 a 0.117614, Desencadenantes 0.262; Susceptibilidad: 0.128261 a 0.193676; Personas por lote: 1 a 6; Grupo étnico: 13-15 años, 51-60 años; Discapacidad: No tiene; Conocimiento de desastres: Regular; Capacitación en riesgos: Cada 2 años; Interés en prevención: Interés ocasional; Cercanía a peligro: 100-200 m; Material de paredes: Adobe y tapia; Techo: Calamina o Eternit; Estado de vivienda: Regular; Ocupación del jefe del hogar: Agricultor; Ingreso mensual: Menor al sueldo mínimo; Organización comunitaria: Interés en brigadas de emergencia; Ubicación del botadero: 50-100 m; Manejo de residuos: Con recojo; Conocimiento de reciclaje: No conoce.	0.013 ≤ R < 0.033

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
RIESGO BAJO	Pendientes: Muy baja (0-5°) y Baja (5-20°); Unidades Geomorfológicas: AA (Áreas agrícolas), AU (Áreas urbanizadas); Unidades Geológicas: Qh-al (Depósito aluvial); Peligro Geológico: 0.036 a 0.068; Valor de Factores: Condicionantes de 0.036 a 0.072, Desencadenantes de 0.262; Susceptibilidad: 0.083885 a 0.148943; Nivel de precipitación: 40-60% superior a su normal climático; Periodo de retorno: 5 años; Número de personas por lote: 1 a 6; Grupo etáreo: 13-15 años y 51-60 años; Discapacidad: No tiene; Conocimiento de desastres: Regular; Capacitación en gestión de riesgos: Cada 2 años; Interés en prevención de riesgos: Ocasional; Cercanía a peligro: 100-200 m; Material de paredes: Adobe y tapia; Material de techo: Calamina o Eternit; Estado de vivienda: Regular; Ocupación del jefe del hogar: Agricultor; Ingreso mensual: Menor al sueldo mínimo; Organización comunitaria: Interés en brigadas de emergencia; Ubicación del botadero: 50-100 m; Manejo de residuos: Con recojo; Conocimiento de reciclaje: No conoce.	$0.001 \leq R < 0.013$

Tabla A 129

Evaluación de la Zona de Consecuencias y Daños por Flujos de Detritos

			Zona de consecuencias y daños			
Consecuencia	Muy alto	4	Alta	Alta	Muy Alta	Muy alta
	Alta	3	Alta	Alta	Alta	Muy alta
	Media	2	Media	Media	Alta	Alta
	Baja	1	Baja	Media	Media	Alta
			1	2	3	4
			Baja	Media	Alta	Muy alta
			Frecuencia			

Tabla A 130

Descripción de Consecuencias y Daños Asociados a los Niveles de Riesgo por Flujos de Detritos

Valor	Nivel del Riesgo	Descripción
4	Muy alto	Muerte de personas, enorme pérdida de infraestructura de viviendas, local comunal, iglesia, centros educativos, caminos, desagüe, agua potable, electrificación, etc.

3	Alto	Lesiones grandes en las personas, pérdida de capacidad de producción, pérdida de bienes e infraestructura de servicios públicos esenciales.
2	Medio	Requiere tratamiento médico en las personas, pérdida de bienes e infraestructura pública medianamente.
1	Bajo	Tratamiento de primeros auxilios a las personas, pérdida de infraestructura pública ligera.

Tabla A 131

Nivel de Aceptabilidad y/o Tolerancia al Riesgo por Flujos de Detritos

Nivel de aceptabilidad y/o tolerancia			
Riesgo inaceptable	Riesgo inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisible
Riesgo inaceptable	Riesgo inaceptable	Riesgo inaceptable	Riesgo Inadmisible
Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo inaceptable	Riesgo inaceptable
Riesgo Aceptable	Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo inaceptable

Tabla A 132

Clasificación de la Urgencia de Acción según el Nivel de Riesgo de Flujos de Detritos

Valor	Nivel del Riesgo	Descripción
4	INADMISIBLE	Se debe aplicar inmediatamente medidas de control físico y de ser posible transferir inmediatamente recursos económicos para reducir riesgos.
3	INACEPTABLE	Se deben desarrollar actividades INMEDIATAS Y PRIORITARIAS para el manejo de riesgos ante deslizamientos.
2	TOLERABLE	Se deben desarrollar actividades para el manejo de riesgos.
1	ACEPTABLE	El riesgo no presenta un peligro significativo

Tabla A 133

Cantidad Total de Lotes por Nivel de Riesgo

Cantidad Total de Lotes por Nivel de Riesgo	
Numero de Lotes	Nivel del Riesgo
3	Riesgo Muy alto
104	Riesgo Alto
163	Riesgo Medio
10	Riesgo Bajo
Total de Lotes	280

Nota General: Todas las tablas presentadas en el Capítulo IV están basadas en la metodología del *Manual de Evaluación de Riesgo del Cenepred* (2014). La información y los datos presentados en estas tablas han sido elaborados siguiendo los lineamientos establecidos en este manual para la evaluación de riesgos de flujos de detritos.

Tabla A 134

Cantidad Total de Lotes por Nivel de Vulnerabilidad

Nivel de Vulnerabilidad	Número de Lotes
Vulnerabilidad Muy Alta	18
Vulnerabilidad Alta	63
Vulnerabilidad Media	140
Vulnerabilidad Baja	59
Total de Lotes	280

Tabla A 135

Distribución de Lotes, Niveles de Vulnerabilidad y Riesgo en el Área de Estudio

DISTRIBUCIÓN DE LOTES, NIVELES DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EN EL ÁREA DE ESTUDIO					
ORDEN LOTE	CORDENADA ESTE	CORDENADA NORTE	MZ-LTE	NIVEL DE VULNERABILIDAD	NIVEL DE RIESGO
1	727847.05	8492327.32	B-2	Medio	Medio
2	727855.13	8492321.33	B-1	Alto	Medio
3	727857.04	8492331.35	B-3	Medio	Medio
4	727878.13	8492401.44	A-4	Alto	Alto
5	727879.65	8492320.68	B-6	Medio	Medio
6	727885.29	8492268.88	C-5	Alto	Medio
7	727889.12	8492338.72	B-4	Medio	Medio
8	727893.50	8492445.20	A-6	Alto	Alto
9	727895.06	8492351.51	B-5	Alto	Medio
10	727896.25	8492267.91	C-1	Medio	Medio
11	727897.44	8492382.98	A-2	Medio	Medio
12	727897.82	8492295.06	D-1	Alto	Alto
13	727905.88	8492266.81	C-4	Alto	Alto
14	727914.63	8492265.78	C-3	Medio	Alto
15	727915.63	8492377.01	A-1	Muy Alto	Alto
16	727916.74	8492330.33	E-2	Medio	Medio
17	727919.65	8492246.85	C-2	Alto	Alto
18	727920.00	8492401.65	A-3	Medio	Medio
19	727920.62	8492339.21	E-10	Alto	Alto
20	727923.10	8492345.93	E-5	Alto	Alto
21	727927.50	8492355.53	E-8	Muy Alto	Alto

DISTRIBUCIÓN DE LOTES, NIVELES DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EN EL ÁREA DE ESTUDIO					
ORDEN LOTE	CORDENADA ESTE	CORDENADA NORTE	MZ-LTE	NIVEL DE VULNERABILIDAD	NIVEL DE RIESGO
22	727932.15	8492331.26	E-4	Medio	Medio
23	727940.53	8492437.32	A-5	Alto	Alto
24	727941.13	8492356.43	E-7	Medio	Medio
25	727941.50	8492244.89	K-2	Muy Alto	Alto
26	727941.65	8492329.86	E-3	Medio	Alto
27	727943.32	8492263.64	K-4	Medio	Medio
28	727949.73	8492300.05	J-4	Medio	Medio
29	727950.08	8492309.58	J-6	Alto	Alto
30	727951.83	8492353.23	E-6	Medio	Medio
31	727952.68	8492278.57	J-2	Medio	Medio
32	727955.20	8492237.26	K-1	Muy Alto	Alto
33	727956.29	8492328.23	E-1	Alto	Alto
34	727957.08	8492418.93	S-17	Bajo	Medio
35	727958.80	8492261.75	K-3	Alto	Alto
36	727961.48	8492289.32	J-3	Medio	Medio
37	727962.22	8492352.11	E-12	Medio	Medio
38	727963.44	8492277.51	J-1	Medio	Medio
39	727963.60	8492303.20	J-5	Medio	Medio
40	727969.30	8492378.26	S-15	Bajo	Medio
41	727971.76	8492328.15	E-9	Muy Alto	Alto
42	727972.56	8492348.95	E-11	Bajo	Medio
43	727977.57	8492146.44	M-5	Medio	Alto
44	727979.43	8492373.35	S-14	Bajo	Bajo
45	727980.22	8492450.16	S-18	Medio	Medio
46	727981.60	8492070.21	M-6	Medio	Medio
47	727982.38	8492443.12	F-4	Bajo	Bajo
48	727985.56	8492290.22	R-6	Medio	Medio
49	727986.07	8492394.76	S-16	Alto	Alto
50	727987.61	8492341.72	R-7	Medio	Medio
51	727991.51	8492452.85	S-1	Medio	Medio
52	727993.95	8492214.16	L-5	Medio	Alto
53	727994.38	8492183.22	L-2	Alto	Alto
54	727999.40	8492280.09	I-4	Bajo	Medio
55	728002.09	8492219.50	L-6	Alto	Alto
56	728004.79	8492452.87	S-2	Medio	Medio
57	728006.83	8492288.43	I-5	Alto	Alto
58	728007.04	8492245.26	I-9	Medio	Alto
59	728007.66	8492181.33	L-1	Medio	Medio
60	728007.75	8492124.63	M-11	Medio	Alto
61	728007.76	8492104.44	M-15	Muy Alto	Muy Alto
62	728008.65	8492090.15	M-16	Bajo	Medio
63	728010.49	8492075.73	M-17	Alto	Alto
64	728014.32	8492154.72	P-9	Medio	Medio

DISTRIBUCIÓN DE LOTES, NIVELES DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EN EL ÁREA DE ESTUDIO					
ORDEN LOTE	CORDENADA ESTE	CORDENADA NORTE	MZ-LTE	NIVEL DE VULNERABILIDAD	NIVEL DE RIESGO
65	728015.66	8492249.44	E-12	Bajo	Medio
66	728015.68	8492185.93	L-3	Alto	Alto
67	728018.50	8492454.32	S-3	Bajo	Medio
68	728020.96	8492280.55	R-5	Bajo	Medio
69	728022.52	8492188.30	L-4	Alto	Alto
70	728027.52	8492347.74	R-8	Bajo	Medio
71	728028.52	8492279.26	R-4	Bajo	Medio
72	728034.32	8492427.54	S-19	Bajo	Medio
73	728037.74	8492194.26	Q-1	Bajo	Medio
74	728043.14	8492361.79	S-13	Bajo	Medio
75	728043.83	8492138.96	M-14	Alto	Alto
76	728045.18	8492182.55	P-4	Bajo	Medio
77	728045.37	8492283.67	R-3	Medio	Medio
78	728049.81	8492127.38	M-12	Alto	Alto
79	728051.77	8492200.32	Q-3	Bajo	Medio
80	728052.92	8492171.99	P-8	Bajo	Medio
81	728053.37	8492161.12	P-1	Bajo	Medio
82	728053.52	8492075.90	M-18	Alto	Alto
83	728054.53	8492113.81	M-1	Bajo	Alto
84	728054.70	8492346.50	R-9	Alto	Alto
85	728058.00	8492104.79	M-10	Bajo	Medio
86	728058.22	8492131.01	M-2	Bajo	Medio
87	728058.76	8492145.37	M-4	Medio	Medio
88	728059.71	8492095.91	M-9	Bajo	Medio
89	728059.96	8492075.57	M-8	Bajo	Medio
90	728060.07	8492075.18	M-7	Alto	Alto
91	728061.82	8492169.50	P-2	Bajo	Medio
92	728062.96	8492133.69	M-13	Bajo	Medio
93	728063.45	8492188.91	P-5	Alto	Alto
94	728063.80	8492085.18	M-8	Bajo	Medio
95	728064.98	8492338.54	R-10	Bajo	Medio
96	728065.26	8492202.81	Q-2	Medio	Medio
97	728067.22	8492135.84	M-3	Bajo	Medio
98	728067.67	8492074.22	M-7	Muy Alto	Alto
99	728067.78	8492169.62	P-2	Bajo	Medio
100	728069.93	8492370.11	S-12	Bajo	Medio
101	728070.08	8492119.40	N-10	Bajo	Alto
102	728071.82	8492191.74	P-6	Bajo	Medio
103	728071.96	8492151.80	M-15	Bajo	Bajo
104	728073.20	8492216.43	Q-5	Bajo	Alto
105	728074.42	8492109.43	N-2	Alto	Alto
106	728077.06	8492278.43	R-1	Medio	Medio
107	728078.64	8492097.50	N-6	Muy Alto	Alto

DISTRIBUCIÓN DE LOTES, NIVELES DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EN EL ÁREA DE ESTUDIO					
ORDEN LOTE	CORDENADA ESTE	CORDENADA NORTE	MZ-LTE	NIVEL DE VULNERABILIDAD	NIVEL DE RIESGO
108	728080.72	8492181.01	P-3	Muy Alto	Muy Alto
109	728082.09	8492300.41	R-2	Bajo	Medio
110	728082.17	8492088.14	N-1	Medio	Medio
111	728082.87	8492078.73	N-3	Medio	Medio
112	728087.15	8492192.00	P-7	Bajo	Medio
113	728089.17	8492080.71	N-4	Muy Alto	Alto
114	728096.78	8492146.60	N-13	Medio	Alto
115	728102.00	8492434.90	S-8	Muy Alto	Alto
116	728102.33	8492130.19	N-12	Bajo	Medio
117	728102.97	8492091.91	N-5	Bajo	Medio
118	728103.40	8492410.90	S-11	Medio	Alto
119	728103.40	8492125.87	N-11	Bajo	Medio
120	728103.66	8492120.76	N-9	Medio	Medio
121	728104.00	8492108.09	N-7	Medio	Medio
122	728104.11	8492115.75	N-8	Bajo	Medio
123	728104.40	8492460.69	S-5	Alto	Alto
124	728104.95	8492177.74	O-2	Alto	Alto
125	728105.05	8492445.25	S-7	Bajo	Bajo
126	728105.23	8492187.99	O-3	Medio	Medio
127	728105.34	8492165.03	O-1	Bajo	Medio
128	728106.59	8492451.75	S-6	Bajo	Medio
129	728108.23	8492427.74	F-6	Medio	Medio
130	728108.78	8492474.37	S-4	Medio	Medio
131	728109.33	8492422.58	S-10	Bajo	Medio
132	728109.43	8492430.09	S-9	Medio	Medio
133	728115.63	8492359.72	R-11	Bajo	Medio
134	728128.67	8492451.30	F-17	Bajo	Bajo
135	728130.28	8492429.45	F-19	Bajo	Medio
136	728131.79	8492483.69	F-17	Alto	Alto
137	728133.68	8492439.43	F-18	Alto	Alto
138	728135.07	8492294.33	I-3	Medio	Alto
139	728139.03	8492314.98	I-9	Bajo	Medio
140	728139.33	8492474.51	F-16	Bajo	Medio
141	728142.58	8492317.74	I-9	Muy Alto	Alto
142	728144.31	8492401.87	F-10	Alto	Alto
143	728145.87	8492435.32	F-12	Medio	Medio
144	728146.57	8492432.33	F-12	Bajo	Bajo
145	728148.20	8492411.50	F-11	Medio	Alto
146	728152.62	8492462.13	F-15	Alto	Alto
147	728152.70	8492490.61	G-17	Alto	Alto
148	728152.99	8492315.58	I-10	Medio	Alto
149	728154.17	8492295.93	I-2	Bajo	Medio
150	728157.07	8492448.26	F-13	Bajo	Bajo

DISTRIBUCIÓN DE LOTES, NIVELES DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EN EL ÁREA DE ESTUDIO					
ORDEN LOTE	CORDENADA ESTE	CORDENADA NORTE	MZ-LTE	NIVEL DE VULNERABILIDAD	NIVEL DE RIESGO
151	728158.39	8492399.39	H-3	Medio	Alto
152	728159.21	8492428.98	H-6	Muy Alto	Alto
153	728160.90	8492484.15	G-16	Bajo	Medio
154	728163.48	8492409.08	H-4	Bajo	Medio
155	728163.73	8492419.90	H-5	Medio	Medio
156	728164.13	8492454.09	F-14	Bajo	Medio
157	728164.27	8492318.63	I-8	Medio	Medio
158	728165.48	8492313.07	I-8	Alto	Alto
159	728167.65	8492478.85	G-15	Alto	Alto
160	728172.82	8492473.13	G-14	Alto	Alto
161	728174.29	8492310.84	I-7	Alto	Alto
162	728175.80	8492290.20	I-11	Alto	Alto
163	728175.82	8492437.82	H-7	Alto	Alto
164	728179.42	8492460.86	G-1	Muy Alto	Muy Alto
165	728180.86	8492416.04	G-20	Alto	Alto
166	728184.94	8492309.66	I-6	Medio	Medio
167	728185.81	8492471.97	G-3	Muy Alto	Alto
168	728190.77	8492440.23	G-2	Muy Alto	Alto
169	728193.30	8492465.84	G-4	Medio	Alto
170	728194.75	8492421.19	G-9	Medio	Medio
171	728195.55	8492406.85	G-7	Medio	Medio
172	728197.16	8492464.97	G-4	Alto	Alto
173	728197.16	8492464.97	G-13	Alto	Alto
174	728198.71	8492307.40	I-5	Medio	Alto
175	728200.47	8492464.14	G-13	Alto	Alto
176	728205.03	8492457.04	G-12	Medio	Alto
177	728205.49	8492330.69	H-2	Medio	Medio
178	728207.98	8492405.76	G-6	Medio	Medio
179	728214.02	8492391.65	H-1	Medio	Medio
180	728214.42	8492442.23	G-11	Alto	Alto
181	728215.69	8492426.93	G-10	Medio	Medio
182	728216.00	8492404.85	G-5	Medio	Medio
183	728216.09	8492414.89	G-8	Medio	Medio
184	728218.22	8492301.79	I-4	Muy Alto	Alto
185	728232.76	8492449.85	2-9	Medio	Medio
186	728235.13	8492443.33	2-8	Medio	Medio
187	728235.53	8492439.92	2-4	Alto	Alto
188	728238.24	8492422.65	2-7	Alto	Alto
189	728241.68	8492459.84	2-1	Medio	Medio
190	728247.53	8492453.29	2-2	Medio	Alto
191	728253.83	8492433.65	2-5	Medio	Medio
192	728260.99	8492440.33	2-6	Alto	Alto

DISTRIBUCIÓN DE LOTES, NIVELES DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EN EL ÁREA DE ESTUDIO					
ORDEN LOTE	CORDENADA ESTE	CORDENADA NORTE	MZ-LTE	NIVEL DE VULNERABILIDAD	NIVEL DE RIESGO
193	728317.66	8492365.11	CEMEN TERIO	Medio	Medio
194	728341.49	8492461.62	3-77	Medio	Medio
195	728349.56	8492457.25	3-1	Medio	Medio
196	728355.46	8492443.33	3-72	Muy Alto	Alto
197	728355.91	8492429.82	3-47	Medio	Medio
198	728359.20	8492457.46	3-76	Medio	Alto
199	728365.45	8492473.44	3-78	Medio	Medio
200	728369.38	8492449.30	3-71	Medio	Medio
201	728370.02	8492464.98	3-73	Medio	Alto
202	728371.82	8492441.47	3-46	Medio	Medio
203	728375.77	8492435.55	3-45	Alto	Alto
204	728378.27	8492414.79	3-61	Medio	Medio
205	728380.20	8492457.01	3-70	Medio	Alto
206	728382.97	8492452.48	3-69	Medio	Alto
207	728385.60	8492448.48	3-68	Alto	Alto
208	728386.05	8492434.79	3-44	Medio	Medio
209	728386.52	8492480.88	3-66	Medio	Alto
210	728387.89	8492444.19	3-67	Medio	Medio
211	728392.27	8492416.85	3-43	Medio	Medio
212	728393.91	8492409.79	3-42	Medio	Medio
213	728395.83	8492406.65	3-	Medio	Alto
214	728398.51	8492461.00	3-65	Medio	Alto
215	728399.00	8492393.70	3-40	Alto	Alto
216	728399.12	8492403.25	3-41	Medio	Alto
217	728410.26	8492411.45	3-39	Medio	Medio
218	728412.06	8492440.64	3-64	Medio	Alto
219	728415.79	8492443.57	3-63	Medio	Alto
220	728418.54	8492435.01	3-62	Medio	Medio
221	728419.36	8492387.09	34-1	Alto	Alto
222	728423.57	8492342.97	A-C	Medio	Alto
223	728423.57	8492342.97	34-6	Medio	Medio
224	728425.63	8492391.57	34-2	Alto	Alto
225	728426.50	8492317.51	44-1A	Medio	Medio
226	728428.30	8492414.04	3-38	Medio	Medio
227	728429.56	8492343.72	34-6	Medio	Alto
228	728430.39	8492380.44	34-3	Medio	Medio
229	728430.96	8492353.72	34-5	Medio	Alto
230	728431.55	8492366.42	34-4	Medio	Alto
231	728434.64	8492400.30	3-32	Medio	Medio
232	728441.89	8492387.41	3-60	Medio	Medio
233	728444.82	8492322.52	40-1	Alto	Alto
234	728455.11	8492322.63	40-2	Alto	Alto

DISTRIBUCIÓN DE LOTES, NIVELES DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EN EL ÁREA DE ESTUDIO					
ORDEN LOTE	CORDENADA ESTE	CORDENADA NORTE	MZ-LTE	NIVEL DE VULNERABILIDAD	NIVEL DE RIESGO
235	728456.88	8492354.04	35-14	Alto	Alto
236	728456.96	8492364.04	35-1	Medio	Medio
237	728457.50	8492295.52	40-24	Medio	Medio
238	728464.98	8492322.45	40-3	Medio	Medio
239	728468.71	8492359.23	35-2	Alto	Medio
240	728474.78	8492292.91	40-23	Medio	Medio
241	728474.81	8492322.27	40-4	Medio	Medio
242	728476.28	8492359.23	35-3	Medio	Medio
243	728483.72	8492354.86	35-13	Medio	Medio
244	728484.03	8492364.92	35-4	Medio	Medio
245	728484.73	8492292.57	40-22	Medio	Medio
246	728484.78	8492322.17	40-5	Medio	Medio
247	728491.09	8492354.87	35-12	Medio	Medio
248	728491.36	8492364.94	35-5	Medio	Medio
249	728494.75	8492292.31	40-21	Medio	Medio
250	728494.85	8492322.08	40-6	Medio	Medio
251	728502.47	8492359.41	35-6	Medio	Medio
252	728502.99	8492258.13	54-1	Medio	Medio
253	728504.67	8492292.23	40-20	Medio	Medio
254	728504.82	8492322.02	40-7	Medio	Medio
255	728509.82	8492244.64	54-10	Medio	Medio
256	728514.72	8492292.24	40-19	Medio	Medio
257	728515.01	8492321.98	40-8	Medio	Medio
258	728517.48	8492359.30	35-7	Medio	Medio
259	728524.29	8492249.20	54-2	Alto	Alto
260	728524.78	8492292.20	40-18	Medio	Medio
261	728525.09	8492321.87	40-9	Medio	Medio
262	728532.61	8492359.17	35-8	Medio	Medio
263	728534.25	8492249.07	54-3	Alto	Alto
264	728534.69	8492292.22	40-17	Medio	Medio
265	728534.91	8492221.94	54-9	Medio	Medio
266	728534.97	8492321.85	40-10	Medio	Medio
267	728544.30	8492249.17	54-4	Medio	Medio
268	728544.53	8492292.11	40-16	Medio	Medio
269	728544.76	8492321.74	40-11	Medio	Medio
270	728547.28	8492359.38	35-9	Medio	Medio
271	728554.09	8492219.49	54-8	Alto	Medio
272	728554.26	8492249.24	54-5	Bajo	Bajo
273	728554.48	8492292.07	40-15	Bajo	Bajo
274	728554.64	8492321.72	40-12	Medio	Medio
275	728562.39	8492363.85	35-10	Bajo	Bajo
276	728562.39	8492354.08	35-11	Medio	Medio
277	728564.12	8492219.35	54-7	Medio	Medio

DISTRIBUCIÓN DE LOTES, NIVELES DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EN EL ÁREA DE ESTUDIO					
ORDEN LOTE	CORDENADA ESTE	CORDENADA NORTE	MZ-LTE	NIVEL DE VULNERABILIDAD	NIVEL DE RIESGO
278	728564.28	8492249.23	54-6	Alto	Medio
279	728564.71	8492321.30	40-13	Alto	Medio
280	728564.73	8492291.98	40-14	Medio	Medio
Total de Lotes				280	

Tabla A 136

Matriz de consistencia.

Objetivos	Preguntas de Investigación	Hipótesis	Variables
Objetivo General	Problema General	Hipótesis General	Variables Dependientes
Evaluar los riesgos y la vulnerabilidad asociados a los flujos de lodos y detritos en el sector de Puca Puca, Provincia de Abancay, Departamento de Apurímac, utilizando un enfoque integrado que combine variables geológicas, geomorfológicas, hidrológicas y topográficas.	¿Cuáles son los principales riesgos y niveles de vulnerabilidad asociados a los flujos de lodos y detritos en el sector de Puca Puca, Provincia de Abancay, Departamento de Apurímac?	La combinación de variables geológicas, geomorfológicas, hidrológicas y topográficas influye en los niveles de riesgo y vulnerabilidad por flujos de lodos y detritos en el sector de Puca Puca.	- Estimación de los Niveles de Peligrosidad - Estimación de los Niveles de Vulnerabilidad
Objetivos Específicos	Problemas Específicos	Hipótesis Específicas	Variables Independientes
1. Identificar y analizar los factores geológicos, geomorfológicos y topográficos que influyen en la peligrosidad de los flujos de lodos y detritos en el sector de Puca Puca.	1. ¿Qué factores geológicos, geomorfológicos y topográficos contribuyen a la peligrosidad de los flujos de lodos y detritos en el sector de Puca Puca?	1. Los factores geológicos y geomorfológicos son determinantes en la peligrosidad de los flujos de lodos y detritos en el sector de Puca Puca.	Geología, geomorfología y topografía
2. Evaluar la vulnerabilidad social y económica de la población del sector de Puca Puca frente a los flujos de lodos y detritos.	2. ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad social y económica de la población del sector de Puca Puca frente a estos peligros naturales?	2. La vulnerabilidad social y económica de la población del sector de Puca Puca incrementa el riesgo asociado a los flujos de lodos y detritos.	Indicadores de Fragilidad y Resiliencia Social - Indicadores de Fragilidad y Resiliencia Económica
3. Desarrollar una matriz de riesgos que integre las diferentes variables independientes y dependientes.	3. ¿Cómo se pueden integrar las diferentes variables independientes para desarrollar una matriz de riesgos efectiva?	3. La integración de múltiples variables independientes en una matriz de riesgos proporciona una evaluación más precisa y efectiva del riesgo en el sector de Puca Puca.	Características del entorno físico: geología, geomorfología, meteorología, topografía.
4. Proponer medidas de mitigación basadas en los resultados del análisis de riesgos y vulnerabilidad.	4. ¿Qué medidas de mitigación pueden ser implementadas para reducir el riesgo de desastres en el sector de Puca Puca?	4. La implementación de medidas de mitigación basadas en el análisis integrado de riesgos y vulnerabilidad reducirá el impacto de los desastres naturales en el sector de Puca Puca.	Factores de riesgo identificados, Factores Desencadenantes - Indicadores de Fragilidad

Anexo 2

EG - 01 - Plano Geológico Regional (1:20,000)

Ofrece una visión general del contexto geológico de la región. Este plano se encuentra en formato A3.

Anexo 3

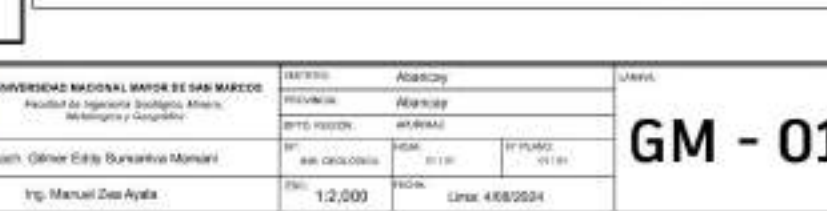
EG - 02 - Plano Geológico Local (1:2,000)

Proporciona detalles específicos sobre la geología. Este plano en formato A3.

Anexo 4

GM - 01 - Plano Geomorfológico (1:2,000)

Muestra las características geomorfológicas del terreno en detalle. Este plano se encuentra en formato A3.



Anexo 5

TO - 01 - Plano Topográfico (1:2,000)

Representa el relieve y las características físicas del terreno con precisión. Este plano se encuentra en formato A3.

Anexo 6

PL – 01 Plano en Planta Infraestructura y Servicios Públicos (1:2,000)

Muestra la disposición de la infraestructura y servicios públicos en el área detallada.
Este plano se encuentra en formato A3.

Anexo 7

PI - 01 - Plano de Peligros (1:2,000)

Identifica las zonas de peligro en base a los datos obtenidos de los planos anteriores.
Este plano se encuentra en formato A3.

Anexo 8

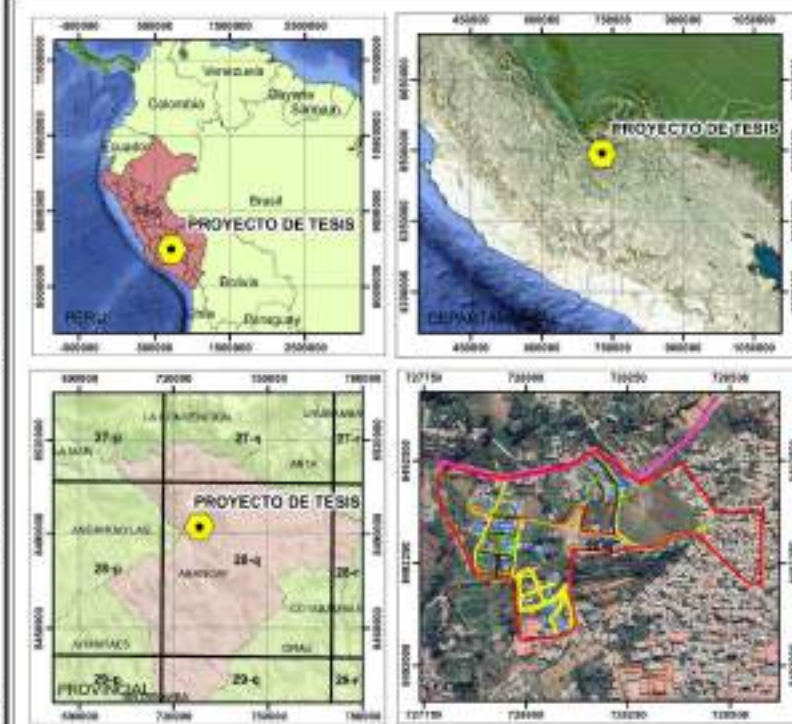
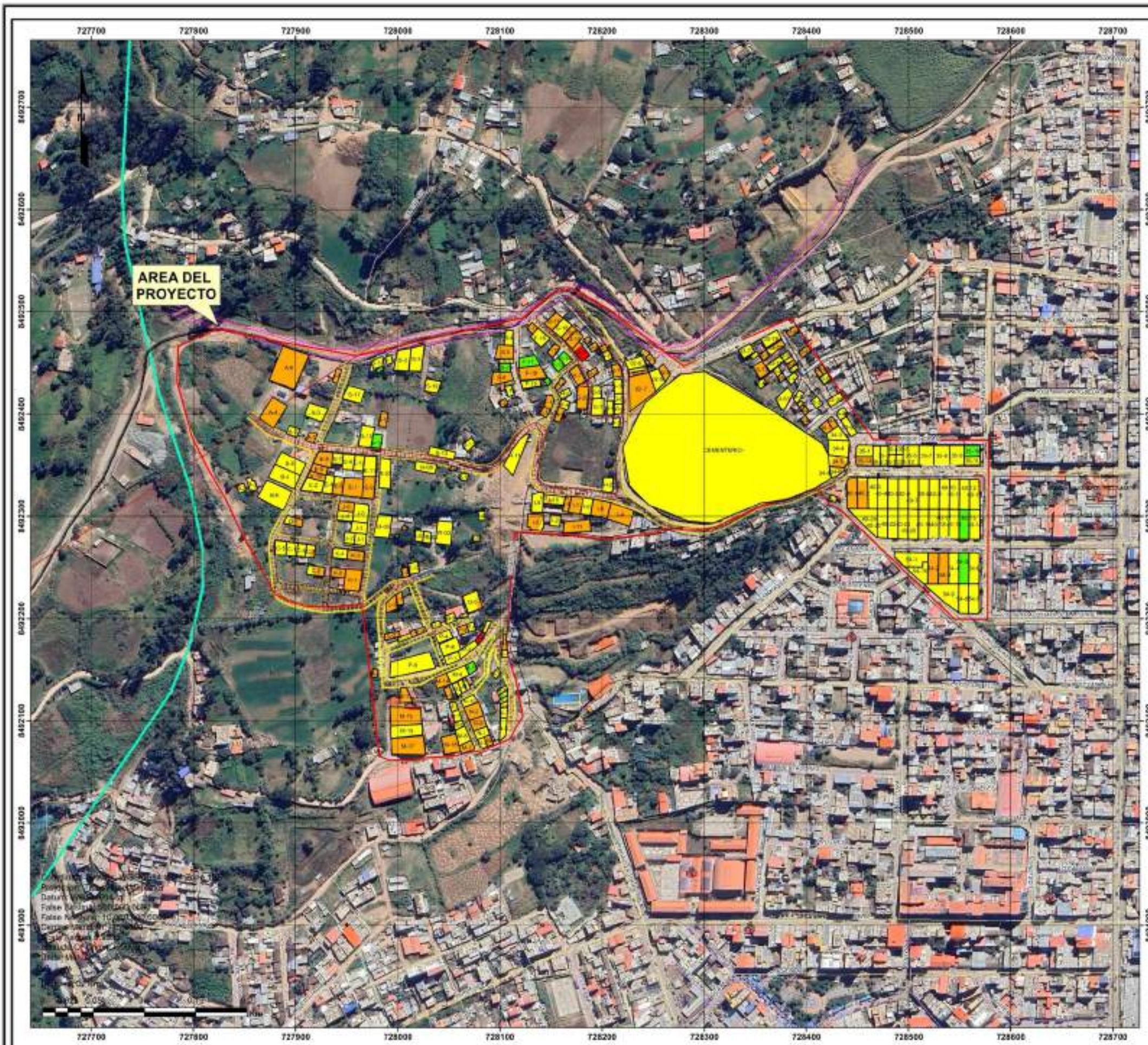
Anexo H VU - 01 - Plano de Vulnerabilidad (1:2,000)

Representa la vulnerabilidad de la población y las estructuras a los peligros identificados. Este plano se encuentra en formato A3.

Anexo 9

Anexo I RS - 01 - Plano de Riesgo (1:2,000)

Combina datos de peligros contra la vulnerabilidad para mostrar el riesgo total. Este plano se encuentra en formato A3.



LEYENDA ESTRATIGRAFICA

Tipo de Riesgo		Riesgo	
	Alto	Riesgo de Vida	8000 x 10 x 0.207
		Riesgo de Daño	8000 x 10 x 0.008
		Riesgo de Muerte	8000 x 10 x 0.001
		Riesgo de Pérdida	8000 x 10 x 0.001
Tipo de Riesgo		Riesgo	
	Medio	Riesgo de Vida	8000 x 10 x 0.008
		Riesgo de Daño	8000 x 10 x 0.001
		Riesgo de Muerte	8000 x 10 x 0.001
		Riesgo de Pérdida	8000 x 10 x 0.001
Tipo de Riesgo		Riesgo	
	Bajo	Riesgo de Vida	8000 x 10 x 0.001
		Riesgo de Daño	8000 x 10 x 0.001
		Riesgo de Muerte	8000 x 10 x 0.001
		Riesgo de Pérdida	8000 x 10 x 0.001

Simbología

Puntos de observación geológica		Riesgos		Simbología	
 	Alto 	Riesgo de Vida	8000 x 10 x 0.207	 	Medio
		Riesgo de Daño	8000 x 10 x 0.008		
		Riesgo de Muerte	8000 x 10 x 0.001		
		Riesgo de Pérdida	8000 x 10 x 0.001		
		Riesgo de Vida	8000 x 10 x 0.001		
 	Bajo 	Riesgo de Vida	8000 x 10 x 0.001	 	Bajo
		Riesgo de Daño	8000 x 10 x 0.001		
		Riesgo de Muerte	8000 x 10 x 0.001		
		Riesgo de Pérdida	8000 x 10 x 0.001		
		Riesgo de Vida	8000 x 10 x 0.001		

Anexo 10

Matriz de consistencia.

Este anexo presenta la Matriz de Tesis, que proporciona una visión integral de la estructura y la planificación de la investigación. La matriz detalla la relación entre los objetivos generales y específicos, las preguntas de investigación, las hipótesis formuladas y las variables dependientes e independientes.

Matriz de consistencia.

Objetivos	Preguntas de Investigación	Hipótesis	Variables
Objetivo General Evaluar los riesgos y la vulnerabilidad asociados a los flujos de lodos y detritos en el sector de Puca Puca, Provincia de Abancay, Departamento de Apurímac, utilizando un enfoque integrado que combine variables geológicas, geomorfológicas, hidrológicas y topográficas.	Problema General ¿Cuáles son los principales riesgos y niveles de vulnerabilidad asociados a los flujos de lodos y detritos en el sector de Puca Puca, Provincia de Abancay, Departamento de Apurímac?	Hipótesis General La combinación de variables geológicas, geomorfológicas, hidrológicas y topográficas influye en los niveles de riesgo y vulnerabilidad por flujos de lodos y detritos en el sector de Puca Puca.	Variables Dependientes - Estimación de los Niveles de Peligrosidad - Estimación de los Niveles de Vulnerabilidad
Objetivos Específicos	Problemas Específicos	Hipótesis Específicas	Variables Independientes
1. Identificar y analizar los factores geológicos, geomorfológicos y topográficos que influyen en la peligrosidad de los flujos de lodos y detritos en el sector de Puca Puca.	1. ¿Qué factores geológicos, geomorfológicos y topográficos contribuyen a la peligrosidad de los flujos de lodos y detritos en el sector de Puca Puca?	1. Los factores geológicos y geomorfológicos son determinantes en la peligrosidad de los flujos de lodos y detritos en el sector de Puca Puca.	Geología, geomorfología y topografía
2. Evaluar la vulnerabilidad social y económica de la población del sector de Puca Puca frente a los flujos de lodos y detritos.	2. ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad social y económica de la población del sector de Puca Puca frente a estos peligros naturales?	2. La vulnerabilidad social y económica de la población del sector de Puca Puca incrementa el riesgo asociado a los flujos de lodos y detritos.	Indicadores de Fragilidad y Resiliencia Social - Indicadores de Fragilidad y Resiliencia Económica
3. Desarrollar una matriz de riesgos que integre las diferentes variables independientes y dependientes.	3. ¿Cómo se pueden integrar las diferentes variables independientes para desarrollar una matriz de riesgos efectiva?	3. La integración de múltiples variables independientes en una matriz de riesgos proporciona una evaluación más precisa y efectiva del riesgo en el sector de Puca Puca.	Características del entorno físico: geología, geomorfología, meteorología, topografía.
4. Proponer medidas de mitigación basadas en los resultados del análisis de riesgos y vulnerabilidad.	4. ¿Qué medidas de mitigación pueden ser implementadas para reducir el riesgo de desastres en el sector de Puca Puca?	4. La implementación de medidas de mitigación basadas en el análisis integrado de riesgos y vulnerabilidad reducirá el impacto de los desastres naturales en el sector de Puca Puca.	Factores de riesgo identificados, Factores Desencadenantes - Indicadores de Fragilidad