



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**RIESGO POR INUNDACIÓN FLUVIAL EN LOS MÁRGENES DEL
RÍO LLALLIMAYO KM 15+708.52 – KM 20+066.56 Y RÍO SORA
KM 0+000 – KM 4+213.98, CENTRO POBLADO SORA, PUNO**

TESIS

PRESENTADA POR

RONALD RAUL CHARA HUAYLLAPUMA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PUNO – PERÚ

2024



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**RIESGO POR INUNDACIÓN FLUVIAL EN L
OS MÁRGENES DEL RÍO LLALLIMAYO K
M 15+708.52 – KM 20+066.56 Y RÍO S**

AUTOR

RONALD RAUL CHARA HUAYLLAPUMA

RECUENTO DE PALABRAS

41833 Words

RECUENTO DE CARACTERES

212269 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

186 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

5.4MB

FECHA DE ENTREGA

Jul 31, 2024 6:53 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jul 31, 2024 6:57 AM GMT-5

● 15% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 13% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 9% Base de datos de trabajos entregados
- 4% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)


Ing. Guillermo Néstor Fernández Sola
DOCENTE UNIVERSITARIO
COD. UNA N° 200555


Visto:
Ing. Jaime Medina Luján
DOCENTE UNIVERSITARIO
COD. UNA N° 910549
SUBDIRECTOR DE INVESTIGACIONES
31 Julio 2024

Resumen



DEDICATORIA

Dedico mi trabajo de investigación a Dios por darme la protección y fortaleza en momentos de debilidad.

A mi padre Oscar por el cariño, ser mi guía y enseñarme a nunca rendirme pese a las adversidades que haya.

A mi madre Angelica por darme la vida, ser mi fortaleza y el enorme cariño que me brindó a lo largo de mi vida.

A mis hermanos Ruth y Oscar por ser mi ejemplo y ayudarme a seguir adelante.

Ronald Raul Chara Huayllapuma



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de vivir y ser mi protección de mi día a día.

A mis padres por el esfuerzo y dedicación que tuvieron para sacarnos adelante.

A la Universidad Nacional del Altiplano y a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil y la plana docente por brindarme los conocimientos necesarios.

A los miembros del jurado, Ing. Zenon Mellado Vargas, D. Sc. Feliz Rojas Chahuares e Ing. Samuel Laura Huanca, cuyas enseñanzas fueron fundamentales para mejorar mi investigación.

Expreso mi más sincero agradecimiento al Ing. Guillermo Nestor Fernandez Sila por sus valiosas enseñanzas y por haberme guiado al mundo de la Ingeniería Civil.

Finalmente agradezco a mis amigos Ivan y Eddy por su ayuda brindada en la elaboración de mi proyecto, al team Chairito y a mis amistades más sinceras que me acompañaron a lo largo de este camino.

Ronald Raul Chara Huayllapuma



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	
ACRÓNIMOS	
RESUMEN	18
ABSTRACT.....	19
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	23
1.2.1 Problema general.....	23
1.2.2 Problemas específicos.	23
1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	24
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
1.4.1 Objetivo General	24
1.4.2 Objetivos Específicos	24
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	
1.5 ANTECEDENTES	26
1.5.1 Antecedentes internacionales	26



1.5.2	Antecedentes nacionales	30
1.5.3	Antecedentes Locales	37
1.6	MARCO TEÓRICO	40
1.6.1	Fenómenos naturales adversos	40
1.6.2	Peligro	40
1.6.3	Inundaciones	46
1.6.4	Susceptibilidad	47
1.6.5	Factores condicionantes	48
1.6.6	Factores desencadenantes.....	48
1.7	VULNERABILIDAD.....	49
1.7.1	Factores de estudio de la vulnerabilidad	50
1.8	RIESGO	52
1.9	PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO.....	53
1.9.1	Pasos del proceso de análisis jerárquico	55
1.9.2	Verificación de consistencia del método de análisis jerárquico.....	57
1.10	MEDIDAS ESTRUCTURALES.....	59
1.11	MEDIDAS NO ESTRUCTURALES.....	60
1.12	ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO.....	60

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1	ASPECTOS GENERALES.....	62
2.1.1	Ubicación	62
2.2	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	63
2.2.1	Tipo y nivel de estudio	63
2.2.2	Diseño de investigación	64



2.3	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	64
2.3.1	Población y muestra	64
2.4	CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	64
2.4.1	Características sociales.....	64
2.4.2	Características geológicas	68
2.4.3	Características geomorfológicas	71
2.4.4	Característica de pendiente	74
2.5	PROCEDIMIENTO.....	75
2.5.1	Planificación y recopilación de datos.....	75
2.5.2	Levantamiento topográfico	77
2.5.3	Determinación de parámetros y descriptores de evaluación del peligro.	78
2.5.4	Recopilación de información de parámetros de vulnerabilidad	81
2.5.5	Factores, parámetros y descriptores de la dimensión Social.....	83
2.5.6	Factores, parámetros y descriptores de la dimensión económica.....	84
2.5.7	Factores, parámetros y descriptores de la dimensión ambiental	85

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

2.6	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGRO	86
2.6.1	Evaluación del parámetro de evaluación.....	86
2.6.2	Evaluación de los factores y parámetros de susceptibilidad	87
2.6.3	Cálculo del nivel de peligro	97
2.7	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD	103
2.7.1	Análisis de las dimensiones de vulnerabilidad.....	103
2.7.2	Análisis de la dimensión social	105
2.7.3	Análisis de la dimensión económica	123



2.7.4	Análisis de la dimensión ambiental.....	139
2.8	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO	160
2.9	MEDIDAS ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES.....	166
2.9.1	Medidas estructurales.....	167
2.9.2	Medidas no estructurales.....	168
2.10	CÁLCULO DE POSIBLES PÉRDIDAS	169
2.11	CÁLCULO DE ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO	171
2.12	DISCUSIÓN	172
V.	CONCLUSIONES	174
VI.	RECOMENDACIONES	177
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	178
ANEXOS.....		183

Tema: Evaluación de riesgos por desastres naturales

Área: Hidráulica y medio ambiente

Línea de investigación: Hidráulica y medio ambiente

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 20 de agosto de 2024



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Tipos de Movimientos en Masas.....	44
Figura 2 Peligros generados por fenómenos hidrometeorológicos y oceanográficos ..	45
Figura 3 Escala de Satty.....	54
Figura 4 Valores del índice aleatorio	58
Figura 5 Porcentaje máximo de consistencia.....	59
Figura 6 Mapa de ubicación de la zona de estudio	63
Figura 7 Identificación de viviendas de material de adobe	66
Figura 8 Identificación de fuentes de abastecimiento de agua	67
Figura 9 Identificación de tipo de disposición de excretas	67
Figura 10 Mapa de unidades geológicas.....	71
Figura 11 Mapa de unidades geomorfológicas	74
Figura 12 Mapa de Pendientes.....	75
Figura 13 Desborde del río Llallimayo en el año 2020	76
Figura 14 Desborde del río Sora en el año 2020.....	76
Figura 15 Incremento del caudal del río Llallimayo.....	77
Figura 16 Levantamiento batimétrico del río Llallimayo.....	78
Figura 17 Levantamiento batimétrico del río Sora	78
Figura 18 Parámetros de evaluación de peligro.....	79
Figura 19 Realización de encuestas a la población vulnerable en el área de estudio	82
Figura 20 Dimensiones, factores y parámetros de evaluación de vulnerabilidad.....	82
Figura 21 Mapa de peligro del sector adyacente al río Llallimayo	101
Figura 22 Mapa de peligro del sector adyacente al río Sora.....	102
Figura 24 Número de personas por vivienda	110



Figura 25 Grupo etario.....	114
Figura 26 Abastecimiento de agua.....	116
Figura 27 Acceso a red de desagüe.....	119
Figura 28 Capacitación en GRD	122
Figura 29 Ocupación.....	129
Figura 30 Material predominante de la vivienda.....	131
Figura 31 Antigüedad de la vivienda.....	133
Figura 32 Número de niveles.....	135
Figura 33 Método de construcción	139
Figura 34 Cercanía de residuos sólidos	144
Figura 35 Cercanía de residuos sólidos	148
Figura 36 Manejo de residuos sólidos	151
Figura 37 Mapa de vulnerabilidad - río Llallimayo.....	157
Figura 38 Mapa de vulnerabilidad - río Sora.....	158
Figura 39 Porcentaje de nivel de vulnerabilidad	159
Figura 40 Mapa de riesgo - río Llallimayo.....	164
Figura 41 Mapa de riesgo - río Sora	165
Figura 42 Porcentaje de nivel de riesgo.....	166
Figura 43 Enrocado - río Llallimayo	167
Figura 44 Enrocado - río Sora.....	168
Figura 45 Resumen de presupuesto	168



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Grupo etarios de la población rural del distrito de Umachiri	65
Tabla 2 Grupos etarios de la población del centro poblado de Sora.....	65
Tabla 3 Instituciones educativas del centro poblado de Sora	68
Tabla 4 Descriptores del parámetro de evaluación	80
Tabla 5 Parámetros y descriptores de factores condicionantes.....	80
Tabla 6 Parámetro y descriptores del factor desencadenante	81
Tabla 7 Factores, parámetros y descriptores de la dimensión social	83
Tabla 8 Factores, parámetros y descriptores de la dimensión económica	84
Tabla 9 Factores, parámetros y descriptores de la dimensión económica	85
Tabla 10 Descriptores del parámetro de Evaluación - Área de inundación.....	86
Tabla 11 Matriz de comparación de pares - Área de inundación	87
Tabla 12 Matriz de normalización - Área de inundación	87
Tabla 13 Índice y relación de consistencia - Área de inundación	87
Tabla 14 Parámetros de factores condicionantes	88
Tabla 15 Matriz de comparación de pares - factores condicionantes	88
Tabla 16 Matriz de normalización - factores condicionantes	89
Tabla 17 Índice y relación de consistencia - Factores condicionantes	89
Tabla 18 Descriptores - Pendiente	89
Tabla 19 Matriz de comparación de pares - Pendiente	90
Tabla 20 Matriz de normalización - Pendiente	90
Tabla 21 Índice y relación de consistencia - Pendiente	91
Tabla 22 Descriptores - Geomorfología	91
Tabla 23 Matriz de comparación de pares - Geomorfología	92



Tabla 24	Matriz de normalización - Geomorfología	92
Tabla 25	Índice y relación de consistencia - Geomorfología	92
Tabla 26	Descriptorios - Geología	93
Tabla 27	Matriz de comparación de pares - Geología	93
Tabla 28	Matriz de normalización - Geología	93
Tabla 29	Índice y relación de consistencia - Geología	94
Tabla 30	Factor desencadenante	94
Tabla 31	Matriz de comparación de pares - Factor desencadenante	94
Tabla 32	Matriz de normalización - Factor desencadenante	95
Tabla 33	Descriptorios - Intensidad de precipitación	95
Tabla 34	Matriz de comparación de pares - Intensidad de precipitación	96
Tabla 35	Matriz de normalización - Intensidad de precipitación	96
Tabla 36	Índice y relación de consistencia - Intensidad de precipitación	96
Tabla 37	Cálculo de matriz de peligro	97
Tabla 38	Matriz de peligro.....	98
Tabla 39	Matriz de estratificación de peligro	99
Tabla 40	Dimensiones de evaluación - Vulnerabilidad	104
Tabla 41	Matriz de comparación de pares - Vulnerabilidad.....	104
Tabla 42	Matriz de normalización - Vulnerabilidad.....	104
Tabla 43	Índice y relación de consistencia - Vulnerabilidad.....	105
Tabla 44	Factores de evaluación - Dimensión Social.....	105
Tabla 45	Matriz de comparación de pares - Dimensión Social	106
Tabla 46	Matriz de normalización - Dimensión Social	106
Tabla 47	Índice y relación de consistencia - Dimensión social.....	106
Tabla 48	Parámetros y descriptorios de evaluación - Dimensión social.....	107
Tabla 49	Parámetros de evaluación - Exposición social.....	108



Tabla 50 Matriz de comparación de pares – Exposición social.....	108
Tabla 51 Matriz de normalización – Exposición social.....	108
Tabla 52 Descriptores - Número de personas por vivienda.....	109
Tabla 53 Matriz de comparación de pares - Número de personas por vivienda.....	109
Tabla 54 Matriz de normalización - Número de personas por vivienda.....	110
Tabla 55 Índice y relación de consistencia - Número de personas por vivienda.....	110
Tabla 56 Parámetros de evaluación - Fragilidad social	111
Tabla 57 Matriz de comparación de pares - Fragilidad social.....	111
Tabla 58 Matriz de normalización - Fragilidad social	112
Tabla 59 Índice y relación de consistencia - Fragilidad social	112
Tabla 60 Descriptores - Grupo etario	113
Tabla 61 Matriz de comparación de pares - Grupo etario	113
Tabla 62 Matriz de normalización - Grupo etario	113
Tabla 63 Índice y relación de consistencia - Grupo etario	114
Tabla 64 Descriptores - Abastecimiento de agua	115
Tabla 65 Matriz de comparación de pares - Abastecimiento de agua	115
Tabla 66 Matriz de normalización - Abastecimiento de agua	116
Tabla 67 Índice y relación de consistencia - Abastecimiento de agua	116
Tabla 68 Descriptores - Acceso a red de desagüe	117
Tabla 69 Matriz de comparación de pares - Acceso a red de desagüe	118
Tabla 70 Matriz de normalización - Acceso a red de desagüe	118
Tabla 71 Índice y relación de consistencia - Acceso a red de desagüe	118
Tabla 72 Parámetros de evaluación - Resiliencia social.....	119
Tabla 73 Matriz de comparación de pares - Resiliencia social.....	120
Tabla 74 Matriz de normalización - Resiliencia social.....	120
Tabla 75 Descriptores - Capacitación en GRD.....	121



Tabla 76	Matriz de comparación de pares - Capacitación en GRD.....	121
Tabla 77	Matriz de normalización - Capacitación en GRD.....	122
Tabla 78	Índice y relación de consistencia - Capacitación en GRD.....	122
Tabla 79	Parámetros de evaluación - Dimensión económica	123
Tabla 80	Matriz de comparación de pares - Dimensión económica.....	123
Tabla 81	Matriz de normalización - Dimensión económica.....	124
Tabla 82	Parámetros y descriptores de evaluación - Dimensión económica.....	124
Tabla 83	Parámetros de evaluación - Fragilidad económica	125
Tabla 84	Matriz de comparación de pares - Fragilidad económica.....	126
Tabla 85	Matriz de normalización - Fragilidad económica.....	126
Tabla 86	Índice y relación de consistencia - Fragilidad económica	126
Tabla 87	Descriptores - Ocupación	127
Tabla 88	Matriz de comparación de pares - Ocupación	128
Tabla 89	Matriz de normalización - Ocupación	128
Tabla 90	Índice y relación de consistencia - Ocupación	128
Tabla 91	Descriptores – Material predominante de la vivienda	130
Tabla 92	Matriz de comparación de pares – Material de vivienda.....	130
Tabla 93	Matriz de normalización – Material de vivienda.....	130
Tabla 94	Índice y relación de consistencia – Material de vivienda.....	131
Tabla 95	Descriptores - Antigüedad de la vivienda.....	132
Tabla 96	Matriz de comparación de pares - Antigüedad de la vivienda.....	132
Tabla 97	Matriz de normalización - Antigüedad de la vivienda.....	132
Tabla 98	Índice y relación de consistencia - Antigüedad de la vivienda.....	133
Tabla 99	Descriptores - Número de niveles de la vivienda	134
Tabla 100	Matriz de comparación de pares - Número de niveles de la vivienda	134
Tabla 101	Matriz de normalización - Número de niveles de la vivienda	134



Tabla 102	Índice y relación de consistencia - Número de niveles de la vivienda	135
Tabla 103	Parámetros de evaluación - Resiliencia económica.....	135
Tabla 104	Matriz de comparación de pares - Resiliencia económica.....	136
Tabla 105	Matriz de normalización - Resiliencia económica.....	136
Tabla 106	Descriptorios – Calidad de la construcción de la vivienda	137
Tabla 107	Matriz de comparación de pares - Método de construcción.....	137
Tabla 108	Matriz de normalización - Método de construcción.....	138
Tabla 109	Índice y relación de consistencia - Método de construcción	138
Tabla 110	Factores de evaluación - Dimensión ambiental	140
Tabla 111	Matriz de comparación de pares - Dimensión ambiental	140
Tabla 112	Matriz de normalización - Dimensión ambiental	140
Tabla 113	Índice y relación de consistencia - Dimensión ambiental	140
Tabla 114	Factores y descriptorios de evaluación - Dimensión ambiental.....	141
Tabla 115	Parámetro de evaluación - Exposición ambiental.....	141
Tabla 116	Matriz de comparación de pares - Exposición ambiental.....	142
Tabla 117	Matriz de normalización - Exposición ambiental.....	142
Tabla 118	Descriptorios - Cercanía de residuos sólidos	143
Tabla 119	Matriz de comparación de pares - Cercanía de residuos sólidos	143
Tabla 120	Matriz de normalización - Cercanía de residuos sólidos	144
Tabla 121	Índice y relación de consistencia - Cercanía de residuos sólidos	144
Tabla 122	Parámetros de evaluación - Fragilidad ambiental.....	145
Tabla 123	Matriz de comparación de pares - Fragilidad ambiental	145
Tabla 124	Matriz de normalización - Fragilidad ambiental	145
Tabla 125	Descriptorios - Disposición de residuos sólidos	146
Tabla 126	Matriz de comparación de pares - Disposición de residuos sólidos	147
Tabla 127	Matriz de normalización - Disposición de residuos sólidos	147



Tabla 128	Índice y relación de consistencia - Disposición de residuos sólidos	147
Tabla 129	Parámetros de evaluación - Resiliencia ambiental	148
Tabla 130	Matriz de comparación de pares - Resiliencia ambiental	148
Tabla 131	Matriz de normalización - Resiliencia ambiental	149
Tabla 132	Descriptores - Manejo de residuos sólidos	150
Tabla 133	Matriz de comparación de pares - Manejo de residuos sólidos	150
Tabla 134	Matriz de normalización - Manejo de residuos sólidos	150
Tabla 135	Índice y relación de consistencia - Manejo de residuos sólidos	151
Tabla 136	Cálculo y vector de cálculo de la dimensión social	152
Tabla 137	Cálculo y vector de cálculo de la dimensión económica	152
Tabla 138	Cálculo y vector de cálculo de la dimensión ambiental	153
Tabla 139	Vectores de priorización de la dimensión social, económica y ambiental .	153
Tabla 140	Matriz de vulnerabilidad y rangos de niveles de vulnerabilidad	154
Tabla 141	Matriz de estratificación de niveles de vulnerabilidad	155
Tabla 142	Matriz de nivel de riesgo	160
Tabla 143	Matriz de estratificación de niveles de riesgo.....	161
Tabla 144	Cálculo de posibles pérdidas de las construcciones vulnerables	169
Tabla 145	Pérdidas por cultivos.....	170
Tabla 146	Pérdida de forraje producido	170
Tabla 147	Pérdidas de producción de productos lácteos	171
Tabla 148	Datos de inversión, ingresos y egresos	171
Tabla 149	Cálculo de la relación costo-beneficio.....	172



ACRÓNIMOS

INDECI:	Instituto Nacional de Defensa Civil
CENEPRED:	Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres
IPCC:	Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático
SENAMHI:	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
SIGRID:	Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres
INGEMET:	Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico
COEN:	Centro de Operaciones de Emergencia Nacional
SINIA:	Sistema Nacional de Información Ambiental
OEA:	Organización de los Estados Americanos
ES:	Exposición social
FS:	Fragilidad social
RS:	Resiliencia social
FE:	Fragilidad económica
RE:	Resiliencia económica
EA:	Exposición ambiental
FA:	Fragilidad ambiental
RA:	Resiliencia ambiental



RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo determinar el nivel de riesgo por inundación fluvial en los márgenes del río Llallimayo KM 15+708.52 – KM 20+066.56 y río Sora KM 0+000 – KM 4+213.98 del centro poblado Sora, Puno. La investigación tiene un enfoque cuantitativo de nivel descriptivo transversal, aplicando como técnica la metodología de proceso de análisis jerárquico (PAJ) empleada por el CENEPRED, utilizando instrumentos como encuestas, softwares QGIS, HEC-RAS y HEC-HMS cuya población de estudio son los márgenes indicados en el río y como población muestral las viviendas ubicadas en los márgenes. Se obtuvo que los márgenes del río Llallimayo y Sora se encuentran en un nivel de riesgo alto en su totalidad. El nivel de peligro en los márgenes es muy alto, influenciado por el periodo de retorno de 100 años, el cual es de $2184.5 \text{ m}^3/\text{s}$ para el río Llallimayo y de $266.7 \text{ m}^3/\text{s}$ para el río Sora. Se determinó que el nivel de vulnerabilidad es muy alta en un 97.70% y alta en un 2.30% de las viviendas expuestas. Se propone como medida estructural un dique enrocado para reducir el riesgo, cuyo presupuesto asciende a S/. 6,575,363.87 y medidas no estructurales como la implementación de un plan de gestión de riesgo de desastres y capacitaciones a la población en temas de gestión de riesgos de desastres. Por último, se realizó un análisis de costo beneficio, resultando la relación costo-beneficio igual a 2.42, el cual afirma que un proyecto de inversión es sostenible y viable.

Palabras Clave: Inundación fluvial, Peligro, Riesgo, Vulnerabilidad.



ABSTRACT

The objective of this investigation is to determine the level of risk due to river flooding on the banks of the Llallimayo river KM 15+708.52 – KM 20+066.56 and the Sora river KM 0+000 – KM 4+213.98 of the Sora population center, Puno. The research has a quantitative approach at a transversal descriptive level, applying as a technique the hierarchical analysis process methodology used by CENEPRED, using instruments such as surveys, QGIS, HEC-RAS and HEC-HMS software whose study population is the indicated banks of the river and as a sample population the homes located on the banks. It was found that the banks of the Llallimayo and Sora rivers are at a high risk level in their entirety. The danger level on the banks is very high, influenced by the 100-year return period, which is 2184.5 m³/s for the Llallimayo River and 266.7 m³/s for the Sora River. It was determined that the level of vulnerability is very high at 97.70% and high at 2.30% of the exposed homes. A rock dam is proposed as a structural measure to reduce the risk, the budget of which amounts to S/. 6,575,363.87 and non-structural measures such as the implementation of a disaster risk management plan and training for the population on disaster risk management issues. Finally, a cost-benefit analysis was carried out, resulting in a cost-benefit ratio equal to 2.42, which affirms that an investment project is sustainable and viable.

Keywords: River flood, Danger, Risk, Vulnerability



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación denominado: “Riesgo por inundación fluvial en los márgenes del río Llallimayo KM 15+708.52 – KM 20+066.56 y río Sora KM 0+000 – KM 4+213.98, Centro Poblado Sora, Puno” tiene como propósito identificar el nivel de riesgo y las áreas susceptibles a inundaciones en los márgenes del río Llallimayo y Sora, estos eventos podrían ocasionar pérdidas económicas a la población que vive en la proximidad de los ríos ya mencionados, debido a que la principal actividad económica de la zona de estudio es la agricultura, ganadería y procesamiento de productos lácteos. Por último, se proponen medidas estructurales y no estructurales para la reducción o mitigación del riesgo.

La presente investigación consta de los siguientes capítulos:

Capítulo I: Contempla la introducción, planteamiento del problema, objetivo general y específicos.

Capítulo II: Considera la revisión de la literatura, así como los antecedentes bibliográficos, de carácter internacional, nacional y regional, el marco teórico y metodológico los cuales sustentan el tema de estudio.

Capítulo III: Abarca los materiales y métodos, se detalla el tipo y nivel de investigación empleado, instrumentos utilizados, así como los procedimientos realizados para el análisis de las variables del presente estudio.

Capítulo IV: Consta de los resultados y discusión obtenidos de la investigación y su análisis respectivo para su posterior interpretación objetiva.



Capítulo V: Contiene las conclusiones, los cuales están sujetas al objetivo general y específicos de la investigación

Capítulo VI: Abarca las recomendaciones y sugerencias por el autor, las cuales se pueden implementar en la zona de estudio.

Capítulo VII: Contempla las referencias bibliográficas, donde se encuentra los trabajos y autores de cada investigación utilizada como referencia.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los últimos años el cambio climático se ha convertido en uno de los factores principales detrás de los fenómenos naturales que ocurren a nivel mundial, tales como sequías, inundaciones, incendios y entre otros, los cuales causan grandes pérdidas económicas, ambientales y en ocasiones vidas humanas.

El riesgo por inundación fluvial es el más común a nivel mundial, causando que millones de personas en el mundo sean desplazadas de los lugares donde viven y provocando pérdidas económicas de miles de millones de dólares, siendo más afectadas las poblaciones con un PBI per cápita bajo (McDermott, 2022). Según Rentschler et al. (2022) 1.81 billones de personas (23% de la población mundial) están expuestas a inundaciones, de los cuales la mayor parte de la población se encuentra en el sur y este de Asia, China e India, estimando una pérdida de trescientos mil millones de dólares de pérdidas económicas cada año. La región de América Latina y el Caribe no es ajeno a los desastres naturales por inundaciones fluviales, considerando que las pérdidas económicas por este fenómeno es la más alta en todo el mundo (0.18% del PBI por evento), en los últimos años se viene registrando un incremento en las pérdidas, ya que entre los años



1980 y 2010 sobrepasaron a las pérdidas registradas entre los años 1900 y 1980 (Fernández Illescas & Buss, 2016).

En el Perú las inundaciones son un problema muy común cada año. En las zonas altoandinas se presentan dos temporadas, una de sequías y una de lluvias, la cual es muy significativa, además en ciertos años se presenta el fenómeno de “El Niño”, estos eventos hacen que los caudales que descienden de la región andina a la costa (región norte del país) sean muy altos, ocasionando desbordes de los ríos y por ende inundaciones, los departamentos más afectados son: Tumbes, Piura y Lambayeque. CENEPRED (2014). En el sur del Perú se encuentra la vertiente más importante y principal del sur, la vertiente del Titicaca, la cual está conformada por 13 ríos, donde se presenta una precipitación media anual de 700mm, en esta vertiente generalmente se registran desbordes ocasionados por los ríos: Coata y Ramis CENEPRED (2014).

El centro poblado de Sora se encuentra en el distrito de Umachiri, provincia de Melgar, por el cual bajan dos ríos los cuales son: río Llallimayo y río Sora. En épocas de avenida aumentan su caudal considerablemente, generando desbordamientos e inundaciones fluviales que causan pérdidas económicas, considerando que la población del centro poblado de Sora tiene como principal actividad económica la ganadería, generando pérdidas de las plantaciones para forrajes y por consecuencia las actividades que derivan de esta.

Según el COEN (2018) se registró un aumento en las precipitaciones pluviales en el distrito de Umachiri, teniendo como registro 14.8 mm de lluvia en la estación meteorológica de Llalli, lo que ocasionó un aumento del caudal de río Llallimayo y su posterior desborde, el mismo que afectó viviendas y áreas de cultivo. Cabe mencionar



que si se siguen presentando lluvias de mayor intensidad los desbordes de los ríos serán aún mayores, afectando a una mayor población y dejando más pérdidas.

Teniendo en cuenta los eventos de inundación, es de gran importancia realizar los estudios de evaluación de riesgos, de acuerdo con el CENEPRED (2014), la evaluación de riesgos nos ayuda a identificar actividades y acciones que se incorporan en los planes de prevención de riesgos y desastres, esta evaluación nos ayuda a adoptar medidas estructurales y no estructurales los cuales sustentan la formulación de proyectos y coadyuvan en la toma de decisiones frente a un determinado riesgo, proporcionando un nivel de vida apropiado a la población vulnerable.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el nivel de riesgo por inundación fluvial en los márgenes del río Llallimayo KM 15+708.52 – KM 20+066.56 y río Sora KM 0+000 – KM 4+213.98 del centro poblado Sora?

1.2.2. Problemas específicos.

- ¿Cuál es el nivel de peligro en el que se encuentra los márgenes del río Llallimayo KM 15+708.52 – KM 20+066.56 y río Sora KM 0+000 – KM 4+213.98 del centro poblado Sora?
- ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad en el que se encuentra los márgenes del río Llallimayo KM 15+708.52 – KM 20+066.56 y río Sora KM 0+000 – KM 4+213.98 del centro poblado Sora?

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se desarrolló porque la población colindante a los ríos Llallimayo y Sora en los tramos del km 15+708.52 – km 20+066.56 y km 0+000 – km 4+213.98 respectivamente, sufren de eventos climatológicos adversos como el desborde de los ríos producto de las precipitaciones intensas desarrolladas en toda la cuenca en las épocas de avenidas, causando pérdidas económicas en la población que radica en las riberas de los ríos, ya sean en las plantaciones de forraje y pérdidas materiales significativas, a la vez se pierde los ingresos económicos que podría tener la población ya que al no perder sus cultivos podrían tener mayor producción de productos lácteos.

La investigación tiene la finalidad de identificar el nivel de riesgo que presenta la población y las áreas colindantes a los ríos, con el propósito de que la población adyacente tenga en cuenta el nivel de susceptibilidad que se encuentra la zona de estudio, así como recomendar medidas estructurales y no estructurales para reducir o mitigar el riesgo.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Determinar el nivel de riesgo por inundación fluvial en los márgenes del río Llallimayo KM 15+708.52 – KM 20+066.56 y río Sora KM 0+000 – KM 4+213.98 del Centro Poblado Sora, Puno.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar el nivel de peligro en el que se encuentra los márgenes del río Llallimayo KM 15+708.52 – KM 20+066.56 y río Sora KM 0+000 – KM 4+213.98 del centro poblado Sora.



- Determinar el nivel de vulnerabilidad en el que se encuentra los márgenes del río Llallimayo KM 15+708.52 – KM 20+066.56 y río Sora KM 0+000 – KM 4+213.98 es alto.
- Proponer una medida estructural y no estructural que ayudarán a reducir el riesgo por inundación fluvial.
- Efectuar el análisis costo-beneficio para determinar si se justifica la ejecución de un proyecto de inversión.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Antecedentes internacionales

Estrada (2020) encontró como problema las inundaciones generadas por el río Esmeraldas - Ecuador, planteando como objetivo evaluar el riesgo de inundación en la cuenca baja del río Esmeraldas para proponer estrategias de gestión de riesgo y como objetivos específicos plantea: Realizar el mapeo de inundaciones, análisis de vulnerabilidad de la población frente a las inundaciones y diseño de estrategias, la metodología aplicada en el presente estudio corresponde a un diseño de investigación no experimental de tipo transversal ya que no se manipulan las variables y un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo). El autor realizó el mapeo de la inundación mediante teledetección de imágenes con RADAR Sentinel, para la evaluación de la vulnerabilidad utilizó el método de Análisis de Componentes Principales utilizando la geodatabase del censo INEC 2010, a la vez se consideró la recopilación de información de los actores locales mediante encuestas, posteriormente se determinó estrategias para gestión del riesgo con la metodología Presión-Respuesta, considerando los factores adoptados para el análisis de la vulnerabilidad. Se llegó a la conclusión determinando las áreas específicas que se inundan para prever una situación de riesgo, el mapeo demuestra que el 10% del área de estudio se inundó en el evento del 2020, se destaca la eficiencia de la plataforma de Google Earth Engine en la gestión del riesgo de inundaciones, aplicando la metodología de análisis de componentes



principales determinando que el 80% del área de estudio se determinó con una condición de moderada vulnerabilidad y un 20% con una vulnerabilidad baja.

Navas (2017) encontró como problema los desbordamientos del río Besaya - España, causante de inundaciones y problemas para el municipio de Corrales de Buelna, el autor tiene como objetivos: Comparación de los diferentes tipos de datos cartográficos, generación de modelos digitales de terreno, generación de series temporales de precipitación, generación de series temporales de caudales, selección de eventos sintéticos para la simulación hidráulica, modelo hidráulico bidimensional, reconstrucción de las manchas de inundación y la elaboración de mapas de vulnerabilidad, peligro y riesgo con periodos de retorno de 10, 100 y 500 años, la metodología aplicada en el estudio es de nivel descriptiva, no experimental y de tipo transversal y con un enfoque cuantitativo. El autor realizó la recopilación de información de series de precipitación distribuidas en toda la cuenca, para realizar una posterior simulación de inundación considerando sus periodos de retorno adecuado y así obtener datos como velocidades, alturas de inundación y áreas de inundación. En la investigación se llegó a concluir que en la zona de estudio es necesario una planificación de los eventos probables de inundación, en donde el autor propone crear un espacio libre en los márgenes del río para que en esta se pueda inundar y así dejar de tener daños hacia la infraestructura y la población.

Londoño (2021) encontró como problema la alta susceptibilidad a inundaciones de la zona urbana cercana al río Supía - Colombia, ya que el río tiene un comportamiento de carácter estacional en cuanto a crecidas por altas precipitaciones pluviales los cuales se acontecen en los meses de abril, mayo,



octubre y noviembre donde se registran lluvias de alta intensidad, el autor plantea como objetivo evaluar el riesgo por inundaciones del río Supía en la cabecera urbana del municipio de Supía, Caldas y como objetivos específicos modelar diferentes eventos estocásticos de lluvias sobre la cuenca del río Supía y las consecuentes inundaciones, identificar los tipos de elementos expuestos y asignar un modelo de vulnerabilidad para cada uno y por último calcular y zonificar de manera cuantitativa el riesgo probabilístico por inundación para la cabecera urbana del municipio de Supía. La metodología aplicada por el autor presenta un nivel descriptivo, no experimental, tipo transversal y con un enfoque cuantitativo. El autor para realizar la evaluación de riesgo por inundación desarrolló estudios específicos como modelaciones y la caracterización de elementos expuestos, asignando modelos para determinar su vulnerabilidad, para posteriormente realizar el cálculo de riesgo probabilístico por inundación. El autor llegó a las conclusiones: Primero, de la recopilación de información de series de 23 años de precipitación total diaria en 6 estaciones pluviométricas, donde se modelaron 1000 años de series estocásticas usando el software Drought Pro, donde se seleccionaron 443 eventos de lluvias intensa no ocurridas en la cuenca, utilizando el software Flood Analyst se desarrollaron los hidrogramas utilizando el método ModClarck resultando 122 hidrogramas, de los cuales 54 fueron de mayor magnitud, alcanzando caudales máximos como $138.64 \text{ m}^3/\text{seg}$, posteriormente realizando la modelación de inundación con el software Iber bidimensional, se modelaron los eventos con las 54 eventos de lluvias intensas sobre la cuenca donde como resultado se tuvieron que la altura de inundación no superan los 50 cm los cuales con llevan la posibilidad de causar daños reducidos. Segundo, para modelo de exposición no se consideraron los interiores de viviendas, ni sectores



agropecuarios, con la ayuda de Google Earth se reconocieron los niveles de viviendas, exteriores y los usos de las edificaciones, considerando un total de 4700 polígonos, 4300 construcciones agrupadas en cerca de 185 manzanas, las cuales en su mayoría son de 3 pisos de material predominante en mampostería y con una minoría de viviendas de tapia, identificando los estratos socioeconómicos 2 y 3. Tercero, contemplando el modelo probabilístico de riesgo urbano, se calcula un valor de expuesto de \$430 mil millones de pesos aproximadamente de los cuales se estimó que se pierda \$267 mil pesos cada año por eventos de inundación y los valores de pérdidas máxima entre 100 y 1000 años asciende a 4.64 millones de peso, de acuerdo a las pérdidas reducidas se modificó la vulnerabilidad para modificar las curvas de relación profundidad vs daño, donde se establecen mayor grado de vulnerabilidad a los elementos expuestos, considerando los sectores más expuestos, de lo anterior se concluyó que los elementos expuestos son del mismo valor frente a un monto de pérdidas de \$42 millones 678 mil pesos por cada año por eventos de Inundación, los valores de pérdida máxima probable entre 100 y 1000 años de periodo varían entre 840 millones de pesos y 4250 millones de pesos.

Díaz & Ibarra (2020) planteó como problema los desbordes del río Culagá – Colombia, en el sector puente PR2+500 en la vía Toledo – Labateca, en el departamento norte de Santander, ya que al suscitarse los eventos de inundación se tuvieron pérdidas significativas, derrumbando vías de acceso, puentes y alcantarillas dejando incomunicados a la población, estando en alerta naranja hasta en 6 municipios del departamento. para ello tuvo como objetivos delimitar la zona de inundación para los caudales con periodos de retorno de 10; 20; 50;100 y 500 años. La metodología de investigación del estudio es de tipo no experimental, con enfoque cuantitativo, transaccional, con un nivel descriptivo.



El autor realizó un estudio hidrológico, recopilando y analizando datos de precipitaciones en la cuenca obteniendo los caudales para cada periodo de retorno, posterior a ello se realizó una modelación hidráulica, para poder obtener las velocidades, áreas de inundación y alturas de inundación con los periodos de retorno obtenidos, llegando a las conclusiones que los periodos de retorno para los caudales entre 2 y 500 años, varían entre 144.40 m³/s y los 1112.40 m³/s y para el caudal de diseño con periodo de retorno de 100 años es de 662.50 m³/s, los cuales fueron hallados con el software HEC-RAS, para posteriormente delimitó las zonas inundables.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Zúñiga (2020) planteó como problema el desconocimiento del nivel de riesgo de inundación fluvial que presenta la ciudad de Huancavelica, para ello el autor planteó como objetivo: Determinar las zonas y niveles de riesgo (bajo, medio, alto y muy alto), para luego elaborar mapas temáticos con los resultados los cuales serán de gran importancia para la prevención y planeación frente al riesgo y así minimizar los efectos de las inundaciones en la ciudad de Huancavelica. La metodología aplicada por el autor es de nivel descriptivo, porque caracteriza los elementos de estudio, de tipo no experimental longitudinal, ya que no se manipulan deliberadamente las variables de estudio, solo se observan y longitudinal porque se obtienen datos de la población en diferentes momentos. El procedimiento realizado por el autor fue determinar el nivel de peligrosidad, previamente identificado la susceptibilidad y el parámetro de evaluación frente al peligro en estudio, para obtener el nivel de peligro mediante el proceso de análisis jerárquico para luego generar mapas temáticos, posterior a ello se determinó el



nivel de vulnerabilidad donde consideró la dimensión social, económica y ambiental evaluando la fragilidad y resiliencia, para hallar el nivel de la vulnerabilidad también se utilizó el proceso de análisis jerárquico, por último determinó el nivel de riesgo considerando los datos obtenidos del procesamiento del nivel de peligro y nivel de vulnerabilidad, para poder realizar los mapas temáticos de riesgo. El autor llegó a las siguientes conclusiones: Se obtuvieron niveles de tipo bajo, medio, alto y muy alto en los análisis de peligrosidad, vulnerabilidad y riesgo, a la vez se obtuvieron hidrogramas de avenidas máximas por el cauce del río Ichu con periodos de retorno de 10, 50, 100, 200 y 500 años en diferentes puntos de control.

Roque (2022) planteó como problema que la cuenca baja del río Lurín en la región Lima es el sector más vulnerable asociado a procesos de inundaciones, deslizamientos, huaycos y erosión hídrica, por ello el autor planteó como objetivo determinar el riesgo por inundaciones fluviales por máximas avenidas en la cuenca baja del Río Lurín, obtener las máximas avenidas para periodos de retorno de 50; 100 y 200 años mediante el modelamiento hidrológico en HEC-HMS, identificar las zonas que presentan riesgo de inundación fluvial considerando los caudales para los periodos de retorno de 50, 100 y 200 años mediante el modelamiento hidráulico en el software HEC-RAS y proponer estrategias de mejora ante el riesgo de inundación en la cuenca baja del río Lurín. La metodología de investigación para el presente estudio es cuantitativa, de carácter no experimental porque no existe intervención en los datos, retrospectivo porque se recopila información de acontecimiento anteriores, transversal porque se intervienen las variables solo en una ocasión, descriptivo porque describen las variables. El procedimiento realizado por el autor fue la recopilación de datos



hidrometeorológicos, realizar un estudio de hidrológico con la finalidad de calcular las máximas avenidas, identificar las zonas de riesgo y determinar el nivel de riesgo de inundación a partir de las simulaciones hidráulicas. El autor llegó a la conclusión que para los periodos de retorno de 50; 100 y 200 años se obtiene caudales de $94.78 \text{ m}^3/\text{s}$, $142.00 \text{ m}^3/\text{s}$ y $213.35 \text{ m}^3/\text{s}$, considerando la simulación de inundación obtuvo que para un tramo de 16.64 km se tiene áreas de inundación 5018ha, 213.76 ha y 511.12 ha, para los periodos de retorno indicados.

Díaz & García (2021) encontró como problema el riesgo de inundación en la quebrada Los Chilcos ubicada en la región de Cajamarca, para ello los autores plantearon como objetivos determinar el nivel de peligro por inundación, determinar el nivel de vulnerabilidad, determinar las áreas inundables a partir de simulaciones, determinar las pérdidas económicas probables al suscitarse una inundación. La presente investigación es de nivel descriptiva, con un enfoque tipo retrospectiva no experimental. El autor realizó levantamientos topográficos con la ayuda de un dron, con la finalidad de obtener un modelo digital de elevación, se realizó cálculos hidráulicos para determinar los caudales de diseño y las simulaciones de inundaciones utilizando el software IBER V2.6 y para determinar el nivel de riesgo se basó en la metodología utilizada por el CENEPRED. Los autores llegaron a las conclusiones que la quebrada presenta un nivel de riesgo alto, nivel de peligro alto y un nivel de vulnerabilidad alta, se obtuvo también caudales para los diferentes periodos de retorno, para el caudal de $130 \text{ m}^3/\text{s}$ se obtiene un área de 40.056 ha de área inundada, para un caudal de $121.685 \text{ m}^3/\text{s}$ un área de 39.126 ha, para un caudal de $112.846 \text{ m}^3/\text{s}$ un área de 38.216 ha y por último se cuantificó las pérdidas económicas llegando a un total de S/.5319.00 por vivienda.



Contreras (2023) en su investigación encuentra como problema los desbordes en la quebrada Cujaca, localidad de Cuyca, distrito Choros, región Cajamarca, para ello se plantea como objetivos, estimar la gestión del riesgo para reducir el desborde de la quebrada Cujaca, estimar las áreas de inundación de un periodo de retorno de 200 años, estimar la proyección de una defensa ribereña ante una máxima avenida. La investigación es de tipo no experimental, de nivel descriptivo, con un enfoque cuantitativo, transaccional. El autor para lograr sus objetivos realiza la recopilación de datos hidrometeorológicos para realizar un estudio hidrológico y su posterior modelamiento hidráulico considerando los periodos de retorno, para la identificación del nivel de vulnerabilidad realizó la recopilación de encuestas a la población, posterior a ello realizó el procesamiento utilizando las matrices de Saaty, por ultimo obtuvo los mapas de nivel de riesgo. El autor llegó a la conclusión de que la gestión de riesgo no redujo en más del 70% la inundación de la quebrada Cujaca, las áreas de inundación para un periodo de retorno de 200 años con un caudal de $139.92 \text{ m}^3/\text{s}$ es de 2.24 ha en el margen derecho y 2.38 ha en el margen izquierdo. La proyección de una defensa ribereña reduciría en un 81.8 % la probabilidad de inundación.

Valdivia (2023) en su investigación detalla como problema el riesgo de inundación por desborde en la quebrada Amojú del sector El Parral en la ciudad de Jaén, región Cajamarca, para ello el investigador planteó como objetivos estimar la gestión del riesgo que pueda reducir la inundación por el desborde de la quebrada Amojú en el sector El Parral, como objetivos específicos plantea estimar las áreas inundables, estimar la defensa ribereña que pueda reducir la inundación. La metodología aplicada es de tipo no experimental, de nivel descriptivo, con un enfoque cuantitativo, transaccional. El autor para lograr sus



objetivos realiza la recopilación de datos hidrometeorológicos para realizar un estudio hidrológico y su posterior modelamiento hidráulico considerando los periodos de retorno, para la identificación del nivel de vulnerabilidad realizó la recopilación de encuestas a la población, posterior a ello realizó el procesamiento utilizando más matrices de Saaty, por último obtuvo los mapas de nivel de riesgo. El autor concluye que la gestión del riesgo reduce en más de el 50% la inundación quebrada Amojú en el sector El Parral, la limpieza descolmatación y reconformación de la sección del cauce, indica que reduce en un 65% las áreas de inundaciones. La construcción de una defensa ribereña en el sector de estudio podría reducir hasta en un 96% las áreas de inundación en caso del evento natural.

Valverde (2020) encontró como problema los desbordes del río Pócoto en la región de Lima, cuales son originados por el fenómeno del Niño, los cuales produjeron graves daños por inundaciones y huaycos en los centros poblados, infraestructura de riego y drenaje cercanos a la ribera del río Pócoto. El investigador tiene como objetivo analizar el riesgo de inundación para prevenir los desbordes del río Pócoto en el distrito de San Vicente, determinar medidas estructurales, no estructurales y otros métodos de resiliencia en relación al análisis de riesgo, determinar la relación del análisis de riesgo de inundación y las medidas estructurales y la resiliencia para la prevención del desborde del río Pócoto. La metodología de investigación es no experimental de nivel predictivo porque se analiza el nivel de riesgo en el que se encuentra las zonas de estudio y se proponen medidas de reducción ante el riesgo, transversal de tipo correlacional, ya que se analizan las causas después de ocurrido el fenómeno. Además, se emplearon técnicas como la metodología de la jerarquización de las matrices de Saaty para categorizar el nivel de riesgo, se utilizó encuestas y entrevistas hacia la población



para determinar el nivel de vulnerabilidad, a la vez se realizó un estudio topográfico y la recopilación de datos hidrometeorológicos para su posterior análisis con el software HEC-RAS y mostrar la información mediante planos, tablas y registros. Llegando a la conclusión que el área inundable del río Pócoto es de 37120 km², con una población vulnerable de 1520 habitantes los cuales están ubicados en los sectores de Castilla, 28 de Julio y Los Pinos, determinando un nivel de peligrosidad medio, vulnerabilidad alta y un nivel de riesgo muy alto, por lo cual se recomendó como medida estructural un muro de contención ciclópeo en ambos márgenes, como medida no estructural se plantea el monitoreo del sistema hidrometeorológico y sedimentológica.

Cuba & Santos (2021) encontró como problema los desbordes del río Pichari en épocas de precipitación fluvial, el cual generaba las inundaciones en las zonas aledañas al río Pichari, en consecuencia, el autor realizó un estudio con el objetivo de evaluar los riesgos por inundación fluvial en los márgenes del río Pichari, ubicado en la provincia La Convención, región de Cusco, teniendo como objetivo, evaluar el riesgo por inundación fluvial en los márgenes del río Pichari, determinar el nivel de peligro por inundación fluvial, determinar el nivel de vulnerabilidad, proponer alternativas de solución estructurales y no estructurales. La metodología adoptada para la presente investigación es no experimental, de carácter descriptivo, puesto que describen las acciones, eventos y situaciones, de tipo aplicada con un enfoque cuantitativo. Para la ejecución de la investigación se utilizó como instrumentos y métodos, el método jerárquico basado en las matrices de Saaty, con el fin de establecer la comparación de factores y pesos promediados, los cuales permitieron analizar y estimar los niveles de peligrosidad y vulnerabilidad, obtenidos empleando encuestas, cuestionarios, entrevistas y/o



encuestas de caracterización del peligro y vulnerabilidad que fueron constatados observando los distintos aspectos necesarios, según los ítems para cada una de las familias estudiadas. Teniendo como conclusiones que un 49% del distrito de Pichari tienen un nivel de peligro muy alto debido a que se encuentran susceptibles a la inundación y un 44% del nivel de vulnerabilidad y riesgos por inundación muy alto, por consiguiente se considera como una alternativa estructural el encauzamiento de los márgenes del río Pichari.

Loyola Morales (2019) encontró como problema las crecidas extraordinarias del río Grande, los cuales generaron desbordes del río afectando cultivos cercanos, las mismas áreas afectadas en años atrás fueron pobladas, teniendo construcciones aledañas al río Grande los cuales afectaron la faja marginal, en consecuencia a ello el autor tiene como objetivo evaluar el nivel de riesgo por inundación que presenta la quebrada del cauce del río Grande en el tramo desde el puente Candopata hasta el puente Cumbicus en la ciudad de Huamachuco de la región La Libertad, al mismo tiempo obtener el nivel de peligro, analizar la vulnerabilidad de las familias aledañas a la quebrada del Río Grande y proponer medidas estructurales y no estructurales que reduzcan el riesgo de inundación existente en la quebrada río Grande. Se analizó a 31 familias aledañas que se encuentran dentro de la faja marginal. La metodología adoptada fue no experimental, de carácter descriptivo, ya que describirá acciones, situaciones y eventos para el análisis de estos, a la vez utilizó como instrumentos y métodos la metodología basada en las matrices de Saaty, técnicas de observación, obtención de datos meteorológicos, utilización de mapas de INDECI, CEPPLAN y CEDEPAS, entrevistas y cuestionarios para la percepción que tiene la población sobre el peligro. Como conclusión se determina que el nivel



de riesgo es alto con 51 al 75%, el nivel de peligrosidad con relación a la población es alto, el nivel de vulnerabilidad es alta del 51 a 75% y las propuestas estructurales y no estructurales recomendadas por el autor es un enrocado lateral en las márgenes del río o una defensa ribereña establecidas mediante un estudio definitivo mientras que la vulnerabilidad física, económica, social política e institucional, ideológica y cultural es alta.

2.1.3. Antecedentes Locales

Mamani (2023) en su investigación encontró como problemas el riesgo de inundación fluvial latente por el desborde del río Inambari que existe en el distrito de Sandia, región Puno, desde el puente Apabuco hasta la quebrada Huayllabamba, teniendo como objetivo principal evaluar el nivel de riesgo y las medidas de mitigación para eventos de inundación fluvial y como objetivos específicos evaluar el nivel de peligro, determinar el nivel de vulnerabilidad por inundación fluvial, proponer medidas de mitigación estructural y no estructurales y obtener mapas de zonificación de nivel de peligro. El estudio tiene un enfoque cuantitativo, es de tipo no experimental, transaccional de nivel descriptivo. El autor en el desarrollo de la investigación realizó una recopilación de datos en campo, mediante encuestas para evaluar la vulnerabilidad a la vez recopiló información hidrometereológica para realizar un estudio hidrológico y obtener los caudales con periodos de retorno de 10; 25; 50; 100 y 200 años para su evaluación del nivel del peligro, a la vez se procesó los datos recopilados de las encuestas para su procesamiento mediante las matrices de Saaty con el fin de hallar el nivel de vulnerabilidad, por último se procesó el nivel de riesgo y propuso medidas estructurales y no estructurales. El autor llegó a las conclusiones que el 32.45%



de viviendas tienen un nivel de riesgo bajo, 26.21% nivel medio, 31.90% tienen un nivel de alto y un 9.43% un nivel de riesgo muy alto, para el nivel de peligro obtuvo que el 64% de la superficie presenta un nivel de peligro muy alto y un 36% alto, para el nivel de vulnerabilidad halló que el 25.8% tiene una vulnerabilidad baja, 11.37% un nivel medio, 51.04% un nivel alto y un 11.79% un nivel muy alto, a la vez recomendó la construcción de un muro de contención en 3312.5 metros de concreto ciclópeo y 970 metros de enrocado, con un presupuesto de S/. 8,325,568.82.

Choque (2023) en su investigación describe como el problema a investigar el riesgo generado por las inundaciones fluviales que producen los ríos Karimayo y Calachaca, del distrito de Chupa, región Puno, para ello el autor planteó como objetivos determinar los niveles de riesgo por inundación mediante un modelamiento hidráulico bidimensional de los ríos Karimayo y Calachaca, determinar las áreas de inundación para los diferentes periodos de retorno en los sectores Collpani, Acorani, Cansani, Rucos, Unión Calachaca, Chacapunta y el barrio Túpac Amaru. La metodología aplicada para la investigación tiene un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada no experimental, en un nivel de investigación explicativo. Para el procesamiento de la información el autor empieza por la recopilación de la información necesaria, como datos hidrometeorológicos del SENAMHI, para realizar el cálculo de los caudales de diseño de acuerdo a los periodos de retorno, posterior a ello realizó el modelamiento hidráulico considerando las máximas avenidas para determinar las áreas de inundación y por ultimo realizó la estimación del riesgo por inundación, utilizando la metodología que indica el Instituto Nacional de Defensa Civil. Finalmente, el autor tuvo como conclusiones que para un periodo de retorno de



100 años el 8.5% del área inundable se encuentra en un nivel de riesgo muy alto, el 14.7% en un nivel de riesgo bajo.

Cutipa (2023) en su investigación detalla como problema las inundaciones que se desencadenan por las precipitaciones extremas que se desarrollan, por las cuales la población de la zona urbana de San Pedro de Putina Punco de la región Puno está expuesta al riesgo de inundación, para lo cual el autor tuvo como objetivos evaluar el nivel de riesgo por inundación mediante sistemas de información geográfica en la zona urbana, determinar los niveles de peligro por inundación y determinar los niveles de vulnerabilidad en las zonas urbanas, La investigación tiene un enfoque cuantitativo, de nivel descriptivo no experimental, transaccional. Para cumplir los objetivos de la investigación el autor realizó un estudio hidrológico a partir de los datos recopilados de precipitaciones en las diferentes estaciones meteorológicas de la cuenca en estudio, con la finalidad de obtener los caudales de diseño para los puntos de aforo, para posteriormente con la ayuda de los SIG obtener las simulaciones de inundaciones en el área de estudio y para determinar el nivel de riesgo se utilizó la metodología de proceso analítico jerárquico, llegando a las conclusiones de que el 16.58% o 130 viviendas del área de estudio presenta un nivel de riesgo muy alto, el 66.07% o 518 viviendas presenta un nivel de riesgo alto, el 17.35% o 136 viviendas tienen un nivel de riesgo medio, asimismo se determinó que el 34.52% está en un nivel de peligro muy alto, 45.22% un nivel de peligro alto y el 20.27% un nivel de peligro medio y por último el 10% un nivel vulnerabilidad muy alto, el 66% un nivel de vulnerabilidad alto y el 24% un nivel vulnerabilidad medio.



2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Fenómenos naturales adversos

De acuerdo con la OEA (s.f.) los fenómenos naturales pueden afectar o no al ser humano y cuando tiene consecuencias en la población se convierte en un fenómeno natural adverso o un evento peligroso, el mismo que causa pérdidas humanas y serios daños, los cuales son inevitables e incontrolables, estos fenómenos pueden ser de tipos como: atmosféricos, hidrológicos, sísmicos y volcánicos.

SINIA (2021) indica que son eventos que irrumpen el desarrollo normal de las actividades de una población, los cuales son de intensidad alta y para evaluar los daños van relacionados con las condiciones de exposición, vulnerabilidad y la capacidad de respuesta que tiene la población, dependiendo de estas condiciones se puede indicar que tan desastrosas puedan ser las consecuencias como pérdidas de materiales, económicas, así como las pérdidas de vidas humanas y el efecto causado en el ambiente.

2.2.2. Peligro

“El peligro, es la probabilidad de que un fenómeno, potencialmente dañino, de origen natural se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un periodo de tiempo y frecuencia definidos” (CENEPRED, 2014, p.20).

A la vez INDECI (2006) indica que el peligro es la probabilidad de que ocurra un fenómeno natural, el cual puede ser inducido por las actividades que realiza el hombre o puede ocurrir naturalmente, el cual puede tener una escala de



magnitud, a la vez se presenta en una localidad conocida y puede afectar a una población determinada, infraestructura civil y al medio ambiente

Para el United Nations International Strategy for Disaster Reduction (2009), un peligro de origen natural es un fenómeno el cual puede causar daños múltiples como pérdidas materiales, servicios, medios de vida, efectos en la salud de las pérdidas y hasta pérdidas humanas, como pérdidas económicas y daños a diferentes escalas en el medio ambiente.

Al mismo tiempo según CENEPRED (2014) el peligro se puede clasificar en: Peligros generados por fenómenos de origen natural y peligros inducidos por acción humana.

2.2.2.1. Peligros generados por origen natural

Son los eventos o fenómenos que ocurren naturalmente, los cuales pueden generar un riesgo de una considerable magnitud ocasionando un riesgo para las personas, infraestructura y el medio ambiente.

Según el CENEPRED (2014) se clasifican en 3 tipos:

- Peligros generados por fenómenos de geodinámica interna
- Peligros generados por fenómenos de geodinámica externa
- Peligros generados por fenómenos hidrometeorológicos y oceanográficos



2.2.2.1.1. Peligros generados por fenómenos de geodinámica interna

Los peligros generados por fenómenos de geodinámica interna son aquellos que se asocian a los procesos geológicos que se desarrollan al interior de la Tierra. Se atribuyen más a la actividad o movimiento tectónico de las placas, formación de la montañas, actividad volcánica y movimientos telúricos.

Según el CENEPRED (2014), en su manual considera tres peligros, entre los cuales se tiene:

- Sismos, el cual es un proceso de atapas de liberación de energía mecánica a causa de cambios de los estados de esfuerzos, causantes de las deformaciones y desplazamientos resultantes de las placas tectónicas
- Tsunamis, son los fenómenos que ocurren en el mar, originados a causa de los movimientos telúricos, desplazando verticalmente el agua, las cuales causan odas largas de agua, de una considerable altura, propagándose a una gran velocidad y en todas las direcciones desde el epicentro. Este fenómeno puede ser ocasionado por sismos, erupciones volcánicas y deslizamientos o derrumbes submarinos o costeros.
- Vulcanismo, es un fenómeno que consiste el proceso eruptivo de un volcán, implicando la emisión de lava, cenizas, gases y entre otros materiales, el cual se da a partir de la existencia de un volcán, el cual contiene por debajo de la superficie una cámara magmática, donde se encuentra la roca fundida o también llamada magma, la cual por su



baja densidad asciende por el conducto del volcán llamado chimenea y pueda ser expulsado por el cráter, al tener contacto con la superficie este procede a llamarse lava.

2.2.2.1.2. Peligros generados por los fenómenos de geodinámica externa

Los peligros generados por fenómenos de la geodinámica externa, son aquellos que se asocian a los procesos geológicos que se desarrollan en la superficie de la Tierra y atmosfera terrestre, relacionados directamente con factores externos como el agua, viento, clima y los seres humanos que interactúan sobre la corteza y atmósfera terrestre.

De acuerdo con Guevara (s.f.) la geodinámica externa estudia agentes atmosféricos externos como: mares, vientos, aguas y otros los cuales son agentes importantes en la modificación de la superficie de la tierra o la destrucción de elementos rocosos, los cuales van moldeando y originando los relieves de las diferentes geomorfologías encontradas en la superficie de la tierra.

Según CENEPRED (2013), considera a los movimientos en masas o deslizamientos, el cual es un proceso de un transporte o movimiento de un suelo o roca con una velocidad determinada, los cuales pueden ser causados por agua en el terreno, erosión y/o efecto de la fuerza de gravedad, el mismo que se genera a partir de un plano de falla o plano de cizalla, generando en ocasiones efectos catastróficos.

Lo tipos de movimientos se pueden clasificar como se muestra en la figura 1.

Figura 1

Tipos de Movimientos en Masas

Tipo	Subtipo
Caídas	Caída de roca (detritos o suelo)
Volcamiento	Volcamiento de roca (bloque)
	Volcamiento flexural de roca o del macizo rocoso
Deslizamiento de roca o suelo	Deslizamiento traslacional, deslizamiento en cuña
	Deslizamiento rotacional
Propagación lateral	Propagación lateral lenta
	Propagación lateral por licuación (rápida)
Flujo	Flujo de detritos
	Crecida de detritos
	Flujo de lodo
	Flujo de tierra
	Flujo de turba
	Avalancha de detritos
	Avalancha de rocas
	Deslizamiento por flujo o deslizamiento por licuación (de arena, limo, detritos, roca fracturada)
Reptación	Reptación de suelos
Deformaciones gravitacionales profundas	Soliflucción, geliflucción (en permafrost)

Nota: Recopilado del Manual de Evaluación de Riesgo de Desastres Naturales V.2

2.2.2.1.3. Peligros generados por fenómenos hidrometeorológicos y oceanográficos

Los peligros generados por fenómenos hidrometeorológicos son aquellos eventos asociados a los eventos relacionados con el clima, los cuales pueden generar peligros y pérdidas significativas para las personas y ecosistemas.

Armas (2023) indica que los fenómenos hidrometeorológicos son los que a lo largo de los años e historia son los que más daños causan, dentro de ellos se consideran los ciclones tropicales, inundaciones, nevadas, tormentas eléctricas, sequías, lluvias torrenciales y entre otros.

Así mismo el Colegio de Geógrafos del Perú (2017) indica que en el Perú se presentan climas diversos, el cual por la cordillera de los andes en el Perú se tiene la costa sierra y selva, el mismo que condiciona para tener diferentes eventos climatológicos adversos como el fenómeno del niño, causando lluvias intensas, deslizamientos de tierra, inundaciones así como pérdidas de vidas humanas y económicas, así como en diferentes partes del Perú, por ello el gobierno promulgó la Ley N°29664 Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres con la finalidad de poder enfrentar los peligros naturales.

Según el CENEPRED (2014) considera como peligro los siguientes fenómenos:

Figura 2

Peligros generados por fenómenos hidrometeorológicos y oceanográficos

Tipo	
Inundaciones	Tormentas eléctricas
Lluvias intensas	Vientos fuertes
Oleajes anómalos	Erosión
Sequías	Incendios forestales
Descenso de temperatura	Olas de calor y frío
Granizadas	Deglaciación
Fenómeno de el Niño	Fenómeno de a Niña

Nota: Recopilado del Manual Para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales V.2



2.2.3. Inundaciones

Según el United Nations (2023) las inundaciones es uno de los peligros más comunes y el cual causa efectos muy desastrosos y persistentes, a causa del aumento del nivel de agua en los ríos, superando el nivel de la corona de los márgenes del río y los efectos dependen de la duración, intensidad y la saturación del terreno por las precipitaciones anteriores suscitadas, así como el tipo de terreno donde se efectúe la inundación.

Para el PNUD (2014) las inundaciones son definidas por la ocupación de agua o desborde de estas, a causa de las lluvias torrenciales, deshielo y otros, generando problemas y daños a la poblaciones y bienes materiales, provocadas por las intensas lluvias en combinación con la geografía del terreno, permeabilidad del suelo, la degradación, relieve y vegetación de la misma.

La inundación es un fenómeno causado por las lluvias intensas continuas, puede darse a causa de que las mismas superan la capacidad de infiltración del suelo, superan la capacidad de transporte máximo de las fuentes de agua como los ríos, lagos, ocasionando el desborde y posterior inundación de los terrenos cercanos a las mismas. Se clasifican por su duración y origen (CENEPRED, 2014).

2.2.3.1. Por su duración

- Inundaciones dinámicas o rápidas: Se presentan en los ríos cuya cuenca presenta una pendiente elevada, ya que por la presencia de lluvias intensas estos se cargan rápidamente y evacuan de la misma



manera, causando destrozos y daños en la infraestructura y la población, se caracterizan por ser repentinas y de corta duración.

- Inundaciones estáticas o lentas: Se presentan cuando las lluvias son continuas, pueden ser intensas o no, generando así que el nivel del río alcance su máxima capacidad en un largo plazo ocasionando que el río desborde, inundando áreas de terreno cercanos al río.

2.2.3.2. Por su origen

- Inundaciones pluviales: Se produce a causa de la acumulación de las lluvias intensas, las cuales son continuas, puede ser en un intervalo de tiempo breve o moderado, el cual se acontece sobre un tipo de suelo poco permeable en una determinada área geográfica.
- Inundaciones fluviales: Se produce a causa del desborde de los ríos y arroyos, debido al incremento del volumen transportado por los mismos, superando el nivel máximo de transporte de volumen de los ríos y ocasionando las inundaciones en los terrenos adyacentes.

2.2.4. Susceptibilidad

La susceptibilidad es el grado a la cual está expuesta o propensa de sufrir un peligro ocasionado por algún fenómeno natural. Según CENEPRED (2013) es el grado de predisposición de que algún evento o fenómeno ocurra en cierta área geográfica, donde se incluyen y analizan dos factores condicionantes y desencadenantes.

Para INDECI (2011) la susceptibilidad es la posibilidad de ocurrencia de un fenómeno de inundación, el cual debe ser analizada con la finalidad de obtener



como sería el estado o funcionamiento de la zona expuesta en caso del acontecimiento del fenómeno natural, para su evaluación y permitir a las entidades pertinentes la planificación y manejo de los eventos de desastres naturales.

2.2.5. Factores condicionantes

De acuerdo con el CENEPRED (2013), son parámetros que caracterizan al área geográfica donde se realizarán los estudios de evaluación de riesgos, como: Geología, geomorfología, fisiografía, hidrología y edafología.

Según Holguin & Guillemes (2022) los factores condicionantes son aquellos que dependen de su propio entorno y relieve del terreno, o cuyas características son inherentes al área donde se puede desarrollar un peligro, los cuales condicionan el avance o nivel del peligro, los factores condicionantes pueden ser: la pendiente y tipo de suelo, cuales factores condicionan cuan peligroso puede ser una inundación.

2.2.6. Factores desencadenantes

El CENEPRED (2013) indica que son parámetros los cuales se producen a partir de acontecimientos que se realizan en un área geográfica específica, donde su nivel de influencia va directamente relacionado con los factores condicionantes.

Para Holguin & Guillemes (2022) los factores condicionantes son aquellos factores que son externos que causan una inestabilidad en una determinada área, son aquellos agentes que pueden desencadenar o producir eventos adversos o el desarrollo de un peligro, como por ejemplo las precipitaciones intensas desencadenan aluviones, huaycos, inundaciones pluviales y fluviales.



2.3. VULNERABILIDAD

Es el nivel de exposición de un elemento como una persona y/o población que están propensos ante un eventual acontecimiento de un peligro, los cuales pueden ser de carácter físico, social, económico y otros, ya que dependiendo de las características que presenta la persona y/o población sufrirán un determinado nivel de impacto a consecuencia del peligro y por ende según ellas se estimará cual es la capacidad de resiliencia que presenta la población (INDECI, 2009).

De acuerdo con IPCC (2013) la vulnerabilidad es la disposición de las personas y/o población a ser afectadas de manera negativa, indica el nivel o grado de susceptibilidad al cual están expuestos y si tienen una capacidad de respuesta y adaptación al peligro que están sometidos.

Considerando la definición anterior, se tiene un mismo concepto según CENEPRED (2013), el cual hace referencia a la Ley N° 29664 del Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres y su Reglamento (D.S. N° 048-2011-PCM), la cual define a la vulnerabilidad como el nivel de susceptibilidad en la que se encuentra una población en específico, las cuales influyen directamente en el carácter físico, actividades sociales y económicas, los cuales están expuestos a sufrir daños por acción de algún peligro.

Considerando las definiciones podemos indicar que la vulnerabilidad es el grado de susceptibilidad de una determinada zona de estudio y/o influencia donde se puede presentar un peligro, el nivel de vulnerabilidad puede variar debido a varios factores, como sociales, económicos y ambientales, como por ejemplo se pueden mencionar el nivel de estudio, nivel de pobreza y entre otros factores, los cuales influyen directamente en la capacidad de resiliencia de la población frente al peligro.



Se considera de índole importante el análisis de la vulnerabilidad, ya que las acciones que se optan para aminorar el nivel de peligro no son muy bastas y en algunos casos son nulas, por ende, se opta por disminuir el nivel vulnerabilidad, para así obtener un menor nivel de riesgo frente al peligro que se puede suscitar en el área de estudio.

Según el CENEPRED (2013) considera que para efectos de realizar una evaluación de riesgos por desastres naturales y realizar el análisis de la vulnerabilidad se toma en cuenta 3 dimensiones: Dimensión social, económica y ambiental, que también son llamadas tipos de vulnerabilidad, dentro de las cuales comprende el análisis y compilación de información de los objetos en el área de estudio e influencia. Dentro de las dimensiones se consideran factores de estudio como: Exposición, fragilidad y resiliencia.

2.3.1. Factores de estudio de la vulnerabilidad

Los factores de estudio evalúan características y condiciones de los objetos en estudio, cada uno de ellos deben estar orientadas a las dimensiones de estudio, iniciando por las características a las cuales están expuestas, la fragilidad o susceptibilidad que cuentan, el nivel de adaptabilidad y resiliencia que tiene la población o el objeto en estudio.

2.3.1.1. Exposición

De acuerdo con el CENEPRED (2013) la exposición está ligada a acciones del hombre ligadas directamente con el entorno o ambiente. La exposición se puede a la susceptibilidad de una población, activos tangibles como infraestructura, bienes materiales y ecosistemas naturales se vean afectados por un acontecimiento natural, ya que depende de las



características tanto sociales, económicas y ambientales que presenten para poder determinar el nivel de exposición que presenta cada elemento.

2.3.1.2. Fragilidad

De acuerdo con CENEPRED (2013), la fragilidad se refiere a las condiciones que presentan los elementos de estudio, considerando ello se determina la desventaja o debilidad que pueden sufrir frente a la presencia o acontecimiento de algún desastre natural.

La fragilidad también se puede definir el nivel de precariedad y debilidad de los elementos de estudio, para poder contrarrestar los efectos adversos en caso se suscite un peligro, para ello se analizan las condiciones de la población, de los activos tangibles y los ecosistemas naturales que podrían sufrir daños.

2.3.1.3. Resiliencia

La resiliencia tiene como enfoque que la resiliencia es el grado de aceptación y recuperación de la población, frente a la ocurrencia de un peligro, se puede considerar como ejemplos la organización de la población frente a un peligro. (CENEPRED, 2014)

La resiliencia se puede definir también como la capacidad que los elementos de estudio, como de una población y otros, para poder soportar, adaptarse y recuperarse de los efectos adversos en caso de que ocurra un desastre natural y aminorar los daños significativos, para poder agilizar la recuperación de los daños que sufran ante el acontecimiento del peligro.

2.4. RIESGO

De acuerdo con el CENEPRED (2014) el riesgo es el resultado del producto del peligro del área estudio e influencia y de la vulnerabilidad de los elementos expuestos, para poder determinar la probabilidad de la ocurrencia de posibles efectos adversos en los factores sociales, económicos y ambientales. En el manual se determina que el peligro se determina según la fórmula siguiente:

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

R=Riesgo

F= En función

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

V_e =Vulnerabilidad de un elemento expuesto

Cuya definición concuerda con el INDECI (2009) el cual la define como la estimación y/o evaluación de la probabilidad de que ocurran daños, pérdidas humanas y pérdidas de bienes materiales en una determinada área de estudio, el mismo que se evalúa en función del análisis del peligro y la vulnerabilidad que se presenta.

A la vez la Comunidad Andina (2018) indica que el riesgo es la posibilidad de que se puedan efectuar daños como, pérdidas humanas, destrucción y daños a nivel de una población y de bienes materiales, los cuales están en función de una amenaza, exposición, vulnerabilidad y capacidad, la clasifica al riesgo en dos tipos:

- Riesgo residual, es el riesgo que no cuenta con una gestión de riesgo, a pesar de que cuente instaladas medidas estructurales y/o no estructurales para reducir el riesgo,



por lo que se debe contar con una capacidad de respuesta ante el peligro que se pueda suscitar.

- Riesgo aceptable o riesgo tolerable, considera al riesgo que dependiendo de las características ya sean sociales, económicas, ambientales y entre otras, los elementos de estudio pueden tolerar o aceptar el nivel de riesgo.

Según ello se puede definir que el riesgo es la probabilidad de que ante la ocurrencia de un desastre natural se susciten daños de diferente magnitud, ello depende del nivel de peligro y el nivel de vulnerabilidad que se presente en la zona de estudio e influencia.

2.5. PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO

El proceso analítico jerárquico fue desarrollado por Thomas L. Saaty a finales de los años 60, el mismo que creó una herramienta o método para facilitar la toma de decisiones en temas muy importantes y complejos, la cual sirve para poder estructurar, evaluar y sintetizar las alternativas sobre un específico tema de evaluación (Osorio, 2008).

Según Bermudez & Quiñones (2018) el proceso de análisis jerárquico es un método que fue diseñado con la finalidad dar soluciones a problemas cuando se tengan múltiples criterios, donde se tenga claro el tema de evaluación, para ello el especialista o evaluador tiene que dar sus apreciaciones las cuales son de carácter subjetivas con respecto a la importancia de cada criterio, según ello se procederá a realizar una jerarquización según la prioridad de cada criterio para cada factor de evaluación, teniendo como resultado una escala estándar para evaluación.

Cuya definición concuerda y es sintetizada por el CENEPRED (2013), la cual define que el método de proceso de análisis jerárquico es un método multicriterio, el mismo que permite insertar criterios de aspecto cuantitativo y cualitativo.

En la evaluación de riesgos es muy importante el método de análisis jerárquico, el mismo que permite evaluar categóricamente, ya que nos permite definir los diferentes descriptores que consideramos y la importancia de cada factor de evaluación para evaluar el peligro, la vulnerabilidad y el riesgo, para ello de acuerdo se tiene la siguiente tabla de la escala de Satty.

Figura 3

Escala de Satty

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

Nota: Tomado de Manual Para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales (p. 207)

2.5.1. Pasos del proceso de análisis jerárquico

Para el procedimiento del análisis jerárquico se tiene que tener un factor de evaluación, con ello obtener descriptores del factor, los mismo que integrarán una matriz de comparación. |

- Primero: Se considera los descriptores que se van a analizar del parámetro evaluado, los mismos que van tanto en la primera fila como en la primera columna, considerando ello se empieza a realizar un análisis de comparación entre todos los descriptores.

Descriptor	Descriptor 1	Descriptor 2	Descriptor 3	Descriptor 4	Descriptor 5
Descriptor 1	1	a	b	c	d
Descriptor 2	1/a	1	e	f	g
Descriptor 3	1/b	1/e	1	h	i
Descriptor 4	1/c	1/f	1/h	1	j
Descriptor 5	1/d	1/g	1/i	1/j	1

Considerando la tabla anterior, se obtiene una matriz de tipo:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \cdots & \cdots & a_{2n} \\ \cdots & \cdots & 1 & \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots & 1 & \cdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & \cdots & 1 \end{pmatrix}$$

Se procede a sumar verticalmente cada columna de la matriz, obteniendo:

Descriptor	Descriptor 1	Descriptor 2	Descriptor 3	Descriptor 4	Descriptor 5
Descriptor 1	1	A ₁₂	...	...	A _{1n}
Descriptor 2	A ₂₁	1	...	...	A _{2n}
Descriptor 3	...	...	1	...	...
Descriptor 4	...	...	...	1	...
Descriptor 5	A _{n1}	A _{n2}	...	...	1
Σ Columna	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅

- Segundo: Se procede a armar la matriz de comparación normalizada, la cual se obtiene de dividir cada elemento de la matriz entre la suma total de cada columna.

$$A = \begin{pmatrix} 1/d_1 & a_{12}/d_2 & \dots & \dots & a_{1n}/d_n \\ a_{21}/d_1 & 1/d_2 & \dots & \dots & a_{2n}/d_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1}/d_1 & a_{n2}/d_2 & \dots & \dots & 1/d_n \end{pmatrix}$$

- Tercero: Como siguiente paso se procede a obtener el vector de priorización, el mismo que nos da los pesos ponderados de cada uno de los criterios evaluados del parámetro en evaluación.

$$p = \begin{pmatrix} \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{1j} \\ \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{2j} \\ \dots \\ \dots \\ \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{nj} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} p_{c11} \\ p_{c12} \\ \dots \\ \dots \\ p_{c1n} \end{pmatrix}$$

La condición que debe tener los elementos del vector de priorización es que la suma de sus elementos debe resultar 1.

$$\sum_{i=1}^n p_{cli} = p_{c11} + p_{c12} + \dots + p_{c1n} = 1$$

2.5.2. Verificación de consistencia del método de análisis jerárquico

Para la verificación de posibles incoherencias en el método de análisis jerárquico, se tiene que revisar la relación de consistencia y el índice de consistencia.

Yapes (2022) indica que el método de análisis jerárquico tiene una ventaja muy importante, ya que nos permite hacer la verificación del análisis subjetivo que se realiza en el método, como por ejemplo analizar si A es mayor que B y B es mayor que C, por tanto, C no podría ser mayor que A, cuya verificación es muy importante para poder confirmar si está bien nuestro procedimiento de análisis jerárquico y si lo tenemos que replantea.

De acuerdo con CENEPRED (2013) se realiza los procedimientos que se mencionaran a continuación:

- Primero: Se procede a multiplicar la matriz de comparación de pares, la cual es generada a partir de la comparación entre los descriptores del parámetro evaluado, la cual se multiplica por el vector de priorización, obteniendo una matriz, la cual es llamada el vector de suma ponderada.

$$\begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & 1 & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & 1 & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & \dots & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} p_{11} \\ p_{21} \\ \dots \\ \dots \\ p_{n1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} VSP_{11} \\ VSP_{21} \\ \dots \\ \dots \\ VSP_{n1} \end{pmatrix}$$

- Segundo: Se procede a dividir los elementos del vector de suma ponderada entre cada elemento del vector de priorización.

$$\begin{aligned}VSP_{11} / p_{11} &= \lambda_1 \\VSP_{21} / p_{21} &= \lambda_2 \\&\dots \\&\dots \\VSP_{n1} / p_{n1} &= \lambda_n\end{aligned}$$

- Tercero: A partir del cálculo se determina el λ_{\max}

$$\lambda_{\max} = (\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n) / n$$

- Cuarto: A partir del cálculo de λ_{\max} , se procede a calcular el índice de consistencia

$$IC = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$$

Donde n es igual al número de descriptores evaluados.

- Quinto: Se determina la relación de consistencia

$$RC = IC / IA$$

Para hallar el índice aleatorio, CENEPRED (2013), indica que se considera la tabla que nos proporciona los índices aleatorios, donde se realiza una simulación de 100,000 matrices.

Figura 4

Valores del índice aleatorio

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.55	1.57

Nota: Tomado de Manual Para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales (p. 205)

Considerando los valores, se toma en cuenta la cantidad de descriptores y el porcentaje máximo de consistencia.

Figura 5

Porcentaje máximo de consistencia

Tamaño de la matriz (n)	Ratio de consistencia
3	4%
4	8%
5 o mayor	10%

Nota: Tomado de Manual Para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales V.2

2.6. MEDIDAS ESTRUCTURALES

Las medidas estructurales de acuerdo con García & Restrepo (2016) son aquellas obras de protección y control de desastres, con la finalidad de reducir o controlar los efectos que puede causar determinado fenómeno natural, para la propuesta y diseño de las medidas se necesitan una exhaustivo estudio y análisis del fenómeno, las cuales se pueden clasificar:

- De prevención
- De elusión de amenaza
- De control
- De estabilización

Así mismo Lugo (2024) define que las medidas estructurales son aquellas que intervienen de manera directa o física para reducir el riesgo e impacto de los desastres naturales. Para poder obtener una resistencia y resiliencia de los elementos expuestos y la población.

2.7. MEDIDAS NO ESTRUCTURALES

Para el CENEPRED (2014) las medidas no estructurales como cualquier intervención que no sea física, se considera a las intervenciones con enseñanzas y prácticas en la población para poder reducir el impacto o el riesgo en la población, estas medidas se pueden clasificar en pasivas y activas. Las medidas no estructurales activas son aquellas que son interactivas en la población, como capacitaciones, organización entre la población, campañas de prevención y otras, mientras que las medidas no estructurales pasivas son las que tienen que ver con la planificación y legislación, como normas de construcción, ordenamiento territorial y otros.

A la vez García & Restrepo (2016) refuerza el concepto indicando que las medidas no estructurales son las acciones que nos ayudan a prevenir, legislar y mitigar los riesgos, los cuales no requieren recursos económicos considerables, las cuales también pueden clasificarse de acuerdo con su finalidad como reducir la amenaza o reducir la vulnerabilidad.

2.8. ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

De acuerdo con Macneil (2024) el método es muy útil para poder determinar los beneficios económicos que se pueden obtener a partir de una decisión y con este método poder concluir si es posible avanzar con la idea de proyecto, además de ser muy útil cuando se tiene varias propuestas de proyectos y evaluar cual es la propuesta económicamente más efectiva que las demás.

Según Ortega (2012) el análisis costo-beneficio (ABC) es la metodología que nos ayuda a evaluar los costos y beneficios que se tienen en un proyecto de inversión, programas o de otra índole, que busca determinar si las propuestas de los proyectos son



viables, por lo cual es necesario cuantificar los ingresos y egresos de este. Indicando que si la relación del costo benefició es mayor a 1 el proyecto es rentable, si es 1 el proyecto no tiene ni ganancias ni pérdidas y si es menor a 1 el proyecto no es rentable.

Para desarrollar el método se utilizan las siguientes fórmulas:

$$ABC = \frac{VAI}{VAC}$$

Donde:

ABC: Relación costo – beneficio

VAI: Beneficios netos

VAC: Costos totales

$$VP = \frac{VF}{(1+t)^n}$$

Donde:

VP: Valor presente

t: Tasa de rentabilidad

n: Periodo tiempo



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ASPECTOS GENERALES

El área de estudio para la presente investigación se ubica en la subcuenca Llallimayo y Sora, localizadas en el distrito de Umachiri, provincia de Melgar, región de Puno, por la cual pasan los ríos Llallimayo el cual nace de la unión del río Ocuvi, Condormilla e Incantana y el río Sora el cual nace de la unión del río Chichequena y Machacmarca, los cuales son afluentes del río Ayaviri aguas abajo.

3.1.1. Ubicación

Ubicación política

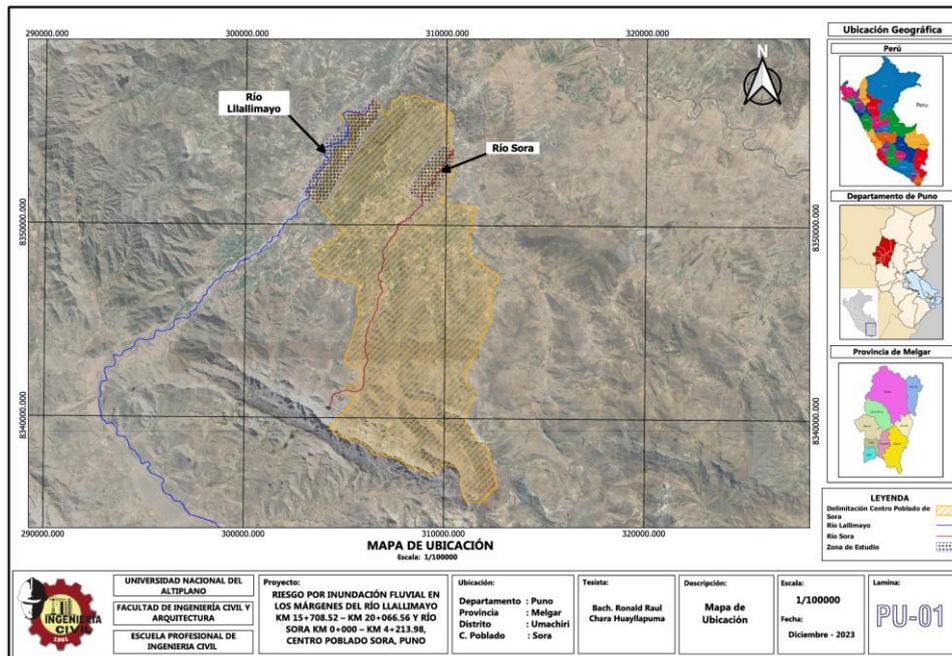
- Región : Puno
- Provincia : Melgar
- Distrito : Umachiri
- Centro Poblado : Sora

Ubicación geográfica

- Este : 305845.90
- Sur : 8350513.37
- Altitud : 3950
- Sistema de Coordenadas : WGS84 – 19S

Figura 6

Mapa de ubicación de la zona de estudio



3.2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1. Tipo y nivel de estudio

De acuerdo con Hernández et al. (2006) el presente proyecto de investigación tiene un enfoque cuantitativo porque se recopilaron datos numéricos. Retrospectivo porque se recopiló información de años anteriores de la zona de estudio. La investigación por la finalidad es aplicada con un nivel descriptivo y por el tiempo es transversal debido a que se tomaron datos en un único tiempo, con el objetivo de describir la variable y analizarla.



3.2.2. Diseño de investigación

La presente investigación es diseño no experimental, debido a que se realizaron estudios sin manipular las variables, los cuales se observaron, describieron y se analizaron.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. Población y muestra

El objeto de estudio para la presente investigación son los márgenes del río Llallimayo desde el KM 15+708.52 – KM 20+066.56 y en los márgenes del río Sora desde el KM 0+000 – KM 4+213.98, ubicadas dentro del límite territorial del centro poblado Sora.

Para el objetivo específico 2 se considera una población 87 viviendas ubicadas en los márgenes de los ríos, tomando por conveniencia 37 viviendas para el análisis de vulnerabilidad, las cuales se tomaron aleatoriamente por conveniencia.

3.4. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

3.4.1. Características sociales

La información que se presenta a continuación fue recabada del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) de los diferentes boletines que realizó la mencionada entidad nacional y de la base de datos del Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID).

3.4.1.1. Población

De acuerdo con la información recabada se cuenta con los datos de la población según el INEI (2018), indica que la población censada de la zona rural del distrito de Umachiri cuenta con un total de 3364 habitantes, los cuales radican en los distintos centros poblados que se encuentran en el distrito.

En la tabla 1 se puede apreciar que la población mayoritaria de dicho distrito se encuentra en el rango de 30 y 60 años.

Tabla 1

Grupo etarios de la población rural del distrito de Umachiri

Descripción	Cantidad	Porcentaje
Menor a 5 años	69	2.05%
5 años - 14 años	677	20.12%
15 años - 30 años	848	25.21%
30 años - 60 años	1123	33.38%
Mayor a 60 años	647	19.23%
Total	3364	100%

Nota: Adaptado de boletín: Resultados Definitivos de los Censos Nacionales 2017

– Puno (Tomo I)

Realizando la consulta en el sistema de SIGRID se obtiene que el centro poblado de Sora cuenta con una población de 184 personas.

Tabla 2

Grupos etarios de la población del centro poblado de Sora

Descripción	Cantidad	Porcentaje
Menor a 17 años	57	30.98%
18 años - 59 años	103	55.98%
Mayor a 60 años	24	13.04%
Total	184	100%

Nota: Recopilado del Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres

3.4.1.2. Vivienda

Se obtiene las características de las viviendas registradas en el SIGRID, de donde se obtiene que se tienen registradas un total de 47 viviendas, de las cuales se tiene que 5 son de material noble y 42 son de material de adobe las cuales predominan en todo el sector.

Realizando el trabajo de campo, así como la recopilación de información mediante encuestas se pudo evidenciar la presencia de las viviendas de adobe y bloqueta, de las cuales predominan las viviendas de material de adobe.

Figura 7

Identificación de viviendas de material de adobe



Nota: Las imágenes fueron recopiladas en la inspección a campo y el transcurso de realizar las encuestas

Se pudo presenciar que la población del centro poblado Sora cuentan con unidades básicas de saneamiento (UBS), las cuales se abastecen de agua mediante un sistema de distribución por gravedad y en algunas viviendas se contrastó que cuentan con pozos realizados por los dueños de las viviendas.

También se evidenció que la población cuenta con unidades básicas de saneamiento de tipo: Compostera y con arrastre hidráulico y en algunas viviendas aun cuentan con silos realizados por los mismos pobladores del centro poblado.

Figura 8

Identificación de fuentes de abastecimiento de agua



Nota: Las imágenes fueron recopiladas en la inspección a campo y el transcurso de realizar las encuestas

Figura 9

Identificación de tipo de disposición de excretas



Nota: Las imágenes fueron recopiladas en la inspección a campo y el transcurso de realizar las encuestas



3.4.1.3. Educación

Se obtiene la información del sistema de Estadística de Calidad Educativa (ESCALE) donde se registra que el centro poblado de Sora cuenta con instituciones educativas de nivel inicial y nivel primario, más no cuenta con una institución a nivel secundario, contando con una institución más cercana en la localidad de Umachiri.

Tabla 3

Instituciones educativas del centro poblado de Sora

Código Modular	Nombre	Nivel	Ubicación
1028273	231	Inicial	Sora
568865	70834	Primaria	Sora

Nota: Recopilado del sistema Estadística de Calidad Educativa (ESCALE)

3.4.1.4. Ocupación

Se tiene la información de que el centro poblado de Sora se dedica en un gran porcentaje a la ganadería y agricultura, ya que es una zona ganadera y lechera del distrito y de la región, caracterizada por dedicarse a la producción de productos lácteos y derivados, siendo este el que dinamiza la economía en este sector.

3.4.2. Características geológicas

Las características geológicas son recabadas de boletines geográficos y estudios realizados por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMET) a la vez del Sistema (GEOCATMIN).

Para ello a continuación se describen las unidades geológicas que presenta la zona de estudio.



3.4.2.1. Formación Tinajani

Según el INGEMET (2021), la formación Tinajani está compuesta por sedimentos mayormente fluviales provenientes mayormente de ríos y abanicos aluviales y en menor proporción de lagos o lagunas, de acuerdo donde se encuentre esta formación puede sobrepasar los 1000 m. Estos sedimentos están compuestos por areniscas rojizas de grano medio, intercaladas con limolitas, conglomerados y calizas.

3.4.2.2. Formación Auzangate

Según el INGEMET (2021), la formación Auzangate está compuesta por areniscas y limolitas rojas, las cuales conforman una barra arenosa masiva de grano grueso, las areniscas pueden presentar laminaciones oblicuas, canales y laminaciones cruzadas, la cuales en conjunto forman secuencias grano decrecientes que corresponden de ambientes fluviales compuestos por barras de arena y llanuras de inundación.

3.4.2.3. Depósitos Aluviales

Según INGEMET (1995), los depósitos aluviales están conformadas por materiales provenientes de la acumulación en el lecho de ríos, quebradas y cercanías a lagos, donde se presentan mejor en los ríos principales de una cuenca y quebradas principales, estos pueden estar constituidos por materiales de diferentes tamaños, los cuales presentan arcillas y gravas.



3.4.2.4. Depósitos Fluviales

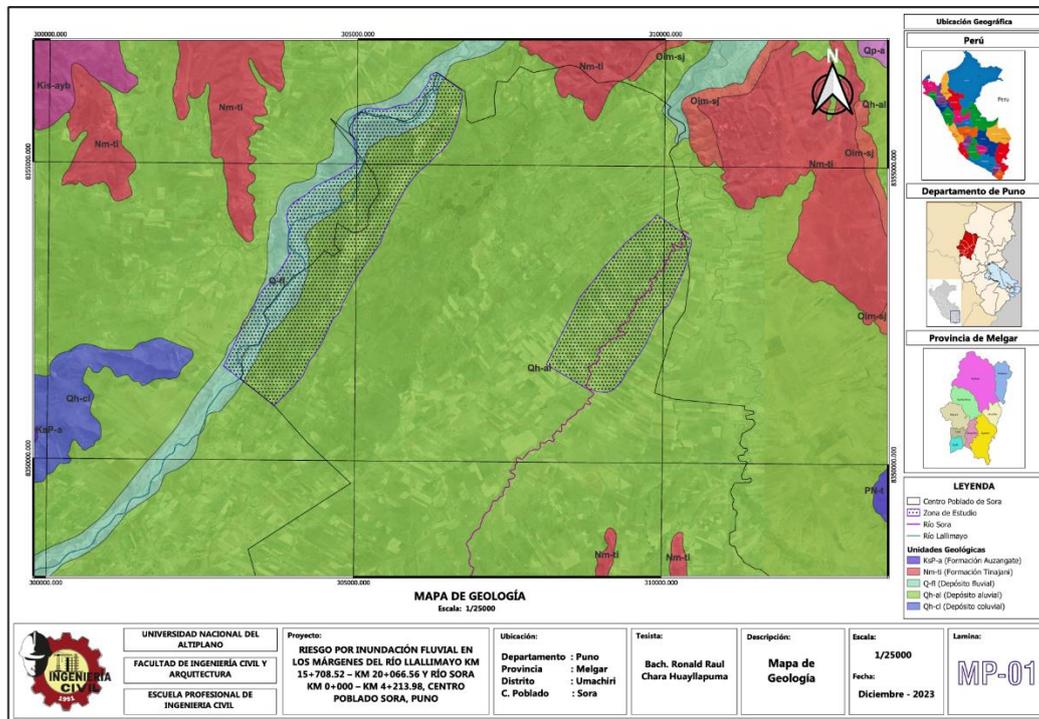
Según INGEMET (2021), los depósitos fluviales están compuestos por sedimentos arenosos de limos, arcillas y arenas gruesas, los cuales son depositados en los lechos de los ríos, cuales tributarios son originados en quebradas de actividad generalmente estacional, llanuras de inundación o puntos de inundación,

3.4.2.5. Depósitos Coluviales

Según INGEMET (2003), los depósitos coluviales están conformados por acumulaciones al pie de quebradas o taludes de montañas o bloques rocosos, debido a que son producto de los deslizamientos, derrumbes, etc. y también son producidos a efectos de la gravedad, están compuestos de material limoso y grava, con las características de que cuentan con una plasticidad media a alta.

Figura 10

Mapa de unidades geológicas



Nota: Adaptado con la información recopilada del Sistema de Información Geológico y Catastral Minero

3.4.3. Características geomorfológicas

Las características geológicas son recabadas de boletines geográficos y estudios realizados por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMET) a la vez del Sistema de Información Geológico y Catastral Minero (GEOCATMIN). Para ello a continuación se describen las unidades geológicas que presenta la zona de estudio.

3.4.3.1. Abanico Piedemonte

Según INGEMET (2020a), la unidad piedemonte es el producto de fuerzas de desplazamiento, entre los cuales tenemos: el agua de precipitaciones y glaciares, vientos, los cuales modifican la superficie de la tierra, depositando materiales sólidos aguas abajo, los cuales son



producto de la denudación de terrenos que se encuentran aguas arriba. Considerando lo anterior la subunidad abanico de piedemonte es la forma de relieve depositada en las bases de las montañas, las cuales van ligadas a la descarga de sedimentos por parte de los ríos, quebradas y otros agentes externos.

3.4.3.2. Colina y lomada en roca sedimentaria

Según Alcántara (2010), la colina es una elevación que se da en un terreno natural con la característica de que presentan desniveles inferiores a 300m, las cuales presentan laderas con una pendiente promedio de 16% y las lomas son unidades de similar característica con la diferencia que sus cimas son amplias y alargadas con pendientes promedios de 8% a 16%.

De acuerdo con el INGEMET (2019), la subunidad presenta una inclinación de sus laderas con un porcentaje de 15% a 20%, las cuales se sitúan en una parte media de una montaña, cuales son asociadas a caídas de rocas, derrumbes y deslizamientos.

3.4.3.3. Colina en roca sedimentaria

De acuerdo con INGEMET (2019), se tiene que la subunidad se desarrolla en rocas sedimentarias y se forma en laderas cuya pendiente se caracteriza por contar con una pendiente promedio de 15° a 25°, de las cuales tienen presencia de elevaciones existentes, las cuales son productos de la actividad tectónica y modeladas por agentes exógenos.



3.4.3.4. Terraza aluvial con meandros abandonados

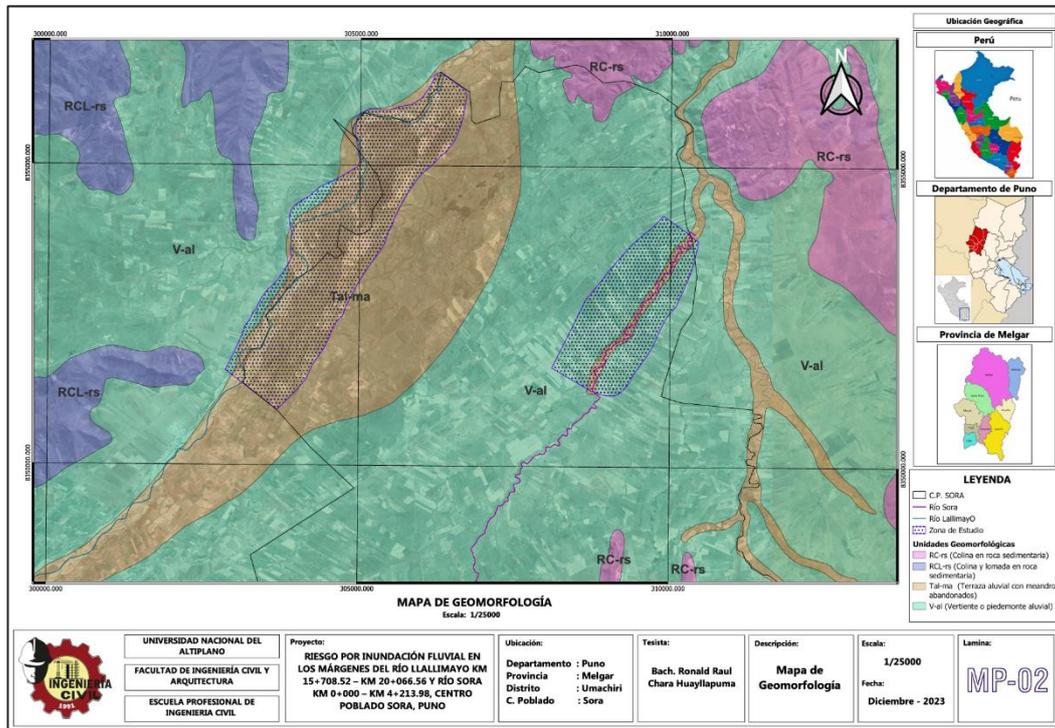
Medina (2018), define a las terrazas aluviales como las superficies planas semicirculares de cauces de ríos antiguos, también son conocidas como llanuras meándricas, las cuales son susceptibles inundaciones, debido a que corresponden a las terrazas bajas y medias, estas se produjeron a causa de los desplazamientos laterales de los ríos y la sedimentación que se tuvo en las partes laterales en los periodos de máximas avenidas.

3.4.3.5. Vertiente o Piedemonte Aluvial

INGEMET (2020b), está conformado por una planicie inclinada, las cuales se extienden hasta los pies de las montañas y escarpes de altiplanicies, las cuales fueron causadas por la sedimentación de corrientes de aguas pluviales estacionales, a la vez esta está constituida por abanicos aluviales, aluvio-diluviales y algunos conos de diyección, las cuales tiene igual o similar composición granulométrica.

Figura 11

Mapa de unidades geomorfológicas



Nota: Adaptado con la información recopilada del Sistema de Información Geológico y Catastral Minero

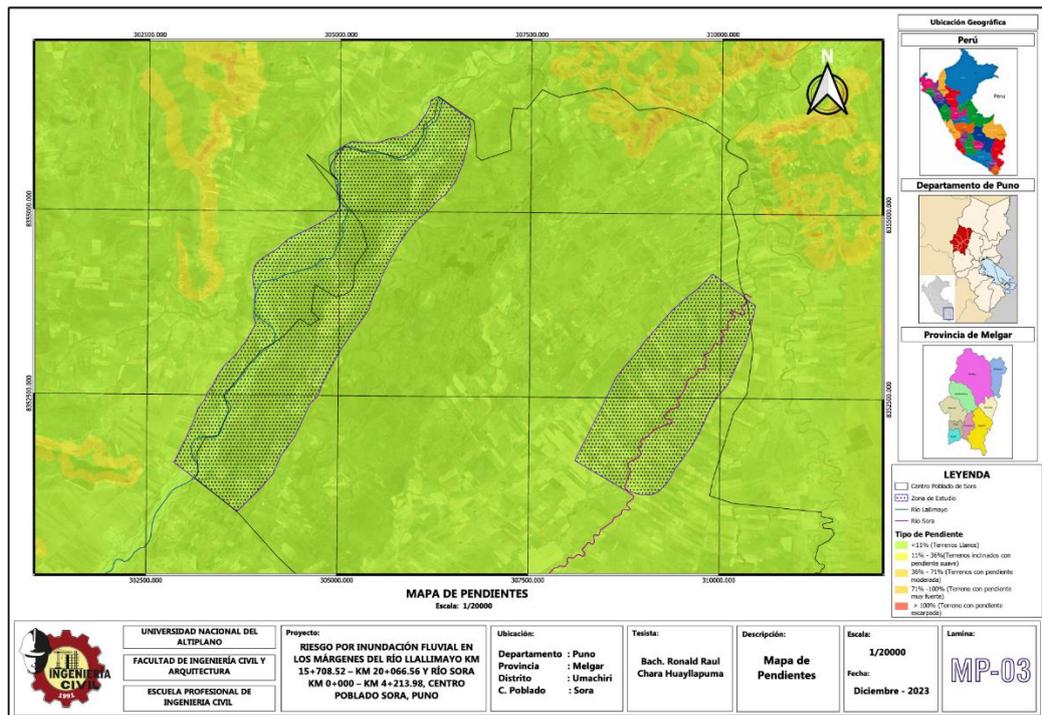
3.4.4. Característica de pendiente

La información pendiente en la zona de estudio fue recabada del levantamiento de topográfico realizado en la zona de estudio y de las cartas nacionales- Según el CENEPRED (2014) la clasifica en 5 tipos: terrenos llanos son aquellos que presentan una pendiente menos al 11%, los cuales son susceptibles a una inundación pluvial o fluvial, los terrenos inclinados presentan una pendiente de 11% a 36%, los terrenos con pendiente moderada presentan una inclinación de 36% a 71%, terrenos con pendiente muy fuerte presentan una inclinación de 71% a 100% y los terrenos con una pendiente escarpada presentan inclinaciones mayores a 100%. De la categorización recomendada por el

CENEPRED, se adapta con la información de las cartas nacionales para la obtención del mapa de pendientes como se muestra en la figura 12.

Figura 12

Mapa de Pendientes



Nota: Adaptado con la información recopilada del Sistema de Información Geológico y Catastral Minero

3.5. PROCEDIMIENTO

3.5.1. Planificación y recopilación de datos

Para la ejecución del proyecto se realizó por etapas las cuales se detallan en los siguientes apartados.

3.5.1.1. Recopilación de antecedentes

Se obtiene información de fuente primaria en la visita a campo identificando las áreas de estudio y recopilando información de eventos de

inundación fluvial en la zona en los márgenes del río Llallimayo y Sora, donde los pobladores de la zona accedieron a brindar información como fotografías y videos tomados durante los acontecimientos registrados en el año 2020.

Figura 13

Desborde del río Llallimayo en el año 2020



Nota: Fotografías tomadas del desborde del río Llallimayo por la pobladora Luzmiriam Liboria Huaman Ccoya en el mes de enero del año 2020.

Figura 14

Desborde del río Sora en el año 2020



Nota: Fotografías tomadas del desborde del río Llallimayo por la pobladora Luzmiriam Liboria Huaman Ccoya en el mes de enero del año 2020.

Así mismo se realizó y verificó el caudal del río Llallimayo en épocas de avenidas, evidenciando el incremento considerable del caudal del río, como se muestra en la imagen

Figura 15

Incremento del caudal del río Llallimayo



Nota: Fotografía tomada por el investigador en el mes de enero del año 2023.

3.5.2. Levantamiento topográfico

Se realizó un levantamiento batimétrico de los ríos, debido a que, en las cartas nacionales, así como en los diferentes sistemas de información geográfica no se pudo encontrar las curvas de nivel a detalle de los ríos Llallimayo y Sora, los cuales fueron de vital importancia para el modelamiento hidráulico.

Considerando ello se realizó un levantamiento batimétrico con estación total de las secciones del río y parte del área de estudio.

Figura 16

Levantamiento batimétrico del río Llallimayo



Nota: Fotografía del levantamiento batimétrico realizado por el investigador.

Figura 17

Levantamiento batimétrico del río Sora



Nota: Fotografía del levantamiento batimétrico realizado por el investigador.

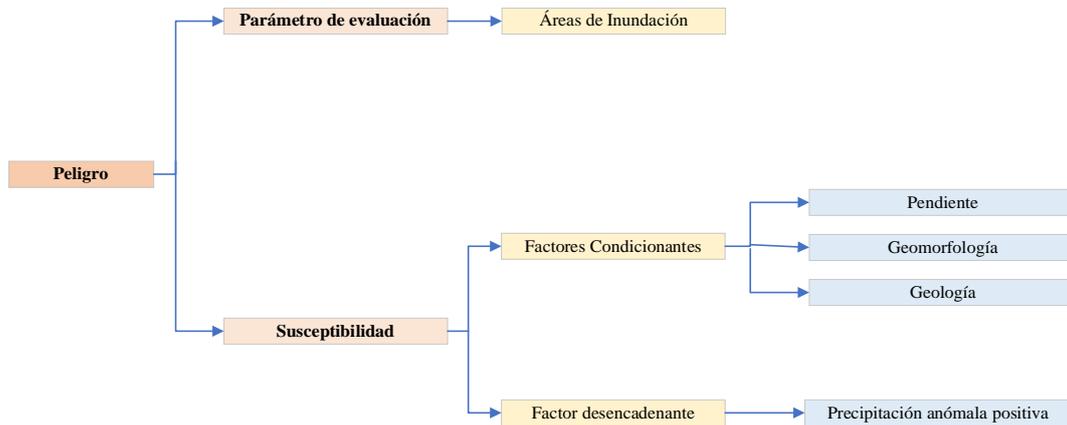
3.5.3. Determinación de parámetros y descriptores de evaluación del peligro

Se determinó los parámetros para poder obtener el peligro, considerando el parámetro de evaluación y los parámetros de susceptibilidad comprendiendo los factores condicionantes y desencadenantes, los cuales se determinaron en base a las condiciones del área de estudio y en base a las recomendaciones indicadas

en el Manual Para Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales
V2.

Figura 18

Parámetros de evaluación de peligro



Nota: Parámetros de evaluación y factores adoptados, de acuerdo con las recomendaciones indicadas en el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales V.2

3.5.3.1. Parámetro de evaluación

Los descriptores del parámetro de evaluación se tomaron con respecto al estudio hidrológico el cual se encuentra en el anexo 6, donde se determinó los caudales máximos para cada periodo de retorno, con los cuales se realizó el modelamiento hidráulico en el software HEC RAS V. 6.5 para poder obtener las áreas de inundación de cada periodo de retorno, en la tabla 4 se muestra los descriptores considerados para la evaluación del parámetro de evaluación.

Tabla 4

Descriptorios del parámetro de evaluación

FACTOR	DESCRIPTORIOS
Area de inundación	Periodo de retorno de 10 años
	Periodo de retorno de 25 años
	Periodo de retorno de 50 años
	Periodo de retorno 100 Años
	Periodo de retorno 200 años

Nota: Descriptorios adoptados de acuerdo con el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales V.2

3.5.3.2. Parámetros y descriptorios de los factores condicionantes

Los parámetros y descriptorios de evaluación de los factores condicionantes se adecuaron de acuerdo con las características de la zona de estudio, como pendiente, geomorfología y geología, cuya caracterización se obtuvo del sistema GEOCATMINÑ

Tabla 5

Parámetros y descriptorios de factores condicionantes

FACTOR	DESCRIPTORIOS	
Pendiente	Terrenos Llanos (<11%)	
	Terrenos inclinados con pendiente suave (11% - 36%)	
	Terrenos con pendiente moderada (36% - 71%)	
	Terreno con pendiente muy fuerte (71% -100%)	
	Terreno con pendiente escarpada (> 100%)	
Factores condicionantes	Geomorfología	Depósito Fluvial
		Depósito Aluvial
		Depósito Coluvial
		Formación Auzangate
		Formación Tinajani
Geología	Terraza Aluvial con Meandros	
	Abanico Piedemonte	
	Vertiente o Piedemonte Aluvial	
	Colina y Lomada en Roca Sedimentaria	
		Colina en Roca Sedimentaria

Nota: Descriptorios adoptados de acuerdo con los datos recopilados de la zona de estudio en base a los datos del Sistema de Información Geológico y Catastral Minero

3.5.3.3. Parámetro y descriptores del factor desencadenante

El parámetro y descriptores del factor desencadenante fue obtenido a partir de la recopilación y procesamiento de los datos de precipitación de las estaciones meteorológicas ubicadas dentro de las cuencas en estudio, de las cuales se obtuvieron los umbrales de precipitación máxima, como los percentiles 99; 95; 90 y 75 para categorizar las lluvias extremas.

Tabla 6

Parámetro y descriptores del factor desencadenante

FACTOR		DESCRIPTORES
Factores desencadenantes	Precipitación	Extremadamente lluvioso (PP >45.3 mm)
		Muy lluvioso (34.3 mm < PP < 45.3 mm)
		Lluvioso (29.8 mm < PP < 34.3 mm)
		Moderadamente lluvioso (21.8 mm < PP < 29.8 mm)
		Lluvia usual (PP < 21.8 mm)

Nota: Descriptores adoptados de acuerdo con la categorización recomendada en el Manual de Estimación de Umbrales de Precipitaciones Extremas para Emisión de Avisos Meteorológicos

3.5.4. Recopilación de información de parámetros de vulnerabilidad

Se realizó la recopilación de la información de características de los elementos expuestos, estos fueron identificados en la visita a campo y recopilados a través de encuestas realizadas a los pobladores de estudio, las cuales fueron realizadas aleatoriamente por conveniencia a la muestra representativa de 37 viviendas, con la finalidad de poder obtener las características de la población y obtener el nivel de riesgo.

Figura 19

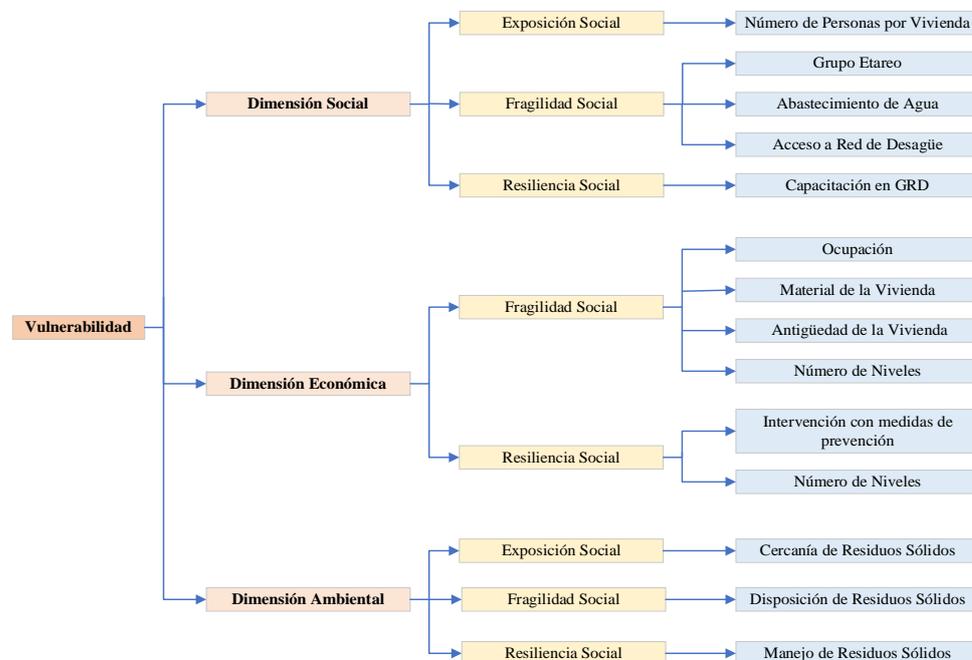
Realización de encuestas a la población vulnerable en el área de estudio



Nota: Encuestas realizadas por el investigador a los pobladores de las viviendas seleccionadas aleatoriamente

Figura 20

Dimensiones, factores y parámetros de evaluación de vulnerabilidad



Nota: Parámetros de evaluación adoptados en base a la inspección a campo y recomendaciones por el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales V.2

3.5.5. Factores, parámetros y descriptores de la dimensión Social

Se consideraron los descriptores de la dimensión social en base a las características sociales y a los factores de evaluación, como exposición, fragilidad y resiliencia que tiene la población frente a la exposición del peligro.

Tabla 7

Factores, parámetros y descriptores de la dimensión social

FACTOR	PARÁMETROS	DES.	DESCRIPTORES
Exposición social	Número de personas en vivienda	ES1	Mayor a 9 personas
		ES2	7 a 8 personas
		ES3	5 a 6 personas
		ES4	3 a 4 personas
		ES5	1 a 2 personas
Fragilidad social	Grupo etario	FS1	De 0 a 5 años y mayor a 65 años
		FS2	De 6 a 12 años y de 60 a 65 años
		FS3	De 13 a 15 años y de 50 a 59 años
		FS4	De 16 a 30 años
		FS5	De 31 a 49 años
	Abastecimiento de agua	FS6	No tiene
		FS7	Río
		FS8	Fuente propia (pozos)
		FS9	Camión cisterna
		FS10	Unidad básica de saneamiento
Acceso a red de desagüe	FS11	No tiene	
	FS12	Letrina de uso común	
	FS13	Letrina de uso personal	
	FS14	UBS tipo compostera	
	FS15	UBS de arrastre hidráulico	
Resiliencia social	Capacitación en GRD	RS1	No esta capacitada
		RS2	Capacitada en primeros auxilios
		RS3	Capacitada en medidas de respuestas ante emergencias
		RS4	Capacitada en planificación ante inundaciones
		RS5	Capacitada en preparación y acción ante inundaciones

Nota: Parámetros de evaluación adoptados en base a la inspección a campo y recomendaciones por el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales V.2

3.5.6. Factores, parámetros y descriptores de la dimensión económica

Para la dimensión económica se determinan los descriptores en base a las características económicas y a los factores de evaluación, como exposición, fragilidad y resiliencia que tiene la población frente a la exposición del peligro.

Tabla 8

Factores, parámetros y descriptores de la dimensión económica

FACTOR	PARÁMETROS	DES.	DESCRIPTORES
Fragilidad económica	Ocupación	FE1	Agricultura y ganadería
		FE2	Agricultura
		FE3	Ganadería
		FE4	Construcción civil
		FE5	Profesional técnico o universitario
	Material de vivienda	FE6	Estera/cartón
		FE7	Tapial
		FE8	Madera
		FE9	Adobe
		FE10	Concreto Armado
	Antigüedad de la vivienda	FE11	De 40 a 50 años
		FE12	De 30 a 40 años
		FE13	De 20 a 30 años
		FE14	De 10 a 20 años
		FE15	De 5 a 10 años
	Número de niveles	FE16	5 a mas niveles
		FE17	4 a 5 niveles
		FE18	3 Niveles
		FE19	2 Niveles
		FE20	1 Nivel
Método de construcción	RE6	Se construyó empíricamente	
	RE7	Se diseño y construyó con mano de obra no calificada	
	RE8	Se diseño y construyó con mano de obra calificada	
	RE9	Se diseño por un profesional y construyó con mano de obra calificada	
	RE10	Se diseño y construyó con la supervisión de un profesional	

Nota: Descriptores seleccionados de acuerdo con el estado situacional de la zona de estudio y en recomendación por el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales V.2

3.5.7. Factores, parámetros y descriptores de la dimensión ambiental

Se adoptan los siguientes descriptores de la dimensión ambiental en base a las características ambientales y los factores de evaluación, como exposición, fragilidad y resiliencia que tiene la población frente a la exposición del peligro.

Tabla 9

Factores, parámetros y descriptores de la dimensión económica

FACTOR	PARÁMETROS	DES.	DESCRIPTORES
Exposición Ambiental	Cercanía de residuos sólidos	EA1	Menos de 25 m.
		EA2	De 25 a 50 m
		EA3	De 50 a 100 m.
		EA4	De 100 a 250 m
		EA5	Mayor a 250 m
Fragilidad Ambiental	Disposición de residuos sólidos (RRSS)	FA1	Desecha en fuentes de agua
		FA2	Desecha en descampados
		FA3	Desecha en vías y calles
		FA4	Botaderos
		FA5	Carro recolector
Resiliencia Ambiental	Manejo de residuos sólidos	RA1	Sin manejo
		RA2	Deposita en un solo Embace
		RA3	Selecciona orgánico e inorgánico
		RA4	Selecciona en tres tipos de materiales
		RA5	Selecciona y recicla

Nota: Parámetros de evaluación adoptados en base a la inspección a campo y recomendaciones por el Manual para la Evaluación Riesgos Originados por Fenómenos Naturales V.2

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGRO

4.1.1. Evaluación del parámetro de evaluación

Se determinó como parámetro de evaluación el área de inundación afectada, considerando los periodos de retorno de 10; 25; 50; 100 y 200 años, los cuales fueron recabados del estudio hidrológico adjuntado en el anexo VI, donde se calcula para el río Llallimayo los caudales de 1593.6 m³/s, 1812.1 m³/s, 1992.1 m³/s, 2184.5 m³/s y 2390.8 m³/s y para el río Sora los periodos de retorno son 185.9 m³/s, 215.6 m³/s, 240.2 m³/s, 266.7 m³/s y 295.3 m³/s, para ello se considera los descriptores mostrados en la tabla 10, a los cuales se realiza el proceso de análisis jerárquico correspondiente para obtener el vector de priorización, los cuales se detallan en las tablas 11 y 12.

Tabla 10

Descriptores del parámetro de Evaluación - Área de inundación

Factor	Cód. parámetro	Descriptor
	PE1	Periodo de retorno 200 años
	PE2	Periodo de retorno 100 años
Area de inundación	PE3	Periodo de retorno de 50 años
	PE4	Periodo de retorno de 25 años
	PE5	Periodo de retorno de 10 años

Nota: Parámetros de evaluación adoptados en base a la inspección a campo y recomendaciones por el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales V.2

Tabla 11

Matriz de comparación de pares - Área de inundación

DESCRIPTOR	Periodo de retorno 200 años	Periodo de retorno 100 años	Periodo de retorno de 50 años	Periodo de retorno de 25 años	Periodo de retorno de 10 años
Periodo de retorno 200 años	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
Periodo de retorno 100 Años	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
Periodo de retorno de 50 años	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
Periodo de retorno de 25 años	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
Periodo de retorno de 10 años	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
Suma	1.787	4.676	9.533	16.333	25.000
1/Suma	0.560	0.214	0.105	0.061	0.040

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 12

Matriz de normalización - Área de inundación

DESCRIPTOR	Periodo de retorno 200 años	Periodo de retorno 100 años	Periodo de retorno de 50 años	Periodo de retorno de 25 años	Periodo de retorno de 10 años	Vector de priorización
Periodo de retorno 200 años	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Periodo de retorno 100 años	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Periodo de retorno de 50 años	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Periodo de retorno de 25 años	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Periodo de retorno de 10 años	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
Suma	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 13

Índice y relación de consistencia - Área de inundación

IC =	0.061
RC =	0.0544

Nota: Elaboración aplicando el método de proceso analítico jerárquico

4.1.2. Evaluación de los factores y parámetros de susceptibilidad

Se consideran los factores condicionantes y desencadenantes con sus respectivos parámetros de evaluación y descriptores, para lo cual se adoptaron tres factores condicionantes, los cuales son: Pendiente, geomorfología y geología, para el factor desencadenante la intensidad de la lluvia.

4.1.2.1. Análisis de los factores condicionantes

Para la presente investigación se determinó la evaluación de los factores como: pendiente ya que este factor puede influir en la rápida evacuación de las aguas fluviales, la geomorfología considerando sus respectivas unidades geomorfológicas están asociadas a la forma y relieve del sector de estudio, asimismo se considera la geología con sus respectivas unidades geológicas de estudio ya que nos ayuda a caracterizar que tipo de formación y composición que presenta el suelo en el sector de estudio, los cuales influyen en caso de una inundación fluvial.

Para ello se realizó el análisis jerárquico de los respectivos factores en las tablas 15 y 16.

Tabla 14

Parámetros de factores condicionantes

Factor	Parámetro
	Pendiente
Factores condicionantes	Geomorfología
	Geología

Nota: Factores de evaluación adoptados en base a las recomendaciones por el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales V.2

Tabla 15

Matriz de comparación de pares - factores condicionantes

PARÁMETRO	Pendiente	Geomorfología	Geología
Pendiente	1.000	3.000	5.000
Geomorfología	0.333	1.000	3.000
Geología	0.200	0.333	1.000
Suma	1.533	4.333	9.000
1/Suma	0.652	0.231	0.111

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 16

Matriz de normalización - factores condicionantes

PARÁMETRO	Pendiente	Geomorfología	Geología	Vector de priorización
Pendiente	0.652	0.692	0.556	0.633
Geomorfología	0.217	0.231	0.333	0.260
Geología	0.130	0.077	0.111	0.106
Suma	1.000	1.000	1.000	1.000

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 17

Índice y relación de consistencia - Factores condicionantes

IC =	0.019
RC =	0.0369

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

4.1.2.1.1. Parámetro: Pendiente

Se desarrolló el análisis jerárquico de los descriptores del parámetro de pendiente, cuyos resultados se muestran en la tabla 20, donde se detalla que el descriptor de terreno llano presenta una ponderación de 0.483 y el descriptor con menos ponderación es el terreno con pendiente escarpada con una ponderación de 0.04, a su vez se realizó la verificación de la relación de consistencia donde se obtiene un valor de 0.07 como se muestra en la tabla 21, el cual es menor a 0.1 lo que indica que nuestra matriz es aceptable y consistente.

Tabla 18

Descriptores - Pendiente

Factor	Descriptor
Pendiente	Terrenos llanos (<11%)
	Terrenos inclinados con pendiente suave (11% - 36%)

Terrenos con pendiente moderada (36% - 71%)

Terreno con pendiente muy fuerte (71% -100%)

Terreno con pendiente escarpada (> 100%)

Nota: Parámetros de evaluación adoptados en base a las recomendaciones por el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales V.2

Tabla 19

Matriz de comparación de pares - Pendiente

PARÁMETRO	Terrenos Llanos (<11%)	Terrenos inclinados con pendiente suave (11% - 36%)	Terrenos con pendiente moderada (36% - 71%)	Terreno con pendiente muy fuerte (71% - 100%)	Terreno con pendiente escarpada (> 100%)
Terrenos Llanos (<11%)	1.000	3.000	5.000	6.000	7.000
Terrenos inclinados con pendiente suave (11% - 36%)	0.333	1.000	3.000	5.000	6.000
Terrenos con pendiente moderada (36% - 71%)	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
Terreno con pendiente muy fuerte (71% -100%)	0.167	0.200	0.333	1.000	3.000
Terreno con pendiente escarpada (> 100%)	0.143	0.167	0.200	0.333	1.000
Suma	1.843	4.700	9.533	15.333	22.000
1/Suma	0.543	0.213	0.105	0.065	0.045

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 20

Matriz de normalización - Pendiente

PARÁMETRO	Terrenos Llanos (<11%)	Terrenos inclinados con pendiente suave (11% - 36%)	Terrenos con pendiente moderada (36% - 71%)	Terreno con pendiente muy fuerte (71% - 100%)	Terreno con pendiente escarpada (> 100%)	Vector de priorización
Terrenos Llanos (<11%)	0.543	0.638	0.524	0.391	0.318	0.483
Terrenos inclinados con pendiente suave (11% - 36%)	0.181	0.213	0.315	0.326	0.273	0.261
Terrenos con pendiente moderada (36% - 71%)	0.109	0.071	0.105	0.196	0.227	0.141
Terreno con pendiente muy fuerte (71% - 100%)	0.090	0.043	0.035	0.065	0.136	0.074
Terreno con pendiente escarpada (> 100%)	0.078	0.035	0.021	0.022	0.045	0.040
Suma	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 21

Índice y relación de consistencia - Pendiente

IC =	0.08
RC =	0.07

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

4.1.2.1.2. **Parámetro: Geomorfología**

Se efectuó el respectivo análisis jerárquico de los descriptores del parámetro de geomorfología, de la tabla 24 se detalla que la unidad geomorfológica terraza aluvial con meandros presenta una ponderación de 0.483 y la unidad geomorfológica de colina y lomada en roca sedimentaria la cual presenta una ponderación de 0.04, a su vez se realizó la verificación de la relación de consistencia donde se obtiene un valor de 0.07 como se muestra en la tabla 25 cuyo valor es menor a 0.1, lo que indica que nuestra matriz es aceptable y consistente.

Tabla 22

Descriptores - Geomorfología

Factor	Parámetro
	Terraza aluvial con meandros
	Abanico piedemonte
Geomorfología	Vertiente o piedemonte aluvial
	Colina y lomada en roca sedimentaria
	Colina en roca sedimentaria

Nota: Parámetros de evaluación adoptados en base al sistema de GEOCATMIN

Tabla 23

Matriz de comparación de pares - Geomorfología

PARÁMETRO	Terraza aluvial con meandros	Abanico piedemonte	Vertiente o piedemonte aluvial	Colina y lomada en roca sedimentaria	Colina en roca sedimentaria
Terraza aluvial con meandros	1.000	3.000	5.000	6.000	7.000
Abanico piedemonte	0.333	1.000	3.000	5.000	6.000
Vertiente o piedemonte aluvial	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
Colina y lomada en roca sedimentaria	0.167	0.200	0.333	1.000	3.000
Colina en roca sedimentaria	0.143	0.167	0.200	0.333	1.000
Suma	1.843	4.700	9.533	15.333	22.000
1/Suma	0.543	0.213	0.105	0.065	0.045

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 24

Matriz de normalización - Geomorfología

PARÁMETRO	Terraza aluvial con meandros	Abanico piedemonte	Vertiente o piedemonte aluvial	Colina y lomada en roca sedimentaria	Colina en roca sedimentaria	Vector de priorización
Terraza aluvial con meandros	0.543	0.638	0.524	0.391	0.318	0.483
Abanico piedemonte	0.181	0.213	0.315	0.326	0.273	0.261
Vertiente o piedemonte aluvial	0.109	0.071	0.105	0.196	0.227	0.141
Colina y lomada en roca sedimentaria	0.090	0.043	0.035	0.065	0.136	0.074
Colina en roca sedimentaria	0.078	0.035	0.021	0.022	0.045	0.040
Suma	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 25

Índice y relación de consistencia - Geomorfología

IC =	0.08
RC =	0.07

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

4.1.2.1.3. Parámetro: Geología

Se determinó su respectivo análisis jerárquico de los descriptores del parámetro de geología, de la tabla 28 se detalla que la unidad geológica: depósito fluvial presenta una ponderación de 0.483 y la unidad geológica

formación Tinajani presenta una ponderación de 0.04, a su vez se realizó la verificación de la relación de consistencia donde se obtiene un valor de 0.07 como se detalla en la tabla 29, el cual es menor a 0.1 lo que indica que nuestra matriz es aceptable y consistente.

Tabla 26

Descriptorios - Geología

Factor	Parámetro
Geología	Depósito fluvial
	Depósito aluvial
	Depósito coluvial
	Formación Auzangate
	Formación Tinajani

Nota: Parámetros de evaluación adoptados en base al sistema de GEOCATMIN

Tabla 27

Matriz de comparación de pares - Geología

PARÁMETRO	Depósito fluvial	Depósito aluvial	Depósito coluvial	Formación Auzangate	Formación Tinajani
Depósito fluvial	1.000	3.000	5.000	6.000	7.000
Depósito aluvial	0.333	1.000	3.000	5.000	6.000
Depósito coluvial	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
Formación Auzangate	0.167	0.200	0.333	1.000	3.000
Formación Tinajani	0.143	0.167	0.200	0.333	1.000
Suma	1.843	4.700	9.533	15.333	22.000
1/Suma	0.543	0.213	0.105	0.065	0.045

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 28

Matriz de normalización - Geología

PARÁMETRO	Depósito fluvial	Depósito aluvial	Depósito coluvial	Formación Auzangate	Formación Tinajani	Vector de priorización
Depósito fluvial	0.543	0.638	0.524	0.391	0.318	0.483
Depósito aluvial	0.181	0.213	0.315	0.326	0.273	0.261
Depósito coluvial	0.109	0.071	0.105	0.196	0.227	0.141
Formación Auzangate	0.090	0.043	0.035	0.065	0.136	0.074
Formación Tinajani	0.078	0.035	0.021	0.022	0.045	0.040
Suma	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 29

Índice y relación de consistencia - Geología

IC =	0.08
RC =	0.07

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

4.1.2.2. Análisis de los factores desencadenantes

Para la presente investigación se determinó como factor desencadenante la intensidad de las lluvias que se acontecen las cuencas de estudio, específicamente los umbrales de precipitación, considerando los percentiles: 99; 95; 90 y 70, los cuales fueron calculados a partir de los datos proporcionados por el SENAMHI. Para ello se realizó el análisis jerárquico, debido a que solo se considera un factor de evaluación, este tiene una ponderación de 1, el cual se determinó en la tabla 32.

Tabla 30

Factor desencadenante

Factor	Parámetro
Factor Desencadenante	Intensidad de precipitación

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 31

Matriz de comparación de pares - Factor desencadenante

PARÁMETRO	Intensidad de precipitación
Intensidad de precipitación	1.000
Suma	1.000
1/Suma	1.000

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 32

Matriz de normalización - Factor desencadenante

PARÁMETRO	Intensidad de precipitación	Vector priorización (Ponderación)
Intensidad de precipitación	1.000	1.000
Suma = 1	1.000	1.000

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

4.1.2.2.1. Parámetro: Intensidad de precipitación

Se efectuó el respectivo análisis jerárquico de los descriptores del parámetro de intensidad de precipitación, de la tabla 35 se detalla que el descriptor extremadamente lluvioso ($PP > 45.3\text{mm}$) presenta una ponderación de 0.503 y la lluvia usual ($PP < 21.8\text{mm}$) presenta una ponderación de 0.035, a su vez se realizó la verificación de la relación de consistencia donde se obtiene un valor de 0.05 como se indica en la tabla 36, la cual es menor a 0.1 lo que indica que nuestra matriz es aceptable y consistente.

Tabla 33

Descriptores - Intensidad de precipitación

Factor	Descriptor
Intensidad de Precipitación	Extremadamente lluvioso ($PP > 45.3\text{ mm}$)
	Muy lluvioso ($34.3\text{ mm} < PP < 45.3\text{ mm}$)
	Lluvioso ($29.8\text{ mm} < PP < 34.3\text{ mm}$)
	Moderadamente lluvioso ($21.8\text{ mm} < PP < 29.8\text{ mm}$)
	Lluvia usual ($PP < 21.8\text{ mm}$)

Nota: Parámetros de evaluación adoptados del cálculo realizado en base al manual de Estimación de Umbrales de Precipitaciones Extremas para la Emisión de Avisos Meteorológicos

Tabla 34

Matriz de comparación de pares - Intensidad de precipitación

PARÁMETRO	Extremadamente lluvioso (PP >45.3 mm)	Muy lluvioso (34.3 mm < PP < 45.3 mm)	Lluvioso (29.8 mm < PP < 34.3 mm)	Moderadamente lluvioso (21.8 mm < PP < 29.8 mm)	Lluvia usual (PP < 21.8 mm)
Extremadamente lluvioso (PP >45.3 mm)	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
Muy lluvioso (34.3 mm < PP < 45.3 mm)	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
Lluvioso (29.8 mm < PP < 34.3 mm)	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
Moderadamente lluvioso (21.8 mm < PP < 29.8 mm)	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
Lluvia usual (PP < 21.8 mm)	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
Suma	1.787	4.676	9.533	16.333	25.000
1/Suma	0.560	0.214	0.105	0.061	0.040

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 35

Matriz de normalización - Intensidad de precipitación

PARÁMETRO	Extremadamente lluvioso (PP >45.3 mm)	Muy lluvioso (34.3 mm < PP < 45.3 mm)	Lluvioso (29.8 mm < PP < 34.3 mm)	Moderadamente lluvioso (21.8 mm < PP < 29.8 mm)	Lluvia usual (PP < 21.8 mm)	Vector de priorización
Extremadamente lluvioso (PP >45.3 mm)	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Muy lluvioso (34.3 mm < PP < 45.3 mm)	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Lluvioso (29.8 mm < PP < 34.3 mm)	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Moderadamente lluvioso (21.8 mm < PP < 29.8 mm)	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Lluvia usual (PP < 21.8 mm)	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
Suma	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 36

Índice y relación de consistencia - Intensidad de precipitación

IC =	0.06
RC =	0.05

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

4.1.3. Cálculo del nivel de peligro

De acuerdo con los cuadros y los vectores de priorización se obtiene la matriz de peligro la cual se detalla en la tabla 37, considerando las ponderaciones de cada parámetro o factor.

Tabla 37

Cálculo de matriz de peligro

Parámetro de evaluación		Peligro por inundación fluvial															
		Factor desencadenante						Susceptibilidad									
		Precipitación		Valor exposición		Peso exposición		Pendiente		Geomorfología		Geología		Valor fragilidad		Peso fragilidad	
Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc
0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.49	0.49	0.498	0.498
0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.261	0.261
1.00	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.136	0.136
0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.069	0.069
0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.036	0.036

Tabla 38

Matriz de peligro

Valor de peligro	Niveles de peligro	
	Nivel	Rango
0.498		
0.261	MUY ALTO	$0.261 \leq V \leq 0.498$
0.136	ALTO	$0.136 \leq V < 0.261$
0.069	MEDIO	$0.069 \leq V < 0.136$
0.036	BAJO	$0.036 \leq V < 0.069$

Así mismo se obtiene la matriz de estratificación de peligro, como se visualiza en la tabla 39.

Tabla 39

Matriz de estratificación de peligro

NIVEL	RANGO	DESCRIPCIÓN
Muy alto	$0.261 \leq V \leq 0.498$	Zonas que presentan inundación con un caudal igual a un periodo de retorno de 100 a 200 años, donde acontecen precipitaciones extremadamente lluviosas con una precipitación mayor a 34.3 mm. El terreno cuenta con una pendiente suave o llana menor a 36%, ubicada en una terraza aluvial con meandros o en un abanico piedemonte y en una formación geológica de depósito aluvial o fluvial.
Alto	$0.136 \leq V < 0.261$	Zonas que presentan inundación con un caudal igual a un periodo de retorno de 50 años, donde acontecen precipitaciones extremadamente lluviosas con una precipitación entre 29.8 mm y 34.3 mm, El terreno cuenta con una pendiente moderada entre 36% y 71%, ubicada en una vertiente o piedemonte aluvial y en una formación geológica de depósito aluvial.
Medio	$0.069 \leq V < 0.136$	Zonas que presentan inundación con un caudal igual a un periodo de retorno de 25 años, donde acontecen precipitaciones extremadamente lluviosas con una precipitación entre 21.8 mm y 29.8 mm, El terreno cuenta con una pendiente muy fuerte entre 71% y 100%, ubicada en una colina y lomada en roca sedimentaria y en una formación geológica denominada formación Auzangate.

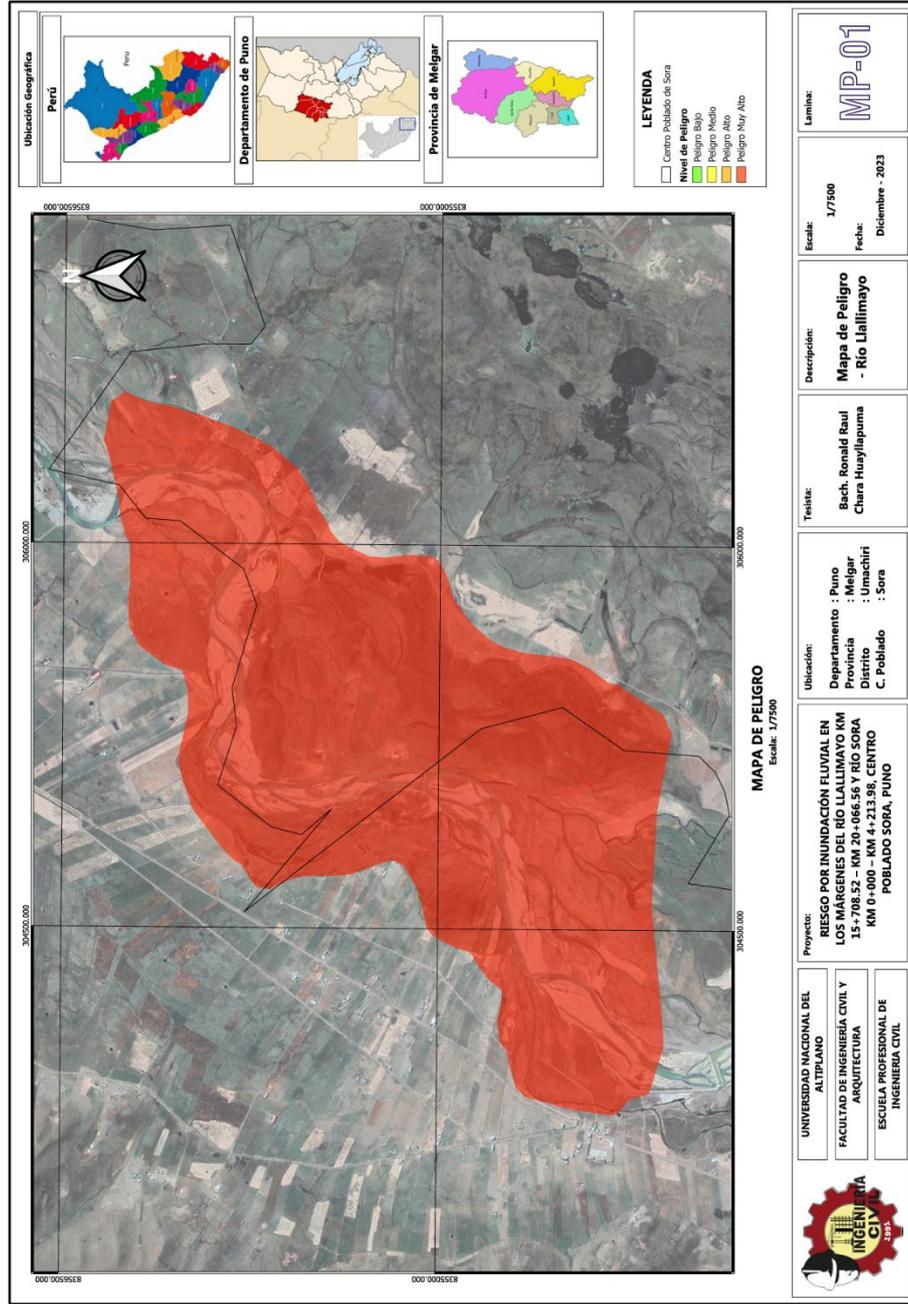
Zonas que presentan inundación con un caudal igual a un periodo de retorno de 10 años, donde acontecen precipitaciones extremadamente lluviosas con una precipitación menor a 21.8 mm, El terreno cuenta con una pendiente escarpada mayores al 100%, ubicada en una colina en roca sedimentaria y una formación geológica denominada fommación Tinajani.

Bajo $0.036 \leq V < 0.069$

Así mismo se obtuvo los planos de peligro para las zonas de estudio, las cuales se muestran en las figuras 19 y 20.

Figura 21

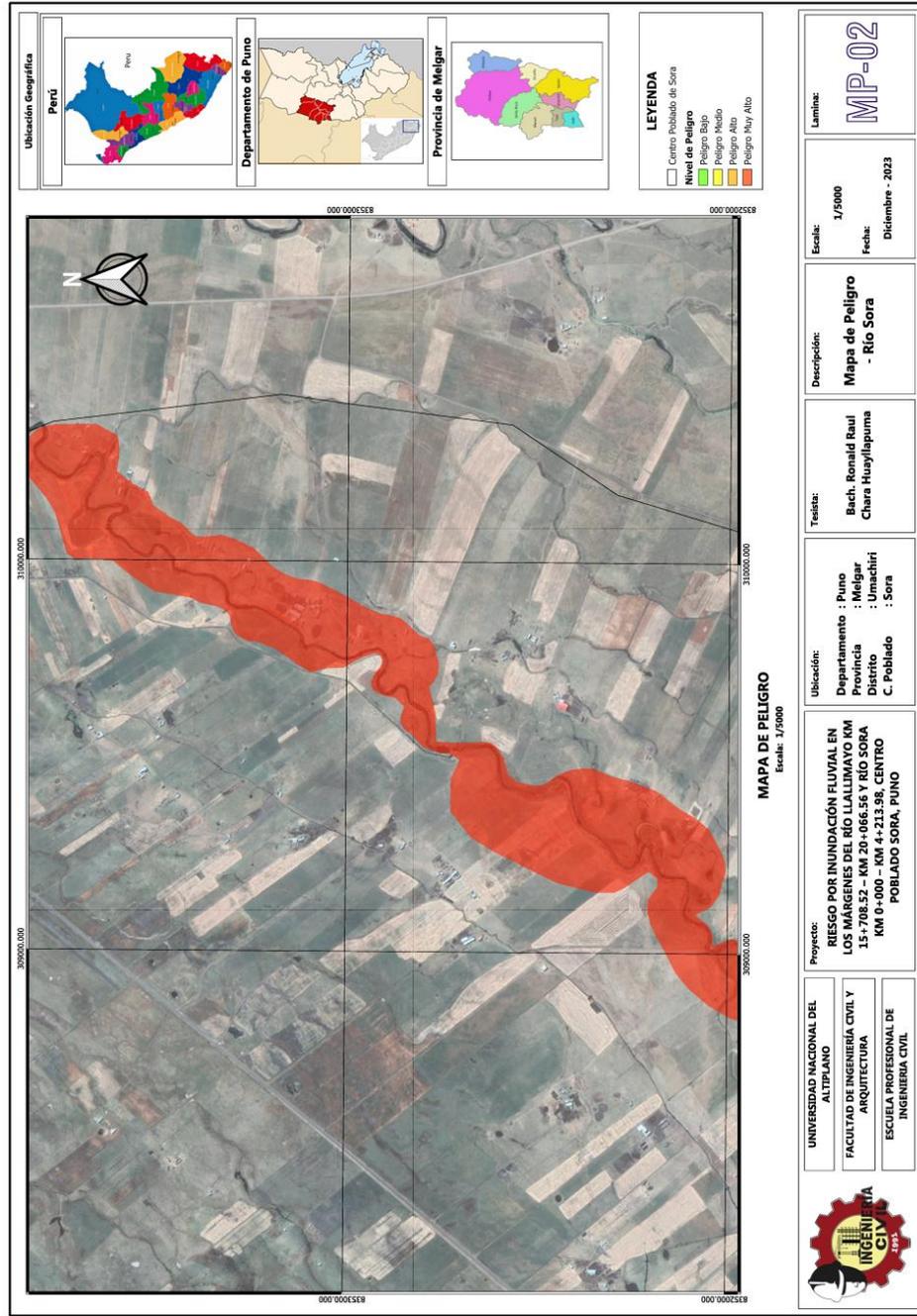
Mapa de peligro del sector adyacente al río Llallimayo



Nota: Elaborado en el software QGIS 3.24.2 con los datos de factores y parámetro de peligro

Figura 22

Mapa de peligro del sector adyacente al río Sora



Nota: Elaborado en el software QGIS 3.24.2 con los datos de factores y parámetro de peligro

- **Análisis**

En la figura 21 y 22 se puede visualizar los mapas de peligrosidad, donde se aprecia que los márgenes de los ríos Llallimayo y Sora, presentan un nivel de peligro muy alto, el cual fue procesado con los factores condicionantes, desencadenantes y el parámetro de evaluación.

Esto indica que los tanto las viviendas que se encuentran dentro de la franja roja, así como los terrenos son susceptibles a inundaciones fluviales.

4.2. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD

Para determinar el nivel de vulnerabilidad de toda el área de estudio se analizan las tres dimensiones: Dimensión social, económica y ambiental, cada una de ellas contempla los factores como: Exposición, fragilidad y resiliencia. Para el presente estudio se adoptaron parámetros y descriptores los cuales se muestran en las tablas 10; 11 y 12.

4.2.1. Análisis de las dimensiones de vulnerabilidad

Se realizó el análisis de la vulnerabilidad considerando las dimensiones antes descritas, para ello se procesó con el método de análisis jerárquico para obtener la ponderación respectiva para cada dimensión analizada en el estudio, donde se tuvo que la dimensión social tiene un valor ponderado de 0.633, la dimensión económica 0.260 y la dimensión ambiental 0.106, las cuales se presentan en la tabla 42.

Tabla 40

Dimensiones de evaluación - Vulnerabilidad

	Factor
FACTOR	Dimensión social
	Dimensión económica
	Dimensión ambiental

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 41

Matriz de comparación de pares - Vulnerabilidad

FACTOR	Dimensión social	Dimensión económica	Dimensión ambiental
Dimensión social	1.000	3.000	5.000
Dimensión económica	0.333	1.000	3.000
Dimensión ambiental	0.200	0.333	1.000
Suma	1.533	4.333	9.000
1/Suma	0.652	0.231	0.111

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 42

Matriz de normalización - Vulnerabilidad

FACTOR	Dimensión social	Dimensión económica	Dimensión ambiental	Vector priorización (ponderación)
Dimensión social	0.652	0.692	0.556	0.633
Dimensión económica	0.217	0.231	0.333	0.260
Dimensión ambiental	0.130	0.077	0.111	0.106
Suma	1.000	1.000	1.000	1.000

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 43

Índice y relación de consistencia - Vulnerabilidad

IC =	0.02
RC =	0.04

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

4.2.2. Análisis de la dimensión social

4.2.2.1. Análisis de los factores de evaluación de la dimensión social

Se analizó los factores de exposición, fragilidad y resiliencia, utilizando el método de análisis jerárquico, obteniendo como resultado que la exposición social presenta un valor ponderado de 0.633, fragilidad social 0.260 y resiliencia social 0.106, los cuales se muestran en la tabla 46.

Tabla 44

Factores de evaluación - Dimensión Social

	Factor
FACTOR	Exposición social
	Fragilidad social
	Resiliencia social

Nota: Factores de evaluación adoptados en base a las recomendaciones por el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales V.2

Tabla 45*Matriz de comparación de pares - Dimensión Social*

FACTOR	Exposición social	Fragilidad social	Resiliencia social
Exposición social	1.000	3.000	5.000
Fragilidad social	0.333	1.000	3.000
Resiliencia social	0.200	0.333	1.000
Suma	1.533	4.333	9.000
1/Suma	0.652	0.231	0.111

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 46*Matriz de normalización - Dimensión Social*

FACTOR	Exposición social	Fragilidad social	Resiliencia social	Vector priorización (ponderación)
Exposición social	0.652	0.692	0.556	0.633
Fragilidad social	0.217	0.231	0.333	0.260
Resiliencia social	0.130	0.077	0.111	0.106
Suma	1.000	1.000	1.000	1.000

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 47*Índice y relación de consistencia - Dimensión social*

IC =	0.02
RC =	0.04

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

De acuerdo con la ponderación de los factores de evaluación, se tiene los parámetros de evaluación a considerar, los cuales se muestran en la tabla 48.

Tabla 48

Parámetros y descriptores de evaluación - Dimensión social

FACTOR	PESO / FACTOR	PARÁMETROS	DE S	DESCRITORES
Exposición Social	0.633	Número de Personas en Vivienda	ES1	Mayor a 9 personas
			ES2	7 a 8 personas
			ES3	5 a 6 personas
			ES4	3 a 4 personas
			ES5	1 a 2 personas
Fragilidad Social	0.260	Grupo etario	FS1	De 0 a 5 años y mayor a 65 años
			FS2	De 6 a 12 años y de 60 a 65 años
			FS3	De 13 a 15 años y de 50 a 59 años
			FS4	De 16 a 30 años
			FS5	De 31 a 49 años
		Abastecimiento de agua	FS6	No tiene
			FS7	Río
			FS8	Fuente propia (pozos)
			FS9	Camión cisterna
			FS10	Unidad básica de saneamiento
		Acceso a red de desagüe	FS11	No tiene
			FS12	Letrina de uso común
			FS13	Letrina de uso personal
			FS14	UBS tipo compostera
			FS15	UBS de arrastre hidráulico
Resiliencia Social	0.106	Capacitación en GRD	RS1	No esta capacitada
			RS2	Capacitada en primeros auxilios
			RS3	Capacitada en medidas de respuestas ante emergencias
			RS4	Capacitada en planificación ante inundaciones
			RS5	Capacitada en preparación y acción ante inundaciones

Nota: Parámetros de evaluación adoptados en base a las recomendaciones por el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales V.2 e inspección de campo.

4.2.2.2. Análisis de la exposición social

Para la exposición social se consideró el número de personas de vivienda, siendo este el único parámetro de evaluación a considerar, por lo cual adopta un valor de ponderación 1, el cual se muestra en la tabla 51.

Tabla 49

Parámetros de evaluación - Exposición social

Factor	Parámetro
Exposición social	Número de personas en vivienda

Nota: Parámetro de evaluación adoptados en base a las recomendaciones por el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales V.2 e inspección de campo.

Tabla 50

Matriz de comparación de pares – Exposición social

Parámetro	Número de personas en vivienda
Número de personas en vivienda	1.000
Suma	1.000
1/Suma	1.000

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 51

Matriz de normalización – Exposición social

Parámetro	Número de personas en vivienda	Vector priorización (ponderación)
Número de personas en vivienda	1.000	1.000
Suma = 1	1.000	1.000

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

4.2.2.2.1. Parámetro: Número de personas por vivienda

Se adoptó el parámetro número de personas por vivienda, a causa de que son elementos vulnerables ante una inundación fluvial, de la recopilación y procesamiento de datos en campo se obtuvo que el 49% de las viviendas presenta una población de 5 a 6 personas, 46% de 3 a 4 personas y el 5% de 1 a 2 personas por vivienda como se muestra en la

figura 24. Realizando el procedimiento de análisis jerárquico nos resulta que el descriptor: Mayor a 9 personas obtiene un valor de 0.503 y el valor 1 a 2 personas tiene un valor de 0.035, siendo estos los que adoptan el mayor y menor valor respectivamente, los cuales se muestran en la tabla 54, esto en relación a que a mayor personas radicando en la vivienda, estas son más vulnerables, a su vez se realizó la verificación de la relación de consistencia donde se obtiene un valor de 0.05 como se detalla en la tabla 55, cuyo valor es menor a 0.1 concluyendo que la matriz es aceptable y consistente.

Tabla 52

Descriptorios - Número de personas por vivienda

Parámetro	Cód.	Descriptor
Número de Personas por Vivienda	ES1	Mayor a 9 personas
	ES2	7 a 8 personas
	ES3	5 a 6 personas
	ES4	3 a 4 personas
	ES5	1 a 2 personas

Nota: Descriptorios de evaluación adoptados en base a las recomendaciones por el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales V.2 e inspección de campo.

Tabla 53

Matriz de comparación de pares - Número de personas por vivienda

DESCRIPTOR	Mayor a 9 personas	7 a 8 personas	5 a 6 personas	3 a 4 personas	1 a 2 personas
Mayor a 9 personas	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
7 a 8 personas	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
5 a 6 personas	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
3 a 4 personas	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
1 a 2 personas	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
Suma	1.787	4.676	9.533	16.333	25.000
1/Suma	0.560	0.214	0.105	0.061	0.040

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 54

Matriz de normalización - Número de personas por vivienda

DESCRIPTOR	Mayor a 9 personas	7 a 8 personas	5 a 6 personas	3 a 4 personas	1 a 2 personas	Vector priorización (ponderación)
Mayor a 9 personas	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
7 a 8 personas	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
5 a 6 personas	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
3 a 4 personas	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
1 a 2 personas	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
Suma = 1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 55

Índice y relación de consistencia - Número de personas por vivienda

IC =	0.06
RC =	0.05

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Figura 23

Número de personas por vivienda



4.2.2.3. Análisis de la fragilidad social

Para la exposición social se consideró los parámetros: Grupo etario, abastecimiento de agua y acceso a la red de desagüe, para los mismos se realizó el análisis jerárquico, obteniendo para el grupo etario tiene un valor de 0.633, el parámetro de abastecimiento de agua un valor de 0.260 y el parámetro de acceso a red de desagüe un valor de 0.106, los cuales se muestra en la tabla 58, se realizó la verificación de la relación de consistencia donde se obtiene un valor de 0.04 como se muestra en la tabla 59, el cual es menor a 0.1 indicando que la matriz es aceptable y consistente.

Tabla 56

Parámetros de evaluación - Fragilidad social

Factor	Parámetro
Fragilidad Social	Grupo Etario
	Abastecimiento de Agua
	Acceso a red de desagüe

Nota: Parámetros de evaluación adoptados en base a las recomendaciones por el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales V.2 e inspección de campo.

Tabla 57

Matriz de comparación de pares - Fragilidad social

PARÁMETRO	Grupo Etario	Abastecimiento de Agua	Acceso a red de desagüe
Grupo Etario	1.000	3.000	5.000
Abastecimiento de Agua	0.333	1.000	3.000
Acceso a red de desagüe	0.200	0.333	1.000
Suma	1.533	4.333	9.000
1/Suma	0.652	0.231	0.111

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 58*Matriz de normalización - Fragilidad social*

PARÁMETRO	Grupo Etario	Abastecimiento de Agua	Acceso a red de desagüe	Vector de Priorización
Grupo Etario	0.652	0.692	0.556	0.633
Abastecimiento de Agua	0.217	0.231	0.333	0.260
Acceso a red de desagüe	0.130	0.077	0.111	0.106
Suma	1.000	1.000	1.000	1.000

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 59*Índice y relación de consistencia - Fragilidad social*

IC =	0.02
RC =	0.04

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

4.2.2.3.1. Parámetro: Grupo etario

El parámetro de grupo etario es una característica importante para evaluar la vulnerabilidad en caso de una inundación fluvial, obteniendo del procesamiento de datos como se muestra en la figura 25 que el 54% de la población expuesta se encuentra en el grupo de 31 a 49 años, 43% en el rango de 13 a 15 años y de 50 a 59 años y un 3% de 16 a 30 años. Realizando el procedimiento de análisis jerárquico resulta que el descriptor: De 0 a 5 años y mayor a 65 años obtiene un valor de 0.44 y rango de 31 a 49 años tiene un valor de 0.053, siendo estos los que adoptan el mayor y menor valor respectivamente, los cuales se muestran en la tabla 62, estos valores indican la importancia de los grupos etarios frente a un peligro, ya que los grupos más vulnerables son las personas de la tercera edad y los niños, realizando la verificación de la relación de consistencia donde se obtiene un valor de 0.006 como se indica en la tabla 63, el cual es menor a 0.1 lo que indica que nuestra matriz es aceptable y consistente.

Tabla 60

Descriptorios - Grupo etario

Parametro	Cód.	Descriptor
Grupo Etario	FS1	De 0 a 5 años y mayor a 65 años
	FS2	De 6 a 12 años y de 60 a 65 años
	FS3	De 13 a 15 años y de 50 a 59 años
	FS4	De 16 a 30 años
	FS5	De 31 a 49 años

Nota: Descriptorios de evaluación adoptados en base a las recomendaciones por el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales V.2 e inspección de campo.

Tabla 61

Matriz de comparación de pares - Grupo etario

DESCRIPTOR	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	De 6 a 12 años y de 60 a 65 años	De 13 a 15 años y de 50 a 59 años	De 16 a 30 años	De 31 a 49 años
De 0 a 5 años y mayor a 65 años	1.000	2.000	3.000	5.000	7.000
De 6 a 12 años y de 60 a 65 años	0.500	1.000	2.000	3.000	5.000
De 13 a 15 años y de 50 a 59 años	0.333	0.500	1.000	2.000	3.000
De 16 a 30 años	0.200	0.333	0.500	1.000	2.000
De 31 a 49 años	0.143	0.200	0.333	0.500	1.000
Suma	2.176	4.033	6.833	11.500	18.000
1/Suma	0.460	0.248	0.146	0.087	0.056

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 62

Matriz de normalización - Grupo etario

DESCRIPTOR	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	De 6 a 12 años y de 60 a 65 años	De 13 a 15 años y de 50 a 59 años	De 16 a 30 años	De 31 a 49 años	Vector Priorización (Ponderación)
De 0 a 5 años y mayor a 65 años	0.460	0.496	0.439	0.435	0.389	0.444
De 6 a 12 años y de 60 a 65 años	0.230	0.248	0.293	0.261	0.278	0.262
De 13 a 15 años y de 50 a 59 años	0.153	0.124	0.146	0.174	0.167	0.153
De 16 a 30 años	0.092	0.083	0.073	0.087	0.111	0.089
De 31 a 49 años	0.066	0.050	0.049	0.043	0.056	0.053
Suma = 1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 63

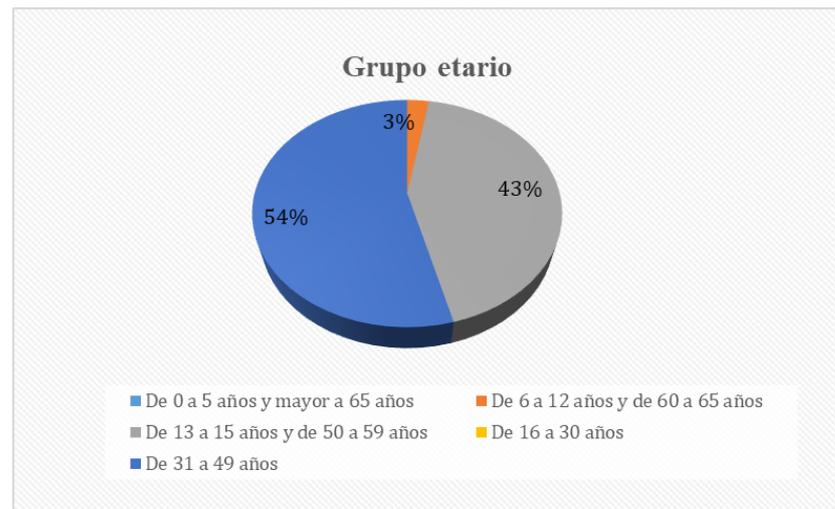
Índice y relación de consistencia - Grupo etario

IC =	0.007
RC =	0.006

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Figura 24

Grupo etario



4.2.2.3.2. Parámetro: Abastecimiento de agua

El parámetro de abastecimiento de agua es una característica importante para evaluar la vulnerabilidad identificando mediante qué tipo de fuente se abastece la población, del procesamiento de la recopilación de datos en campo se tiene que el 78% tiene una unidad básica de saneamiento y el 22% se abastece de una fuente propia de agua como pozos como se visualiza en la figura 26. Desarrollando el análisis jerárquico resulta que el descriptor: No tiene abastecimiento de agua obtiene un valor de 0.503 y valor de: presenta una unidad básica de saneamiento tiene un valor de 0.053, siendo estos los que adoptan el mayor y menor valor

respectivamente, los cuales se muestran en la tabla 66, estos valores se dan en relación del tipo de fuente de agua que se pueda abastecer la población indicando que ante una inundación fluvial los que no tengan acceso a agua o se abastezcan del río sean más susceptibles, de la verificación de la relación de consistencia se obtiene un valor de 0.035 como se detalla en la tabla 67, menor a 0.1 indicando que la matriz es aceptable y consistente.

Tabla 64

Descriptor - Abastecimiento de agua

Parametro	Cód.	Descriptor
Abastecimiento de Agua	FS6	No tiene
	FS7	Río
	FS8	Fuente propia (pozos)
	FS9	Camión cisterna
	FS10	Unidad básica de saneamiento

Nota: Descriptores de evaluación adoptados en base a las recomendaciones por el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales V.2 e inspección de campo.

Tabla 65

Matriz de comparación de pares - Abastecimiento de agua

DESCRIPTOR	No tiene	Río	Fuente propia (pozos)	Camión cisterna	Unidad básica de saneamiento
No tiene	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
Río	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
Fuente propia (pozos)	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
Camión cisterna	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
Unidad básica de saneamiento	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
Suma	1.787	4.676	9.533	16.333	25.000
1/Suma	0.560	0.214	0.105	0.061	0.040

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 66

Matriz de normalización - Abastecimiento de agua

DESCRIPTOR	No tiene	Río	Fuente propia (pozos)	Camión cisterna	Unidad básica de saneamiento	Vector priorización (ponderación)
No tiene	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Río	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Nota propia (pozos)	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Camión cisterna	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Unidad básica de saneamiento	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
Suma = 1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 67

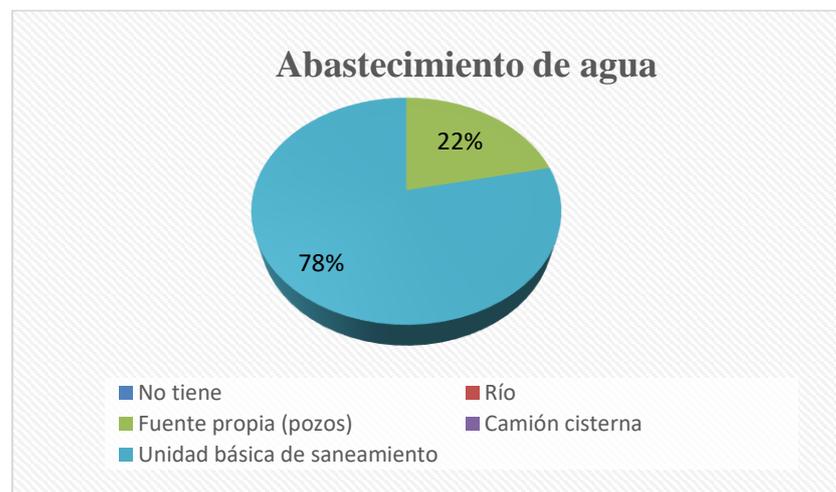
Índice y relación de consistencia - Abastecimiento de agua

IC =	0.0061
RC =	0.054

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Figura 25

Abastecimiento de agua



4.2.2.3.3. Parámetro: Acceso a red de desagüe

El parámetro de acceso a la red de desagüe es una característica importante para evaluar la vulnerabilidad, la cual indica el tipo de acceso a la red de desagüe que tiene la población vulnerable, de los datos recopilados en campo se encuentra que el 97% tiene una UBS del tipo de arrastre hidráulico y el 3% una UBS del tipo compostera como se muestra en la figura 27, ejecutando el análisis jerárquico nos resulta que el descriptor: No tiene acceso a red de desagüe obtiene un valor de 0.444 y el factor presenta una unidad básica de saneamiento tipo compostera tiene un valor de 0.053, siendo estos los que adoptan el mayor y menor valor respectivamente, los cuales se muestran en la tabla 70, estos valores se dan de acuerdo a que la población se ve afectada cuando no tiene un acceso a un tipo de acceso a red de desagüe o tipo de disposición de excretas a cuando tiene algún tipo de disposición de excretas, verificando la relación de consistencia se obtiene un valor de 0.006 como se detalla en la tabla 71, el cual es menor a 0.1 indicando que la matriz es aceptable.

Tabla 68

Descriptorios - Acceso a red de desagüe

Parametro	Cód.	Descriptor
Acceso a red de desagüe	FS11	No tiene
	FS12	Letrina de uso común
	FS13	Letrina de uso personal
	FS14	UBS tipo compostera
	FS15	UBS de arrastre hidráulico

Nota: Descriptorios de evaluación adoptados en base a las recomendaciones por el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales V.2 e inspección de campo.

Tabla 69

Matriz de comparación de pares - Acceso a red de desagüe

DESCRIPTOR	No tiene	Letrina de uso común	Letrina de uso personal	UBS tipo compostera	UBS de arrastre hidráulico
No tiene	1.000	2.000	3.000	5.000	7.000
Letrina de uso común	0.500	1.000	2.000	3.000	5.000
Letrina de uso personal	0.333	0.500	1.000	2.000	3.000
UBS tipo compostera	0.200	0.333	0.500	1.000	2.000
UBS de arrastre hidráulico	0.143	0.200	0.333	0.500	1.000
Suma	2.176	4.033	6.833	11.500	18.000
1/Suma	0.460	0.248	0.146	0.087	0.056

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 70

Matriz de normalización - Acceso a red de desagüe

DESCRIPTOR	No tiene	Letrina de uso común	Letrina de uso personal	UBS tipo compostera	UBS de arrastre hidráulico	Vector priorización (ponderación)
No tiene	0.460	0.496	0.439	0.435	0.389	0.444
Letrina de uso común	0.230	0.248	0.293	0.261	0.278	0.262
Letrina de uso personal	0.153	0.124	0.146	0.174	0.167	0.153
UBS tipo compostera	0.092	0.083	0.073	0.087	0.111	0.089
UBS de arrastre hidráulico	0.066	0.050	0.049	0.043	0.056	0.053
Suma = 1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 71

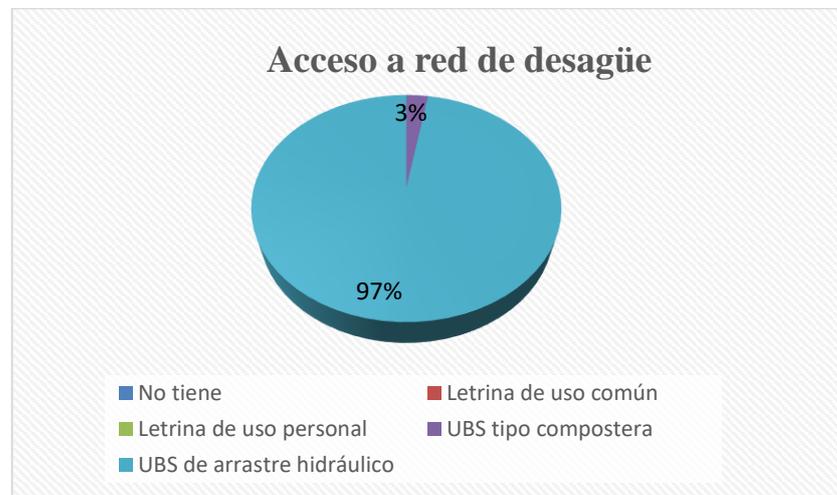
Índice y relación de consistencia - Acceso a red de desagüe

IC =	0.007
RC =	0.006

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Figura 26

Acceso a red de desagüe



4.2.2.4. Análisis de la resiliencia social

Para la resiliencia social se consideró el parámetro de capacitación en gestión de riesgos de desastres, siendo este el único parámetro de evaluación a considerar, por lo cual adopta un valor de ponderación 1, el cual se muestra en la tabla 74.

Tabla 72

Parámetros de evaluación - Resiliencia social

Factor	Parámetro
Resiliencia social	Capacitación en GRD

Nota: Parámetro de evaluación adoptado en base a las recomendaciones por el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales V.2

Tabla 73

Matriz de comparación de pares - Resiliencia social

PARÁMETRO	Capacitación en GRD
Capacitación en GRD	1.000
Suma	1.000
1/Suma	1.000

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 74

Matriz de normalización - Resiliencia social

PARÁMETRO	Capacitación en GRD	Vector priorización (ponderación)
Capacitación en GRD	1.000	1.000
Suma = 1	1.000	1.000

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

4.2.2.4.1. Parámetro: Capacitación en gestión de riesgo de desastres

El parámetro de capacitación en gestión de riesgos de desastres, indica si la población vulnerable tiene la capacidad de resiliencia ante inundaciones fluviales, tomando en cuenta si el grupo poblacional tiene capacitaciones en GRD, de la recopilación en campo se obtuvo que el 70% no está capacitado, 27% se encuentra capacitada en primeros auxilios, el 3% se encuentra capacitada en medidas de respuesta ante emergencias como se muestra en la figura 28, ejecutando el análisis jerárquico de los cinco descriptores considerados, donde nos resulta que el descriptor: No tiene capacitación obtiene un valor de 0.503, el factor es líder y gestor municipal, tiene un valor de 0.035, siendo estos descriptores los que adoptan el mayor y menor valor respectivamente, los cuales se muestran en la tabla 77, estos valores indican se dan según el tipo de capacitación que tiene la población, debido a que una población no capacitada es más

vulnerable frente a una población que tiene capacitaciones y preparación frente a peligros como inundaciones y otros. a su vez se realizó la verificación de la relación de consistencia obteniendo un valor de 0.054 como se indica en la tabla 78, el cual es menor a 0.1 el cual demuestra que la matriz es aceptable y consistente.

Tabla 75

Descriptorios - Capacitación en GRD

Parametro	Cód.	Descriptor
Capacitación en GRD	RS1	No esta capacitada
	RS2	Capacitada en primeros auxilios
	RS3	Capacitada en medidas de respuestas ante emergencias
	RS4	Capacitada en planificación ante inundaciones
	RS5	Capacitada en preparación y acción ante inundaciones

Nota: Descriptorios de evaluación adoptados en base a las recomendaciones por el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales V.2 e inspección de campo.

Tabla 76

Matriz de comparación de pares - Capacitación en GRD

DESCRIPTOR	No esta capacitada	Capacitada en primeros auxilios	Capacitada en medidas de respuestas ante emergencias	Capacitada en planificación ante inundaciones	Capacitada en preparación y acción ante inundaciones
No esta capacitada	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
Capacitada en primeros auxilios	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
Capacitada en medidas de respuestas ante emergencias	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
Capacitada en planificación ante inundaciones	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
Capacitada en preparación y acción ante inundaciones	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
Suma	1.787	4.676	9.533	16.333	25.000
1/Suma	0.560	0.214	0.105	0.061	0.040

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 77

Matriz de normalización - Capacitación en GRD

DESCRIPTOR	No esta capacitada	Capacitada en primeros auxilios	Capacitada en medidas de respuestas ante emergencias	Capacitada en planificación ante inundaciones	Capacitada en preparación y acción ante inundaciones	Vector priorización (ponderación)
No esta capacitada	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Capacitada en primeros auxilios	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Capacitada en medidas de respuestas ante emergencias	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Capacitada en planificación ante inundaciones	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Capacitada en preparación y acción ante inundaciones	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
Suma = 1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 78

Índice y relación de consistencia - Capacitación en GRD

IC =	0.061
RC =	0.054

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Figura 27

Capacitación en GRD



4.2.3. Análisis de la dimensión económica

4.2.3.1. Análisis de los factores de evaluación de la dimensión económica

Se obtiene los pesos ponderados para los factores de fragilidad y resiliencia económica mediante el proceso de análisis jerárquico de la dimensión económica, obteniendo como resultado que la fragilidad económica presenta un valor ponderado de 0.75 y la resiliencia económica un valor de 0.25, los cuales se muestran en la tabla 81.

Tabla 79

Parámetros de evaluación - Dimensión económica

Dimensión	Factor
Dimensión económica	Fragilidad económica
	Resiliencia económica

Nota: Factores de evaluación adoptados en base a las recomendaciones por el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales V.2

Tabla 80

Matriz de comparación de pares - Dimensión económica

Factor	Fragilidad económica	Resiliencia económica
Fragilidad económica	1.000	3.000
Resiliencia económica	0.333	1.000
Suma	1.333	4.000
1/Suma	0.750	0.250

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 81

Matriz de normalización - Dimensión económica

Factor	Fragilidad Económica	Resiliencia Económica	Vector priorización (ponderación)
Fragilidad económica	0.750	0.750	0.750
Resiliencia económica	0.250	0.250	0.250
Suma	1.000	1.000	1.000

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

De acuerdo con la ponderación de los factores de evaluación, se tiene los parámetros de evaluación a considerar, los cuales se muestran en la tabla 82.

Tabla 82

Parámetros y descriptores de evaluación - Dimensión económica

FACTOR	PESO_FACTOR	PARÁMETROS	CÓD	DESCRITORES
Fragilidad económica	0.750	Ocupación	FE1	Agricultura y ganadería
			FE2	Agricultura
			FE3	Ganadería
			FE4	Construcción civil
			FE5	Profesional técnico o universitario
		Material predominante de la vivienda	FE6	Madera
			FE7	Tapial
			FE8	Adobe
			FE9	Bloquetas de concreto
			FE10	Concreto armado y ladrillo
		Antigüedad de la vivienda	FE11	De 40 a 50 años
			FE12	De 30 a 40 años
			FE13	De 20 a 30 años
			FE14	De 10 a 20 años
			FE15	De 5 a 10 años
		Número de niveles	FE16	4 niveles a mas
			FE17	3 niveles
			FE18	2 niveles
			FE19	1 nivel
			FE20	Terreno cercado
Resiliencia económica	0.250	Método de construcción	RE1	Autoconstrucción
			RE2	Construcción con un maestro de obra

RE3	Construcción con un maestro de obra y verificación espontanea por un profesional
RE4	Diseño por un profesional y ejecución por un maestro de obra
RE5	Diseño y supervisión de un profesional

Nota: Parámetros de evaluación adoptados en base a las recomendaciones por el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales V.2 e inspección de campo.

4.2.3.2. Análisis de la fragilidad económica

Para la exposición social se consideró los parámetros: Ocupación, material de la vivienda, antigüedad de la vivienda y número de niveles de la vivienda, ejecutando el análisis jerárquico, el descriptor ocupación obtiene el valor de 0.476, material de la vivienda 0.288, antigüedad de la vivienda 0.154 y el parámetro de número de niveles de la vivienda un valor de 0.081, los cuales se muestra en la tabla 85, realizando la verificación de la relación de consistencia se obtiene un valor de 0.008 como se muestra en la tabla 86, cuyo valor es menor a 0.08 indicando que la matriz es aceptable y consistente.

Tabla 83

Parámetros de evaluación - Fragilidad económica

Factor	Parámetro
	Ocupación
Fragilidad Económica	Material predominante de la vivienda
	Antigüedad de la vivienda
	Número de niveles

Nota: Parámetros de evaluación adoptados en base a las recomendaciones por el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales V.2 e inspección de campo.

Tabla 84

Matriz de comparación de pares - Fragilidad económica

Parámetro	Ocupación	Material predominante de la vivienda	Antigüedad de la vivienda	Número de niveles
Ocupación	1.000	2.000	3.000	5.000
Material predominante de la vivienda	0.500	1.000	2.000	4.000
Antigüedad de la vivienda	0.333	0.500	1.000	2.000
Número de niveles	0.200	0.250	0.500	1.000
Suma	2.033	3.750	6.500	12.000
1/Suma	0.492	0.267	0.154	0.083

Nota: Parámetros de evaluación adoptados en base a las recomendaciones por el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales V.2 e inspección de campo.

Tabla 85

Matriz de normalización - Fragilidad económica

Parámetro	Ocupación	Material predominante de la vivienda	Antigüedad de la vivienda	Número de Niveles	Vector priorización (ponderación)
Ocupación	0.492	0.533	0.462	0.417	0.476
Material predominante de la vivienda	0.246	0.267	0.308	0.333	0.288
Antigüedad de la vivienda	0.164	0.133	0.154	0.167	0.154
Número de Niveles	0.098	0.067	0.077	0.083	0.081
Suma = 1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 86

Índice y relación de consistencia - Fragilidad económica

IC =	0.007
RC =	0.008

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

4.2.3.2.1. Parámetro: Ocupación

El parámetro de ocupación es una característica para identificar el trabajo u ocupación de la población y determinar la susceptibilidad de la población, del procesamiento de datos recopilados en campo se tiene que el 89% se dedica a la agricultura y ganadería, el 6% a la agricultura y el

5% a la construcción civil como se indica en la figura 29, ejecutando el análisis jerárquico de los cinco descriptores considerados, donde nos resulta que el descriptor: Agricultura y ganadería obtiene un valor de 0.503 y el factor profesional, universitario o técnico tiene un valor de 0.035, siendo estos descriptores los valores de mayor y menor respectivamente, los cuales se muestran en la tabla 89, dichos valores tiene relación a que una población dedicada a la agricultura y ganadería se encuentra más susceptible frente a una inundación que la población que se dedique a otras actividades o tenga un trabajo que no sea en el campo, verificando la relación de consistencia, se obtiene un valor de 0.054 como se muestra en la tabla 90, el cual es menor a 0.1, concluyendo que la matriz es aceptable y consistente.

Tabla 87

Descriptores - Ocupación

Parámetro	Cód.	Descriptor
Ocupación	FE1	Agricultura y ganadería
	FE2	Agricultura
	FE3	Ganadería
	FE4	Construcción civil
	FE5	Profesional universitario o técnico

Nota: Descriptores de evaluación adoptados en base a las recomendaciones por el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales V.2 e inspección de campo.

Tabla 88

Matriz de comparación de pares - Ocupación

DESCRIPTOR	Agricultura y ganadería	Agricultura	Ganadería	Construcción civil	Profesional universitario o técnico
Agricultura y ganadería	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
Agricultura	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
Ganadería	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
Construcción civil	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
Profesional universitario o técnico	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
Suma	1.787	4.676	9.533	16.333	25.000
1/Suma	0.560	0.214	0.105	0.061	0.040

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 89

Matriz de normalización - Ocupación

DESCRIPTOR	Agricultura y ganadería	Agricultura	Ganadería	Construcción civil	Profesional universitario o técnico	Vector priorización (ponderación)
Agricultura y ganadería	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Agricultura	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Ganadería	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Construcción civil	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Profesional universitario o técnico	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
Suma = 1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 90

Índice y relación de consistencia - Ocupación

IC =	0.061
RC =	0.054

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Figura 28

Ocupación



4.2.3.2.2. Parámetro: Material predominante de la vivienda

El parámetro material de vivienda define el tipo de material predominante de construcción de las viviendas, el cual indica el nivel de vulnerabilidad de la vivienda, del procesamiento de datos recopilados en campo se obtuvo que el 76% de las viviendas son de material de adobe y el 24 % son de bloquetas de concreto como se muestra en la figura 30, realizando el análisis jerárquico resulta que el descriptor: Estera/cartón obtiene un valor de 0.503 y concreto armado tiene un valor de 0.035, siendo estos los que adoptan el mayor y menor valor respectivamente, los cuales se indican en la tabla 93, cuyos valores tienen relación en que una vivienda de material de madera y tapial son más vulnerables que una vivienda de concreto armado frente a una inundación, realizando la verificación de la relación de consistencia se obtiene un valor de 0.054

como se indica en la tabla 94, el cual es menor a 0.1, infiriendo que la matriz es aceptable y consistente.

Tabla 91

Descriptor – Material predominante de la vivienda

Parámetro	Cód.	Descriptor
Material predominante de la vivienda	FE6	Madera
	FE7	Tapial
	FE8	Adobe
	FE9	Bloquetas de concreto
	FE10	Concreto armado y ladrillo

Nota: Descriptores de evaluación adoptados en base a las recomendaciones por el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales V.2 e inspección de campo.

Tabla 92

Matriz de comparación de pares – Material de vivienda

DESCRIPTOR	Madera	Tapial	Adobe	Bloquetas de concreto	Concreto armado y ladrillo
Madera	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
Tapial	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
Adobe	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
Bloquetas de concreto	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
Concreto armado y ladrillo	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
Suma	1.787	4.676	9.533	16.333	25.000
1/Suma	0.560	0.214	0.105	0.061	0.040

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 93

Matriz de normalización – Material de vivienda

DESCRIPTOR	Madera	Tapial	Adobe	Bloquetas de concreto	Concreto armado y ladrillo	Vector priorización (ponderación)
Madera	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Tapial	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Adobe	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Bloquetas de concreto	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Concreto armado y ladrillo	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
Suma = 1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 94

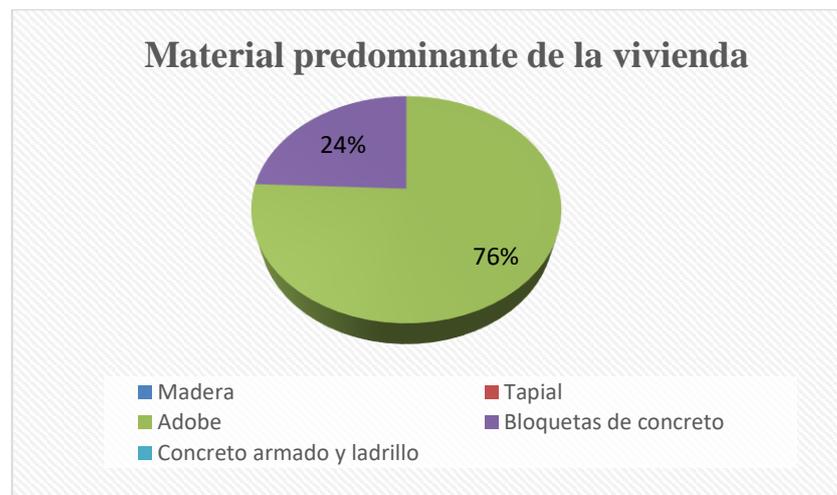
Índice y relación de consistencia – Material de vivienda

IC =	0.061
RC =	0.054

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Figura 29

Material predominante de la vivienda



4.2.3.2.3. Parámetro: Antigüedad de la vivienda

El parámetro de antigüedad de la vivienda, indica los años de servicio desde la construcción de la edificación, lo cual se traduce que a más años de servicio más vulnerable es la edificación, de la recopilación de datos en campo se obtiene que un 68% de las viviendas tienen de 20 a 30 años y un 32% de 10 a 20 años como se detalla en la figura 31, realizando el análisis jerárquico, resulta que el descriptor: 40 a 50 años de antigüedad obtiene un valor de 0.503 y 5 a 10 años de antigüedad 0.035, siendo estos el mayor y menor valor respectivamente, los cuales se muestran en la tabla 97, los valores indican que una vivienda que presenta mayor antigüedad como 40 o 50 años es más vulnerable que una vivienda de 5 o 10 años, la verificación de la relación de consistencia se obtuvo un

valor de 0.054 como se indica en la tabla 98, el cual es menor a 0.1 indicando que la matriz es aceptable y consistente.

Tabla 95

Descriptorios - Antigüedad de la vivienda

Parámetro	Cód.	Descriptor
Antigüedad de la vivienda	FE11	De 40 a 50 años
	FE12	De 30 a 40 años
	FE13	De 20 a 30 años
	FE14	De 10 a 20 años
	FE15	De 5 a 10 años

Nota: Descriptorios de evaluación adoptados en base a las recomendaciones por el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales V.2 e inspección de campo.

Tabla 96

Matriz de comparación de pares - Antigüedad de la vivienda

DESCRIPTOR	De 40 a 50 años	De 30 a 40 años	De 20 a 30 años	De 10 a 20 años	De 5 a 10 años
De 40 a 50 años	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
De 30 a 40 años	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
De 20 a 30 años	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
De 10 a 20 años	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
De 5 a 10 años	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
Suma	1.787	4.676	9.533	16.333	25.000
1/Suma	0.560	0.214	0.105	0.061	0.040

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 97

Matriz de normalización - Antigüedad de la vivienda

DESCRIPTOR	De 40 a 50 años	De 30 a 40 años	De 20 a 30 años	De 10 a 20 años	De 5 a 10 años	Vector priorización (ponderación)
De 40 a 50 años	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
De 30 a 40 años	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
De 20 a 30 años	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
De 10 a 20 años	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
De 5 a 10 años	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
Suma = 1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 98

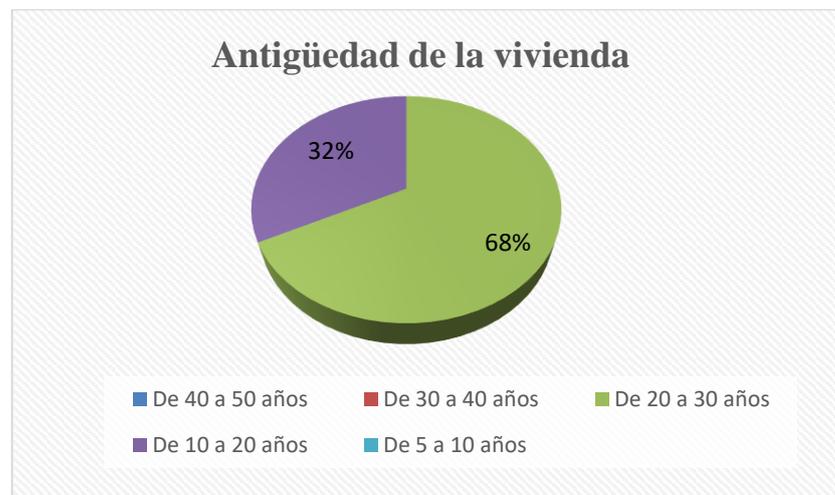
Índice y relación de consistencia - Antigüedad de la vivienda

IC =	0.061
RC =	0.054

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Figura 30

Antigüedad de la vivienda



4.2.3.2.4. Parámetro: Número de niveles de la vivienda

El parámetro de número de niveles de la vivienda, indica la vulnerabilidad debido a que a mayor niveles construidos mayor es la susceptibilidad de la edificación, de los datos recopilados en campo se tiene que el 100% de las viviendas tiene solo un nivel de construcción como se muestra en la figura 32, ejecutando el análisis jerárquico resulta que el descriptor: 5 a más niveles años de antigüedad obtiene un valor de 0.503 y 1 nivel 0.035, siendo esto el mayor y menor valor respectivamente, los cuales se indican en la tabla 101, los valores indican que una vivienda de 5 niveles a más es más susceptible que una vivienda que presenta solo un nivel de construcción, verificando la relación de consistencia se obtiene

un valor de 0.054 como se indica en la tabla 102, el cual es menor a 0.1, infiriendo que la matriz es aceptable y consistente.

Tabla 99

Descriptorios - Número de niveles de la vivienda

Parámetro	Cód.	Descriptor
Número de Niveles de la vivienda	FE16	5 a mas niveles
	FE17	4 a 5 niveles
	FE18	3 niveles
	FE19	2 niveles
	FE20	1 nivel

Nota: Descriptorios de evaluación adoptados en base a las recomendaciones por el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales V.2 e inspección de campo.

Tabla 100

Matriz de comparación de pares - Número de niveles de la vivienda

DESCRIPTOR	5 a mas niveles	4 a 5 niveles	3 niveles	2 niveles	1 nivel
5 a mas niveles	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
4 a 5 niveles	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
3 niveles	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
2 niveles	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
1 nivel	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
Suma	1.787	4.676	9.533	16.333	25.000
1/Suma	0.560	0.214	0.105	0.061	0.040

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 101

Matriz de normalización - Número de niveles de la vivienda

DESCRIPTOR	5 a mas niveles	4 a 5 niveles	3 niveles	2 niveles	1 nivel	Vector priorización (ponderación)
5 a mas niveles	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
4 a 5 niveles	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
3 niveles	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
2 niveles	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
1 nivel	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
Suma = 1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 102

Índice y relación de consistencia - Número de niveles de la vivienda

IC =	0.061
RC =	0.054

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Figura 31

Número de niveles



4.2.3.3. Análisis de la resiliencia económica

Para la exposición social se consideró el parámetro método de construcción de la vivienda, como único parámetro de evaluación tiene una ponderación de 1, como se visualiza en la tabla 105.

Tabla 103

Parámetros de evaluación - Resiliencia económica

Factor	Parámetro
Resiliencia Económica	Método de construcción

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 104

Matriz de comparación de pares - Resiliencia económica

PARÁMETRO	Método de construcción
Método de construcción	1.000
Suma	1.000
1/Suma	1.000

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 105

Matriz de normalización - Resiliencia económica

PARÁMETRO	Método de construcción	Vector Priorización (Ponderación)
Método de construcción	1.000	1.000
Suma = 1	1.000	1.000

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

4.2.3.3.1. Parámetro: Método de construcción

El parámetro calidad de la construcción de la vivienda indica el tipo o modalidad de construcción se hizo, adoptando mayor susceptibilidad si la construcción no se hizo técnicamente, de los datos recopilados en campo se tiene que un 68% de las viviendas fueron autoconstruidas por los pobladores y un 32 % fueron construidas con la ayuda de un maestro de obra como se muestra en la figura 33, ejecutando el análisis jerárquico resulta que el descriptor: Se realizó una autoconstrucción obtiene el valor de 0.503 y el factor se diseñó y supervisó la construcción un profesional tiene un valor de 0.035, siendo estos el mayor y menor valor respectivamente, los cuales se muestran en la tabla 108, cuyos datos indican que una vivienda autoconstruida es más susceptible frente a una inundación que una vivienda en la cual fue supervisada o diseñada por algún profesional, a su vez se realizó la verificación de la relación de

consistencia donde se obtiene un valor de 0.054 como se indica en la tabla 109, el cual es menor a 0.1 indicando que la matriz es aceptable y consistente.

Tabla 106

Descriptor – Calidad de la construcción de la vivienda

Parametro	Cód. Descriptor	Descriptor
Método de construcción	RE1	Autoconstrucción
	RE2	Construcción con un maestro de obra
	RE3	Construcción con un maestro de obra y verificación espontanea por un profesional
	RE4	Diseño por un profesional y ejecución por un maestro de obra
	RE5	Diseño y supervisión de un profesional

Nota: Descriptores de evaluación adoptados en base a las recomendaciones por el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales V.2 e inspección de campo.

Tabla 107

Matriz de comparación de pares - Método de construcción

DESCRIPTOR	Autoconstrucción	Construcción con un maestro de obra	Construcción con un maestro de obra y verificación espontanea por un profesional	Diseño por un profesional y ejecución por un maestro de obra	Diseño y supervisión de un profesional
Autoconstrucción	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
Construcción con un maestro de obra	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
Construcción con un maestro de obra y verificación espontanea por un profesional	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
Diseño por un profesional y ejecución por un maestro de obra	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
Diseño y supervisión de un profesional	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
Suma	1.787	4.676	9.533	16.333	25.000
1/Suma	0.560	0.214	0.105	0.061	0.040

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 108

Matriz de normalización - Método de construcción

DESCRIPTOR	Autoconstrucción	Construcción con un maestro de obra	Construcción con un maestro de obra y verificación espontanea por un profesional	Diseño por un profesional y ejecución por un maestro de obra	Diseño y supervisión de un profesional	Vector priorización (ponderación)
Autoconstrucción	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Construcción con un maestro de obra	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Construcción con un maestro de obra y verificación espontanea por un profesional	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Diseño por un profesional y ejecución por un maestro de obra	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Diseño y supervisión de un profesional	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
Suma = 1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 109

Índice y relación de consistencia - Método de construcción

IC =	0.061
RC =	0.054

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Figura 32

Método de construcción



4.2.4. Análisis de la dimensión ambiental

4.2.4.1. Análisis de los factores de evaluación de la dimensión ambiental

Se analizó los factores de exposición, fragilidad y resiliencia ambiental, para lo cual se procesó utilizando el método de análisis jerárquico, obteniendo como resultado que la exposición ambiental presenta un valor ponderado de 0.633, fragilidad ambiental con 0.260 y la resiliencia ambiental un valor de 0.106, los cuales se muestran en la tabla 112.

Tabla 110

Factores de evaluación - Dimensión ambiental

Dimensión	Factor
	Exposición Ambiental
FACTOR	Fragilidad Ambiental
	Resiliencia Ambiental

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 111

Matriz de comparación de pares - Dimensión ambiental

FACTOR	Exposición ambiental	Fragilidad ambiental	Resiliencia ambiental
Exposición ambiental	1.000	3.000	5.000
Fragilidad ambiental	0.333	1.000	3.000
Resiliencia ambiental	0.200	0.333	1.000
Suma	1.533	4.333	9.000
1/Suma	0.652	0.231	0.111

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 112

Matriz de normalización - Dimensión ambiental

FACTOR	Exposición ambiental	Fragilidad ambiental	Resiliencia ambiental	Vector priorización (ponderación)
Exposición ambiental	0.652	0.692	0.556	0.633
Fragilidad ambiental	0.217	0.231	0.333	0.260
Resiliencia ambiental	0.130	0.077	0.111	0.106
Suma = 1	1.000	1.000	1.000	1.000

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 113

Índice y relación de consistencia - Dimensión ambiental

IC =	0.019
RC =	0.037

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

De acuerdo con la ponderación de los factores de evaluación, se tiene los parámetros de evaluación a considerar, los cuales se muestran en la tabla 114.

Tabla 114

Factores y descriptores de evaluación - Dimensión ambiental

FACTOR	PESO_FACTOR	PARÁMETROS	CÓD	DESCRIPTORES
Exposición ambiental	0.633	Cercanía de residuos sólidos	EA1	Menos de 25 m.
			EA2	De 25 a 50 m
			EA3	De 50 a 100 m.
			EA4	De 100 a 250 m
			EA5	Mayor a 250 m
Fragilidad ambiental	0.260	Disposición de residuos sólidos (RRSS)	FA1	Desecha en fuentes de agua
			FA2	Desecha en descampados
			FA3	Desecha en vías
			FA4	Silos
			FA5	Botaderos
Resiliencia ambiental	0.106	Manejo de residuos sólidos	RA1	Sin Manejo
			RA2	Deposita en un solo embace
			RA3	Selecciona orgánico e inorgánico
			RA4	Selecciona en tres tipos de materiales
			RA5	Selecciona y recicla

Nota: Parámetros de evaluación adoptados en base a las recomendaciones por el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales V.2 e inspección de campo.

4.2.4.2. Análisis de la exposición ambiental

Para la exposición ambiental se consideró la cercanía de residuos sólidos, siendo este el único parámetro de evaluación considerado, por lo cual adopta un valor de ponderación 1, el cual se muestra en la tabla 117.

Tabla 115

Parámetro de evaluación - Exposición ambiental

Factor	Cód. Parámetro	Parámetro
Exposición Ambiental	FE1	Cercanía de residuos sólidos

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 116

Matriz de comparación de pares - Exposición ambiental

PARÁMETRO	Cercanía de residuos Sólidos
Cercanía de residuos sólidos	1.000
Suma	1.000
1/Suma	1.000

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 117

Matriz de normalización - Exposición ambiental

PARÁMETRO	Cercanía de residuos sólidos	Vector priorización (ponderación)
Cercanía de residuos sólidos	1.000	1.000
Suma	1.000	1.000

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

4.2.4.2.1. Parámetro: Cercanía de residuos sólidos

El parámetro cercanía de residuos sólidos, detalla la distancia de disposición de los residuos sólidos, de los datos recopilados en campo se obtuvo que el 74% desecha sus residuos sólidos con una distancia de 25 a 50 metros de su vivienda y el 26% desecha con una distancia menor a 25 metros como se muestra en la figura 34, realizando el análisis jerárquico se obtuvo que el descriptor: Menos de 25 metros obtiene un valor de 0.503 y 250 metros un valor de 0.035, siendo estos el mayor y menor valor respectivamente, los cuales se muestran en la tabla 120, cuyos valores indican que la población y se vería más afectada dependiendo de la proximidad de los residuos sólidos a las viviendas ya que estos generan lixiviados, olores y a la vez contaminan las fuentes de agua cercanas al

lugar del depósito de residuos sólidos, verificando la relación de consistencia se obtiene un valor de 0.054 indicado en la tabla 121, cual es menor a 0.1, concluyendo que la matriz es aceptable y consistente.

Tabla 118

Descriptorios - Cercanía de residuos sólidos

Parametro	Cód.	Descriptor
Cercanía de residuos sólidos	EA1	Menos de 25 m.
	EA2	De 25 a 50 m
	EA3	De 50 a 100 m.
	EA4	De 100 a 250 m
	EA5	Mayor a 250 m

Nota: Descriptorios de evaluación adoptados en base a las recomendaciones por el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales V.2 e inspección de campo.

Tabla 119

Matriz de comparación de pares - Cercanía de residuos sólidos

DESCRIPTOR	Menos de 25 m.	De 25 a 50 m	De 50 a 100 m.	De 100 a 250 m	Mayor a 250 m
Menos de 25 m.	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
De 25 a 50 m	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
De 50 a 100 m.	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
De 100 a 250 m	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
Mayor a 250 m	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
Suma	1.787	4.676	9.533	16.333	25.000
1/Suma	0.560	0.214	0.105	0.061	0.040

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 120

Matriz de normalización - Cercanía de residuos sólidos

DESCRIPTOR	Menos de 25 m.	De 25 a 50 m	De 50 a 100 m.	De 100 a 250 m	Mayor a 250 m	Vector priorización (ponderación)
Menos de 25 m.	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
De 25 a 50 m	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
De 50 a 100 m.	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
De 100 a 250 m	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Mayor a 250 m	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
Suma = 1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 121

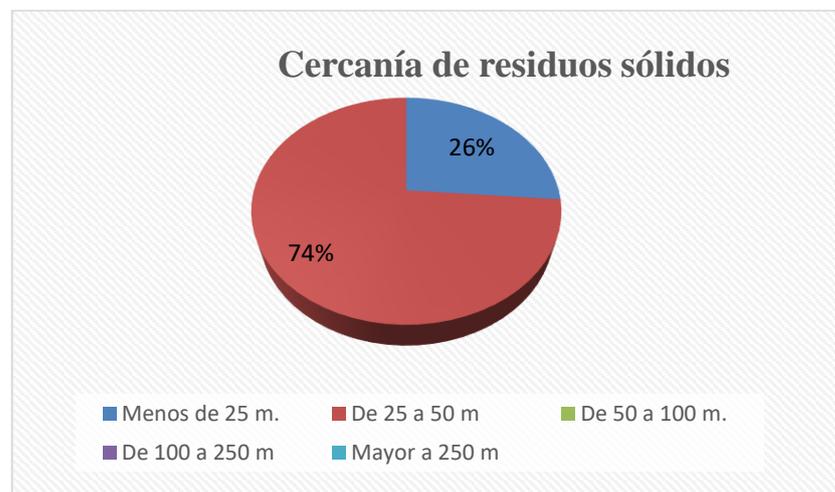
Índice y relación de consistencia - Cercanía de residuos sólidos

IC =	0.061
RC =	0.054

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Figura 33

Cercanía de residuos sólidos



4.2.4.3. Análisis de la fragilidad ambiental

Para la fragilidad ambiental se consideró la disposición de residuos sólidos, como único parámetro de evaluación a adoptar un valor de ponderación 1, el cual se muestra en la tabla 124.

Tabla 122

Parámetros de evaluación - Fragilidad ambiental

Factor	Parámetro
Fragilidad ambiental	Disposición de residuos sólidos (RRSS)

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 123

Matriz de comparación de pares - Fragilidad ambiental

PARÁMETRO	Disposición de residuos sólidos (RRSS)
Disposición de residuos sólidos (RRSS)	1.000
Suma	1.000
1/Suma	1.000

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 124

Matriz de normalización - Fragilidad ambiental

PARÁMETRO	Disposición de residuos sólidos (RRSS)	Vector priorización (ponderación)
Disposición de residuos sólidos (RRSS)	1.000	1.000
Suma	1.000	1.000

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

4.2.4.3.1. Parámetro: Disposición de residuos sólidos

Se realizó el análisis del parámetro de disposición de residuos sólidos, el cual es importante debido a al tipo de disposición de los residuos sólidos se puede determinar la vulnerabilidad la cual afectará directamente

al ambiente, de los datos recopilados en campo se obtiene que el 100% de la población desecha sus residuos en silos como se muestra en la figura 35, realizando el procedimiento del análisis jerárquico de los cinco descriptores considerados, donde nos resulta que el descriptor: Desecha en fuentes de agua obtiene un valor de 0.444 y el descriptor carro recolector tiene un valor de 0.053, siendo estos descriptores los que adoptan el mayor y menor valor respectivamente, los cuales se muestran en la tabla 127, cuyos valores indican que si la población desecha en fuentes de agua estaría afectando el ambiente a tener una disposición más ecoamigable como botaderos, a su vez se realizó la verificación de la relación de consistencia donde se obtiene un valor de 0.006 como se muestra en la tabla 128, el cual es menor a 0.1 lo que indica que nuestra matriz es aceptable y consistente.

Tabla 125

Descriptores - Disposición de residuos sólidos

Parametro	Cód.	Descriptor
Disposición de residuos sólidos (RRSS)	FA1	Desecha en fuentes de agua
	FA2	Desecha en descampados
	FA3	Desecha en vías
	FA4	Silos
	FA5	Botaderos

Nota: Descriptores de evaluación adoptados en base a las recomendaciones por el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales V.2 e inspección de campo.

Tabla 126*Matriz de comparación de pares - Disposición de residuos sólidos*

DESCRIPTOR	Desecha en fuentes de agua	Desecha en descampados	Desecha en vías	Silos	Botaderos
Desecha en fuentes de agua	1.000	2.000	3.000	5.000	7.000
Desecha en descampados	0.500	1.000	2.000	3.000	5.000
Desecha en vías	0.333	0.500	1.000	2.000	3.000
Silos	0.200	0.333	0.500	1.000	2.000
Botaderos	0.143	0.200	0.333	0.500	1.000
Suma	2.176	4.033	6.833	11.500	18.000
1/Suma	0.460	0.248	0.146	0.087	0.056

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 127*Matriz de normalización - Disposición de residuos sólidos*

DESCRIPTOR	Desecha en fuentes de agua	Desecha en descampados	Desecha en vías	Silos	Botaderos	Desecha en fuentes de agua
Desecha en fuentes de agua	0.460	0.496	0.439	0.435	0.389	0.444
Desecha en descampados	0.230	0.248	0.293	0.261	0.278	0.262
Desecha en vías	0.153	0.124	0.146	0.174	0.167	0.153
Silos	0.092	0.083	0.073	0.087	0.111	0.089
Botaderos	0.066	0.050	0.049	0.043	0.056	0.053
Suma = 1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 128*Índice y relación de consistencia - Disposición de residuos sólidos*

IC =	0.007
RC =	0.006

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Figura 34

Cercanía de residuos sólidos



4.2.4.4. Análisis de la resiliencia ambiental

Para la exposición ambiental se consideró el manejo de residuos sólidos, siendo este el único parámetro de evaluación adoptando un valor de ponderación 1, el cual se muestra en la tabla 131.

Tabla 129

Parámetros de evaluación - Resiliencia ambiental

Factor	Cód. Parámetro	Parámetro
Resiliencia ambiental	FR1	Manejo de residuos sólidos

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 130

Matriz de comparación de pares - Resiliencia ambiental

PARÁMETRO	Manejo de residuos sólidos
Manejo de residuos sólidos	1.000
Suma	1.000
1/Suma	1.000

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 131

Matriz de normalización - Resiliencia ambiental

PARÁMETRO	Manejo de residuos sólidos	Vector priorización (ponderación)
Manejo de residuos sólidos	1.000	1.000
Suma = 1	1.000	1.000

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

4.2.4.4.1. Parámetro: Manejo de residuos sólidos

El parámetro de manejo de residuos sólidos indica la vulnerabilidad ambiental que tiene la población de acuerdo al manejo del mismo, de los datos recopilados en campo se tiene que el 100% de la población selecciona el material orgánico e inorgánico como se muestra en la figura 36, efectuando el análisis jerárquico resulta que el descriptor: Sin manejo obtiene un valor de 0.503 y el factor selecciona y recicla tiene un valor de 0.035, siendo estos el mayor y menor valor respectivamente, los cuales se muestran en la tabla 134, cuyos valores indican que si la población no tiene un buen manejo de los residuos sólidos podría verse afectada por los efectos que tienen estos, en cambio si la población selecciona o recicla los desechos estos se verían menos afectados, verificando la relación de consistencia se obtiene un valor de 0.054 indicado en la tabla 135, el cual es menor a 0.1, infiriendo que la matriz es aceptable y consistente.

Tabla 132

Descriptorios - Manejo de residuos sólidos

Parametro	Cód.	Descriptor
Manejo de residuos sólidos	D1	Sin manejo
	D2	Deposita en un solo embace
	D3	Selecciona orgánico e inorgánico
	D4	Selecciona en tres tipos de materiales
	D5	Selecciona y recicla

Nota: Descriptorios de evaluación adoptados en base a las recomendaciones por el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales V.2 e inspección de campo.

Tabla 133

Matriz de comparación de pares - Manejo de residuos sólidos

DESCRIPTOR	Sin manejo	Deposita en un solo embace	Selecciona orgánico e inorgánico	Selecciona en tres tipos de materiales	Selecciona y recicla
Sin manejo	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
Deposita en un solo embace	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
Selecciona orgánico e inorgánico	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
Selecciona en tres tipos de materiales	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
Selecciona y recicla	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
Suma	1.787	4.676	9.533	16.333	25.000
1/Suma	0.560	0.214	0.105	0.061	0.040

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 134

Matriz de normalización - Manejo de residuos sólidos

DESCRIPTOR	Sin manejo	Deposita en un solo embace	Selecciona orgánico e inorgánico	Selecciona en tres tipos de materiales	Selecciona y recicla	Vector priorización (ponderación)
Sin manejo	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Deposita en un solo embace	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Selecciona orgánico e inorgánico	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Selecciona en tres tipos de materiales	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Selecciona y recicla	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
Suma = 1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Tabla 135

Índice y relación de consistencia - Manejo de residuos sólidos

IC =	0.061
RC =	0.054

Nota: Elaborado aplicando el método de proceso analítico jerárquico

Figura 35

Manejo de residuos sólidos



Realizando el cálculo de las dimensiones se obtiene los vectores de priorización para las dimensiones: social, económica y ambiental como se muestran en las tablas 136; 137 y 138 correspondientemente y procesando dichos vectores se obtiene el vector o matriz de vulnerabilidad detallado en la tabla 141.

Tabla 136

Cálculo y vector de cálculo de la dimensión social

Exposición social				Fragilidad social				Resiliencia social				Valor dimensión social	Peso dimensión social
Número de personas en vivienda		Grupo etario		Abastecimiento de agua		Acceso a red de desagüe		Capacitación en GRD		P. Re.		Val. Re.	P. Re.
P. Fac.	P. Des.	P. Exp.	P. Exp.	P. Fac.	P. Des.	P. Fac.	P. Des.	P. Fac.	P. Des.	P. Fac.	P. Des.		
0.503	0.503	0.444	0.444	0.503	0.444	0.459	0.444	0.503	0.503	0.503	0.503	0.491	
0.260	0.260	0.262	0.262	0.260	0.262	0.261	0.262	0.260	0.260	0.260	0.260	0.261	
1.000	0.134	0.134	0.633	0.134	0.260	0.148	0.153	0.106	0.134	0.260	0.134	0.138	0.400
0.068	0.068	0.089	0.089	0.068	0.089	0.084	0.089	0.068	0.068	0.068	0.068	0.072	
0.035	0.035	0.053	0.053	0.035	0.053	0.048	0.053	0.035	0.035	0.035	0.035	0.038	

Tabla 137

Cálculo y vector de cálculo de la dimensión económica

Fragilidad económica				Resiliencia económica				Valor dimensión económica	Peso dimensión económica
Material de vivienda		Antigüedad de la vivienda		Número de niveles		Método de construcción		Valor dimensión económica	Peso dimensión económica
Ppar	Pexp	Ppar	Pexp	Ppar	Pexp	Ppar	Pexp		
0.503	0.503	0.503	0.503	0.503	0.503	0.503	0.377	0.471	
0.260	0.260	0.260	0.260	0.260	0.260	0.260	0.195	0.244	
0.476	0.134	0.288	0.134	0.154	0.134	0.081	0.101	0.126	0.300
0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.051	0.064	
0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.026	0.033	

Tabla 138

Cálculo y vector de cálculo de la dimensión ambiental

Exposición ambiental			Fragilidad ambiental			Fragilidad ambiental			Valor dimensión económica		
Cercanía de residuos sólidos	Valor exposición	Peso exposición	Disposición de residuos sólidos (RRSS)		Valor fragilidad	Peso fragilidad	Manejo de residuos sólidos		Valor resiliencia	Peso resiliencia	Peso dimensión económica
			Ppar	Pdesc			Ppar	Pexp			
	0.503		0.444		0.444		0.503		0.503		0.487
	0.260		0.262		0.262		0.260		0.260		0.261
1.000	0.134	0.633	0.153	1.000	0.153	0.260	0.134	1.000	0.134	0.106	0.300
	0.068		0.089		0.089		0.068		0.068		0.073
	0.035		0.053		0.053		0.035		0.035		0.039

Tabla 139

Vectores de priorización de la dimensión social, económica y ambiental

Dimensión social		Dimensión económica		Dimensión ambiental		Valor de vulnerabilidad	
Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso
0.491		0.471		0.487		0.484	
0.261		0.244		0.261		0.256	
0.138	0.400	0.126	0.300	0.139	0.300	0.135	
0.072		0.064		0.073		0.070	
0.038		0.033		0.039		0.037	

Tabla 140

Matriz de vulnerabilidad y rangos de niveles de vulnerabilidad

VALOR DE VULNERABILIDAD	NIVELES DE VULNERABILIDAD	
	NIVEL	RANGO
0.484	MUY ALTO	$0.256 \leq V \leq 0.484$
0.256	ALTO	$0.135 \leq V < 0.256$
0.135	MEDIO	$0.070 \leq V < 0.135$
0.070	BAJO	$0.037 \leq V < 0.070$
0.037		

Así mismo se muestra la matriz de estratificación en la tabla 141, donde se categoriza y se caracteriza la vulnerabilidad, contemplando los parámetros evaluados y procesados anteriormente.

Tabla 141

Matriz de estratificación de niveles de vulnerabilidad

NIVEL	RANGO	DESCRIPCIÓN
Muy alto	$0.260 \leq V \leq 0.494$	<p>En este nivel se encuentra la población que vive mayor a 9 personas por vivienda, con un grupo etario o población mayoritaria entre las edades de 0 a 5 años y mayor a 65 años, cuya población no tiene acceso a agua, no tiene acceso a una red o sistema de evacuación de excretas, la población no esta capacitada en gestión de riesgo de desastres. Los ocupantes de la vivienda o sector se dedican a la agricultura y ganadería, el material predominante de la vivienda es la madera, la antigüedad de la vivienda es de 40 a 50 años, el número de niveles de la vivienda es de 4 niveles a más, la construcción de la vivienda fue autoconstruida por los dueños de la vivienda. La población esta cercana a una distancia menor a 25 metros de los residuos sólidos, desecha los residuos sólidos en fuentes de agua, no tiene un manejo de residuos sólidos.</p>
Alto	$0.137 \leq V < 0.260$	<p>En este nivel se encuentra la población que vive entre 7 y 8 personas por vivienda, con un grupo etario o población mayoritaria entre las edades de 6 a 12 años y entre 60 a 65 años, cuya población accede a la fuente de agua mediante ríos o riachuelos, accede a una red o sistema de evacuación de excretas mediante una letrina la cual es utilizada por varias familias, la población está capacitada en gestión de riesgo de desastre en el tema de primeros auxilios. Los ocupantes de la vivienda o sector se dedican a la agricultura, el material predominante de la vivienda es el tapial, la antigüedad de la vivienda es de 30 a 40 años, el número de niveles de la vivienda es de 3 niveles, la construcción de la vivienda fue autoconstruida por un maestro de obra. La población esta cercana a una distancia entre 25 a 50 metros de los residuos sólidos, desecha los residuos sólidos en descampados, deposita sus residuos sólidos en un solo embace.</p>

En este nivel se encuentra la población que vive entre 5 y 6 personas por vivienda, con un grupo etario o población mayoritaria entre las edades de 13 a 15 años y entre 50 a 59 años, cuya población accede a la fuente de agua mediante una fuente propia como pozos, accede a una red o sistema de evacuación de excretas mediante una letrina por familia, la población está capacitada en gestión de riesgo de desastre en el tema de medidas de respuesta ante emergencias. Los ocupantes de la vivienda o sector se dedican a la ganadería, el material predominante de la vivienda es el adobe, la antigüedad de la vivienda es de 20 a 30 años, el número de niveles de la vivienda es de 2 niveles, la construcción de la vivienda fue construida por un maestro de obra y tuvo verificación espontánea por un profesional. La población esta cercana a una distancia entre 50 a 100 metros de los residuos sólidos, desecha los residuos sólidos en vías, deposita sus residuos seleccionando de orgánicos e inorgánicos.

Medio $0.071 \leq V < 0.137$

En este nivel se encuentra la población que vive entre 1 y 4 personas por vivienda, con un grupo etario o población mayoritaria entre las edades de 16 a 49 años, cuya población accede a la fuente de agua mediante camiones cisterna o cuenta con unidad básica de saneamiento, accede a una red o sistema de evacuación de excretas mediante una unidad básica de saneamiento de tipo composta o con arrastre hidráulico, la población está capacitada en gestión de riesgo de desastre en el tema de planificación ante inundaciones y capacitada en preparación y acción ante inundaciones. Los ocupantes de la vivienda o sector se dedican a la construcción civil o tiene estudios superiores como profesional técnico o universitario, el material predominante de la vivienda de bloquetas de concreto, concreto armado y ladrillos, la antigüedad de la vivienda es de 10 a 20 años, el número de niveles de la vivienda es de 1 niveles o un terreno cercado, la construcción de la vivienda fue diseñada por un profesional o supervisada por un profesional. La población esta cercana a una distancia mayor a 100 metros de los residuos sólidos, desecha los residuos sólidos en silos o botaderos, deposita sus residuos sólidos seleccionando los residuos sólidos y reciclando.

Bajo $0.038 \leq V < 0.071$

A continuación, se presenta los mapas de vulnerabilidad:

Figura 36

Mapa de vulnerabilidad - río Llallimayo

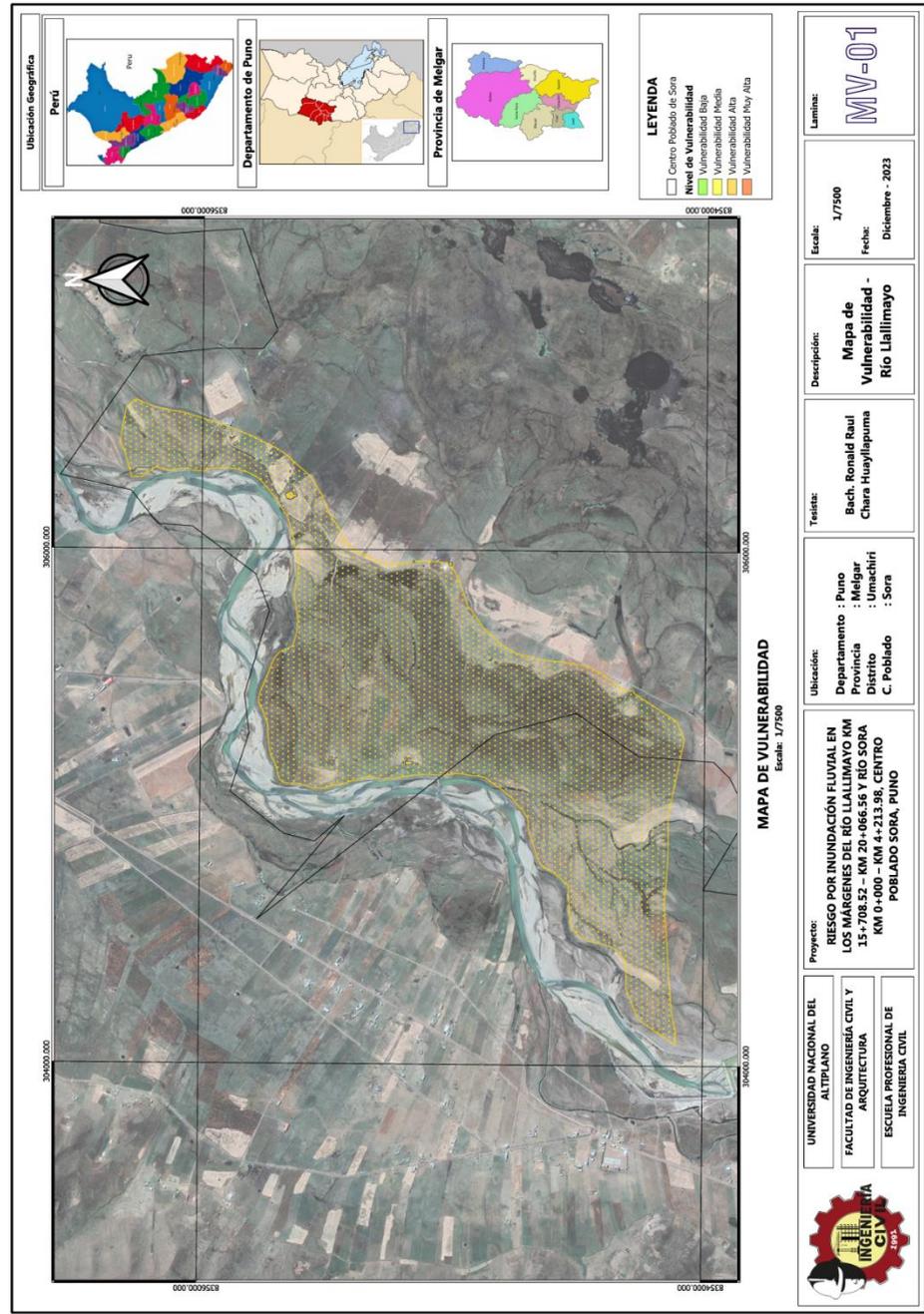
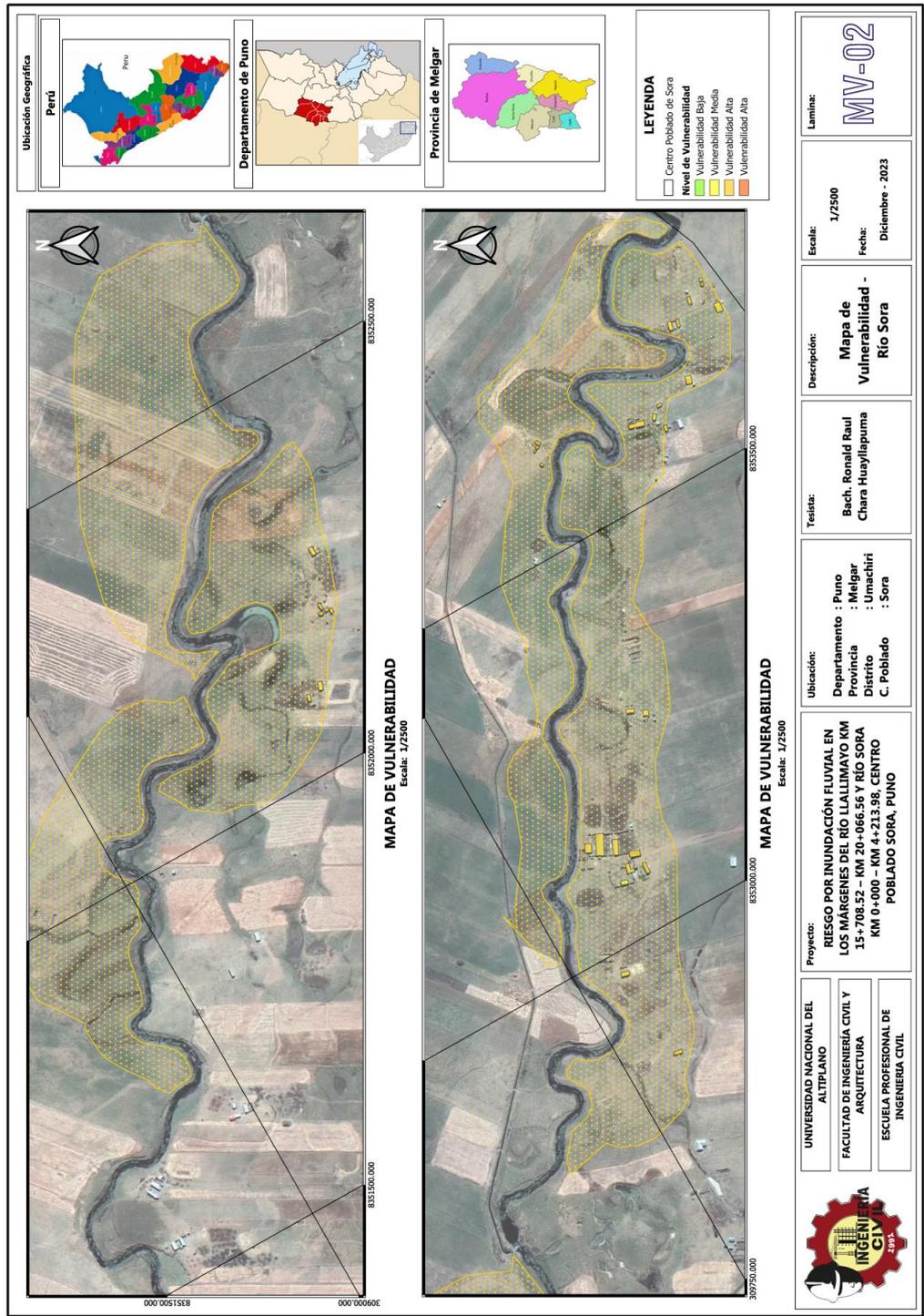


Figura 37

Mapa de vulnerabilidad - río Sora

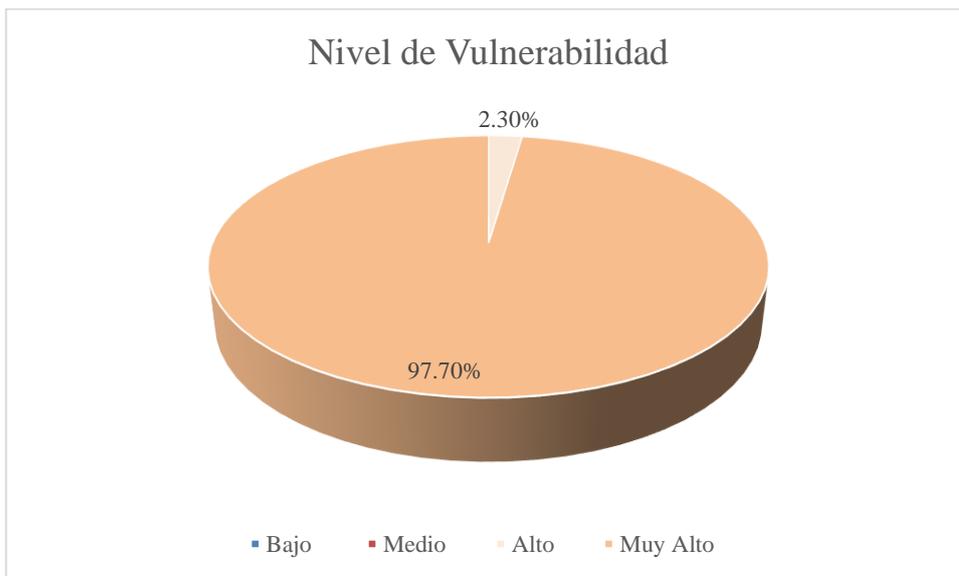


- Análisis

En las figuras 37 y 38 se puede visualizar que la población colindante al río Llallimayo y al río Sora se encuentran en un nivel de vulnerabilidad alta y media, de las cuales el 97.70% se encuentran en un nivel de vulnerabilidad alta y el 2.30% en un nivel medio, las mismas que resultan del procesamiento de las características de las viviendas y de la población, los cuales se detallan en los parámetros de evaluación de las dimensiones social, económica y ambiental, a la vez los terrenos colindantes como elementos expuestos se encuentran en un nivel de vulnerabilidad alto.

Figura 38

Porcentaje de nivel de vulnerabilidad



4.3. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO

Para determinar el nivel de riesgo de toda el área de estudio se consideran los valores de la matriz de peligro y de vulnerabilidad de las tablas 38 y 140, cuyo producto nos da por resultado la matriz de riesgo como se detalla en la tabla 142, la cual nos ayuda a identificar el nivel de riesgo de la zona de estudio.

Tabla 142

Matriz de nivel de riesgo

Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo	NIVELES DE RIESGO	
			NIVEL	RANGO
0.494	0.50	0.246	MUY ALTO	$0.068 \leq V \leq 0.246$
0.260	0.26	0.068	ALTO	$0.019 \leq V < 0.068$
0.137	0.14	0.019	MEDIO	$0.005 \leq V < 0.019$
0.071	0.07	0.005	BAJO	$0.001 \leq V < 0.005$
0.038	0.04	0.001		

Tabla 143

Matriz de estratificación de niveles de riesgo

NIVEL	RANGO	DESCRIPCIÓN
Muy alto	$0.068 \leq V \leq 0.246$	<p>Zonas que presentan inundación con un caudal igual a un periodo de retorno de 100 a 200 años, donde acontecen precipitaciones extremadamente lluviosas con una precipitación mayor a 34.3 mm. El terreno cuenta con una pendiente suave o llana menor a 36%, ubicada en una terraza aluvial con meandros o en un abanico piedemonte y en una formación geológica de depósito aluvial o fluvial. En este nivel se encuentra la población que vive mayor a 9 personas por vivienda, con un grupo etario o población mayoritaria entre las edades de 0 a 5 años y mayor a 65 años, cuya población no tiene acceso a agua, no tiene acceso a una red o sistema de evacuación de excretas, la población no esta capacitada en gestión de riesgos de desastres. Los ocupantes de la vivienda o sector se dedican a la agricultura y ganadería, el material predominante de la vivienda es la madera, la antigüedad de la vivienda es de 40 a 50 años, el número de niveles de la vivienda es de 4 niveles a más, la construcción de la vivienda fue autoconstruida por los dueños de la vivienda. La población esta cercana a una distancia menor a 25 metros de los residuos sólidos, desecha los residuos sólidos en fuentes de agua, no tiene un manejo de residuos sólidos.</p>
Alto	$0.019 \leq V < 0.068$	<p>Zonas que presentan inundación con un caudal igual a un periodo de retorno de 50 años, donde acontecen precipitaciones extremadamente lluviosas con una precipitación entre 29.8 mm y 34.3 mm, El terreno cuenta con una pendiente moderada entre 36% y 71%, ubicada en una vertiente o piedemonte aluvial y en una formación geológica de depósito aluvial . En este nivel se encuentra la población que vive entre 7 y 8 personas por vivienda, con un grupo etario o población mayoritaria entre las edades de 6 a 12 años y entre 60 a 65 años, cuya población accede a la fuentes de agua mediante ríos o riachuelos, accede a una red o sistema de evacuación de excretas mediante una letrina la cual es utilizada por varias familias, la población está capacitada en</p>

gestión de riesgo de desastre en el tema de primeros auxilios. Los ocupantes de la vivienda o sector se dedican a la agricultura, el material predominante de la vivienda es el tapial, la antigüedad de la vivienda es de 30 a 40 años, el número de niveles de la vivienda es de 3 niveles, la construcción de la vivienda fue autoconstruida por un maestro de obra. La población esta cercana a una distancia entre 25 a 50 metros de los residuos sólidos, desecha los residuos sólidos en descampados, deposita sus residuos sólidos en un solo embace.

Zonas que presentan inundación con un caudal igual a un periodo de retorno de 25 años, donde acontecen precipitaciones extremadamente lluviosas con una precipitación entre 21.8 mm y 29.8 mm, El terreno cuenta con una pendiente muy fuerte entre 71% y 100%, ubicada en una colina y lomada en roca sedimentaria y en una formación geológica denominada formación Auzangate. En este nivel se encuentra la población que vive entre 5 y 6 personas por vivienda, con un grupo etario o población mayoritaria entre las edades de 13 a 15 años y entre 50 a 59 años, cuya población accede a la fuente de agua mediante una fuente propia como pozos, accede a una red o sistema de evacuación de excretas mediante una letrina por familia, la población está capacitada en gestión de riesgo de desastre en el tema de medidas de respuesta ante emergencias. Los ocupantes de la vivienda o sector se dedican a la ganadería, el material predominante de la vivienda es el adobe, la antigüedad de la vivienda es de 20 a 30 años, el número de niveles de la vivienda es de 2 niveles, la construcción de la vivienda fue construida por un maestro de obra y tuvo verificación espontanea por un profesional. La población esta cercana a una distancia entre 50 a 100 metros de los residuos sólidos, desecha los residuos sólidos en vías, deposita sus residuos seleccionando de orgánicos e inorgánicos.

Medio $0.005 \leq V < 0.019$

Zonas que presentan inundación con un caudal igual a un periodo de retorno de 10 años, donde acontecen precipitaciones extremadamente lluviosas con una precipitación menor a 21.8 mm, El terreno cuenta con una pendiente escarpada mayores al 100%, ubicada en una colina en roca sedimentaria y una formación geológica denominada formación Tinajani. En este nivel se encuentra la población que vive entre 1 y 4 personas por vivienda, con un grupo etario o población mayoritaria entre las edades de 16 a 49 años, cuya población accede a la fuente de agua mediante camiones cisterna o cuenta con unidad básica de saneamiento, accede a una red o sistema de evacuación de excretas mediante una unidad básica de saneamiento de tipo compostera o con arrastre hidráulico, la población está capacitada en gestión de riesgo de desastre en el tema de planificación ante inundaciones y capacitada en preparación y acción ante inundaciones. Los ocupantes de la vivienda o sector se dedican a la construcción civil o tiene estudios superiores como profesional técnico o universitario, el material predominante de la vivienda de bloquetas de concreto, concreto armado y ladrillos, la antigüedad de la vivienda es de 10 a 20 años, el número de niveles de la vivienda es de 1 niveles o un terreno cercado, la construcción de la vivienda fue diseñada por un profesional o diseñada y supervisada por un profesional. La población esta cercana a una distancia mayor a 100 metros de los residuos sólidos, desecha los residuos sólidos en silos o botaderos, deposita sus residuos sólidos seleccionando los residuos sólidos y reciclando.

Bajo $0.001 \leq V < 0.005$

Figura 39

Mapa de riesgo - río Llallimayo

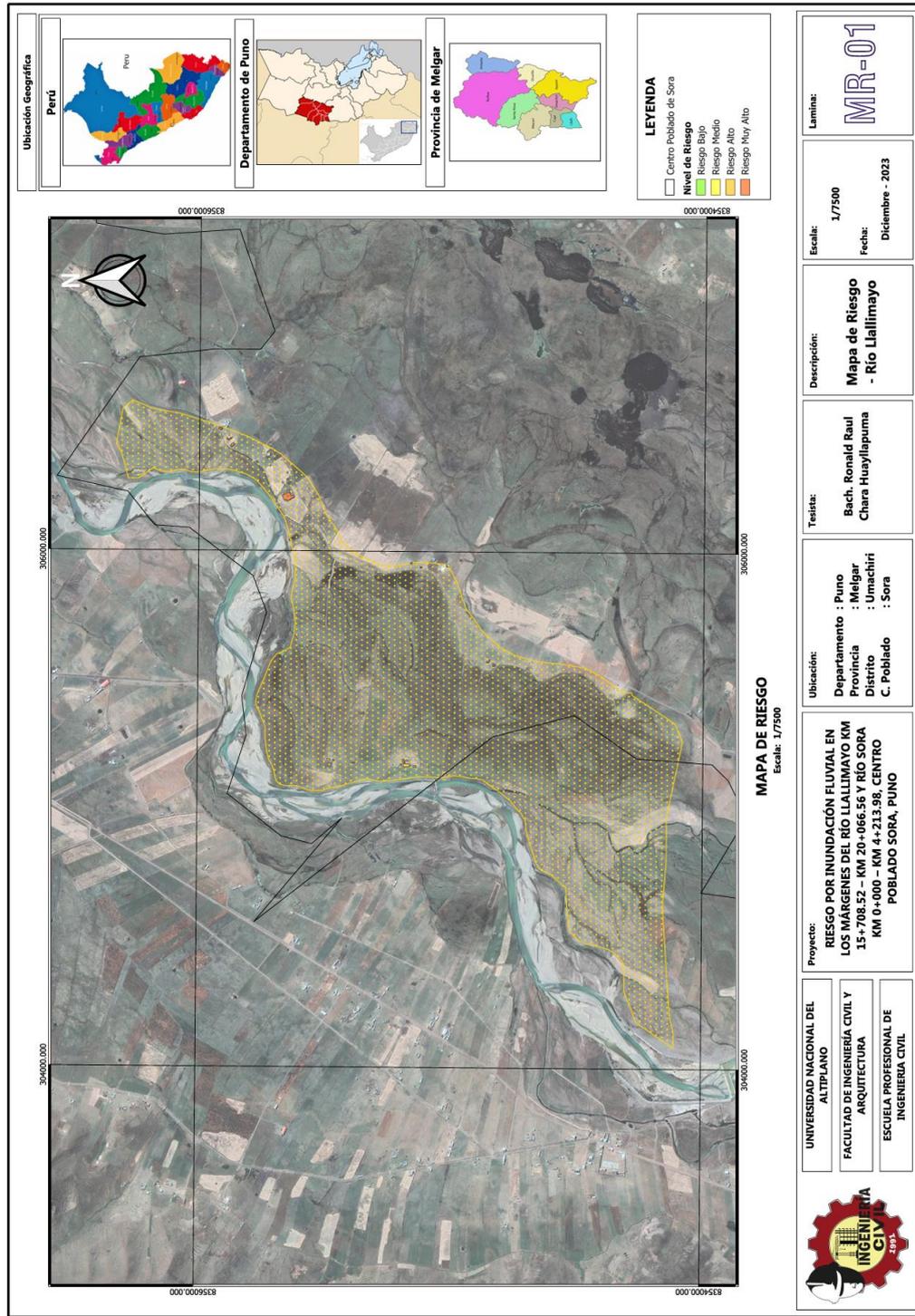
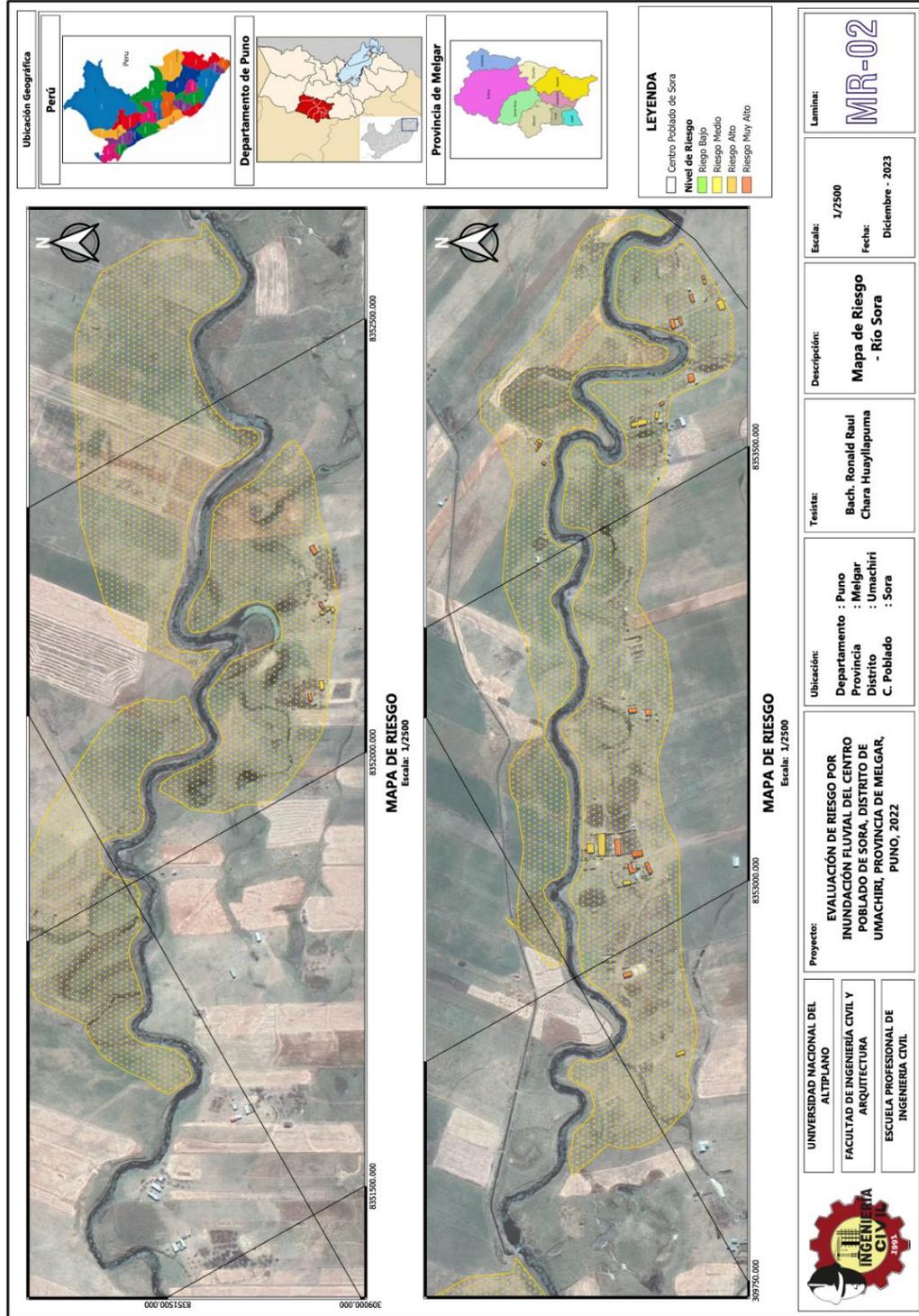


Figura 40

Mapa de riesgo - río Sora

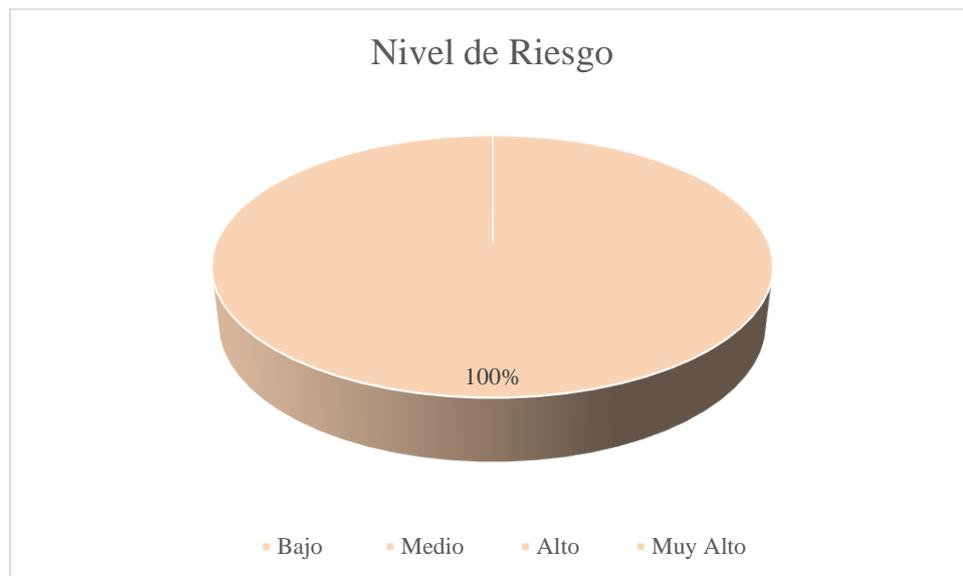


- Análisis

En la figuras 40 y 41 se visualiza que las viviendas en su totalidad se encuentran en un nivel de riesgo alto, producto del procesamiento de los resultados del mapa de peligro y el mapa de vulnerabilidad, donde para el peligro se adoptó los periodos de retorno de 5; 25; 50; 100 y 200 años, el cual indica la franja de área de inundación, haciendo ahínco en el periodo de retorno de 100 años, además de caracterizar el nivel de vulnerabilidad de la población y procesando el nivel de riesgo de la población, el cual resulta que la población se encuentra en un nivel de riesgo muy alto en su totalidad.

Figura 41

Porcentaje de nivel de riesgo



4.4. MEDIDAS ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES

Para la reducción o mitigación del riesgo se proponen y/o adoptan medidas estructurales, estas con el fin de reducir los costos de pérdidas así como la susceptibilidad de los elementos expuestos como: la población, viviendas y los cultivos.

4.4.1. Medidas estructurales

Según el mapa de riesgo, se propone como medida estructural una defensa ribereña del tipo enrocado, el mismo que va ser útil para la contención y el encauzamiento del río, para no afectar los terrenos colindantes y la población adyacente a los ríos Llallimayo y Sora. Se recomienda una defensa para el margen derecho del río Llallimayo con una distancia de 3,950 metros y para el río Sora en el margen derecho e izquierdo un total de 5,500 metros.

El enrocado fue diseñado contemplando las alturas de inundación obtenidas del software HEC-RAS y la socavación producida por dicho caudal, considerando un periodo de retorno de 100 años, de acuerdo del Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transportes.

Figura 42

Enrocado - río Llallimayo

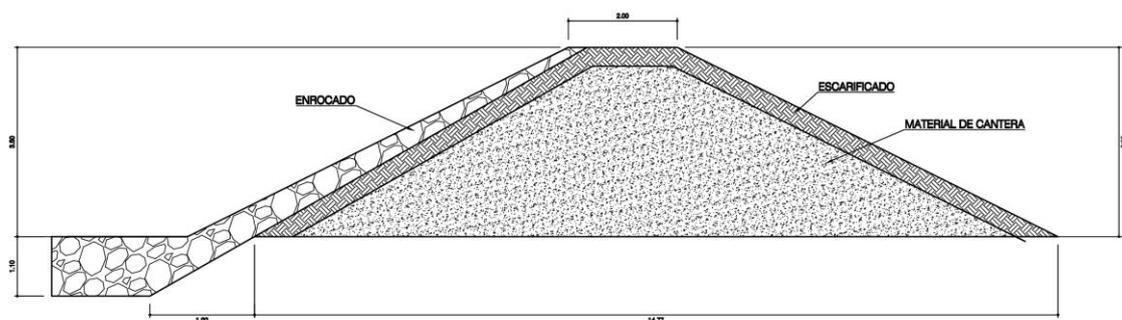
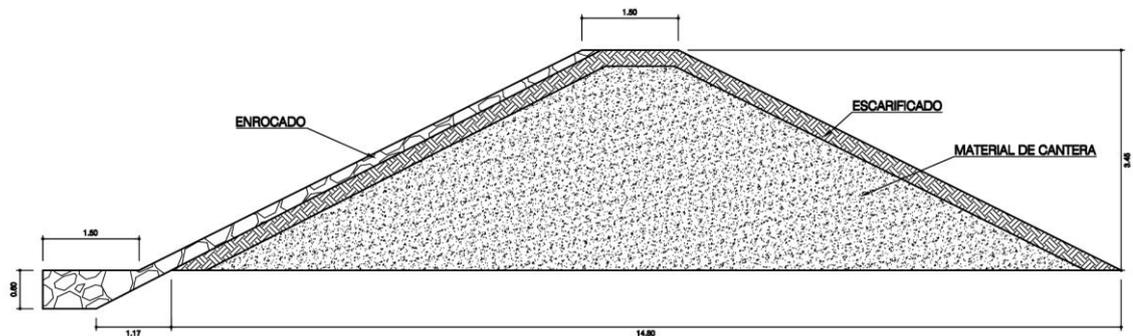


Figura 43

Enrocado - río Sora



Asi mismo se obtuvo un presupuesto en caso se implemente el proyecto en la zona de estudio, el cual se estima en S/. 6,575,363.87.

Figura 44

Resumen de presupuesto

Costo Directo		4,772,263.72
Gastos Generales	6.37%	303,966.26
Utilidad	5%	238,613.19
Sub Total		5,314,843.17
I.G.V.	18%	956,671.77
Total Presupuesto		6,271,514.94
Gastos de Supervisión	2.79%	175,055.66
Elaboración de Expediente Técnico	2.05%	128,793.27
Total de Proyecto		6,575,363.87

Nota: Elaborado en el software Delphin Express V.2024

4.4.2. Medidas no estructurales

Se propone medidas no estructurales como: Implementación de un plan de gestión de riesgos de desastre, el cual debe estar implementada por la Municipalidad Distrital de Umachiri, se propone realizar capacitaciones en primeros auxilios, evacuaciones y respuesta frente al riesgo, se propone

implementar comités de emergencia en caso de inundaciones liderado por personal de la municipalidad.

4.5. CÁLCULO DE POSIBLES PÉRDIDAS

Para el cálculo de posibles pérdidas se toma en cuenta el área afectada ante una eventual inundación, la misma que se obtiene de las simulaciones de inundación y el mapa de peligro.

Para el cálculo de las áreas afectadas de construcción se recopila del software QGIS procesando el área de las viviendas evaluadas en el apartado de vulnerabilidad a la vez se hace referencia a la Resolución Ministerial N°469-2023-Vivienda, donde se obtiene costos referenciales de acuerdo con el material construido de una edificación.

Tabla 144

Cálculo de posibles pérdidas de las construcciones vulnerables

	Area afectada (m2)	Costo por m2	Costo Total
Muros de Adobe	6,137.34	275.7	1,692,063.26
Coberturas de Calamina	6,137.34	38.88	238,619.58
			1,930,682.84

Nota: Costos adaptados del apartado de Cuadro de Valores Unitarios Oficiales de Edificación para la Sierra de la Resolución Ministerial N°469-2023 y de las áreas calculadas de las viviendas evaluadas en el apartado de vulnerabilidad.

Se hace una estimación de pérdidas de los cultivos de forraje que se podrían perder y las consecuencias que esto afectaría en la producción de lácteos en la zona, cuyo cálculo se muestra en la tabla 146, las áreas se estiman en relación a las áreas inundables calculadas en el software QGIS, el costo por cultivo se hace en referencia a los costos actuales constatados por la población y los kilogramos cultivados por hectárea de 150 kg/ha a un costo de 9 soles por kilogramo.

Tabla 145*Pérdidas por cultivos*

Nombre	Area Afectada (m2)	Costo de cultivo por m2	Costo de pérdida por Cultivo
Río Llallimayo	1,551,206.79	0.135	209,412.92
Río Sora	60,302.86	0.135	8,140.89
Río Sora	57,915.50	0.135	7,818.59
Río Sora	79,184.01	0.135	10,689.84
Río Sora	123,446.03	0.135	16,665.21
Río Sora	63,729.17	0.135	8,603.44
Costo Total			261,330.89

Nota: Costos recabados por fuente primaria en la inspección a campo y áreas de cultivo calculadas de las áreas inundables en el software QGIS.

Además la pérdida de los cultivos indica la nula producción de forraje, el cual según INIA (2014) estima con un promedio de producción de 4kg de producción de forraje por m2.

Tabla 146*Pérdida de forraje producido*

Area Afectada (m2)	Producción de forraje (Kg)	Costo de pérdida de producción
1,551,206.79	6,204,827.15	2,326,810.18
60,302.86	241,211.46	90,454.30
57,915.50	231,661.98	86,873.24
79,184.01	316,736.02	118,776.01
123,446.03	493,784.12	185,169.05
63,729.17	254,916.69	95,593.76
Costo Total		2,903,676.54

Nota: Producción adoptada del manual de Técnicas de Conservación de Forrajes para la Alimentación Animal del Instituto Nacional de Innovación Agraria.

Así mismo se pierde la producción de lácteos de la zona ganadera, de acuerdo con el Programa Nacional de Innovación Agraria (2019) estimando una producción de 11.06 litros por cabeza de ganado, el cual coincide relativamente con la información de los

pobladores que producen de 12 a 15 litros en épocas de lluvia, en la tabla 147 se indica el monto total anual de producción.

Tabla 147

Pérdidas de producción de productos lácteos

Cantidad	Litros producidos	Monto total
1000	15	3,226,600.00

Nota: Datos adoptados de la nota informativa del Programa Nacional de Innovación Agraria y de la estimación de la cantidad de ganados en la zona afectada.

4.6. CÁLCULO DE ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

Se realizó una estimación del costo beneficio para poder determinar si el proyecto es sustentable a futuro, para lo cual se toman datos del costo total de la propuesta de medida estructural, ingresos que se podrán tener año a año y los egresos o costos de cultivos.

Tabla 148

Datos de inversión, ingresos y egresos

Año	Inversión	Ingresos	Egresos
1	6,591,248.85	3,226,600.00	261,330.89
2		3,226,600.00	261,330.89
3		3,226,600.00	261,330.89
4		3,226,600.00	261,330.89
5		3,226,600.00	261,330.89
6		3,226,600.00	261,330.89
7		3,226,600.00	261,330.89
8		3,226,600.00	261,330.89
9		3,226,600.00	261,330.89
10		3,226,600.00	261,330.89

Nota: Datos adoptados de los cálculos realizados en el apartado 4.5

Tabla 149

Cálculo de la relación costo-beneficio

<i>Datos</i>	<i>Monto</i>
VNA Ingresos	S/ 19,826,060.22
VNA Egresos	S/ 1,605,765.19
VNA (egresos costo de la propuesta)	S/ 8,197,014.04
<i>Análisis costo-beneficio</i>	2.42

De la tabla 149 se puede inferir que el resultado del análisis de costo beneficio es mayor a 1, el cual nos indica que el proyecto es sustentable a lo largo del tiempo.

4.7. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de la investigación: “Riesgo por inundación fluvial en los márgenes del río Llallimayo KM 15+708.52 – KM 20+066.56 y río Sora KM 0+000 – KM 4+213.98, Centro Poblado Sora, Puno” se obtuvo en la figura 51 y 52, donde se dealla que el nivel de riesgo es alto y muy alto en los márgenes del río Llallimayo y Sora del centro poblado Sora

En tal sentido Estrada (2020) en su investigación concluye que es muy importante la planificación ante eventos probables de inundación, proponiendo dejar libre los espacios cercanos a las riberas del río para evitar los daños que estos podrían ocasionar, el mismo que se asemeja con nuestra investigación ya que se proponen medidas estructurales y no estructurales para reducir el riesgo ante una inundación, dado que nosotros recomendamos un dique.

Asimismo Londoño (2021) infiere en su investigación concluye que los daños ocasionados ante una eventual inundación afectan mas a la viviendas de tapial y los estratos socioeconómicos bajos contemplan unas pérdidas de \$267.0000 al año por evento de inundación y estos pueden superarse dependiendo de la intensidad de la inundación,



esta investigación se asemeja a la nuestra ya que se podrían generar pérdidas como de S/. 1,930,682.84, de las cuales como se indica en la investigación entre las viviendas más susceptibles están las viviendas de tapial y adobe, por lo cual es necesario implementar medidas para la reducción del riesgo.

Valdivia (2023), concluye en su investigación que la gestión del riesgo de desastre influye en la reducción del nivel riesgo, ya sean medidas de intervención de tipo estructural o no estructural, como en el caso del autor que propone la descolmatación y reconformación de la sección del cauce reduciría en un 65% las áreas de inundación y la defensa ribereña podría reducir hasta en un 96% las áreas de inundación. También Loyola Morales (2019) determinó que el nivel de riesgo que se presenta está dentro del rango de 51% al 75%, y propone medidas estructurales y no estructurales como la construcción de una defensa ribereña mediante un estudio definitivo reafirmando, reafirmando la propuesta que se hace en nuestra investigación la cual es de implementar una medida estructural como diques para encauzar el río y reducir el nivel de riesgo.

A la vez Mamani (2023) determina que el nivel de riesgo de la población en el tramo de estudio, encontrando que el 32.45% de viviendas tienen un nivel de riesgo bajo, 26.21% nivel medio, 31.90% tienen un nivel de alto y un 9.43% un nivel de riesgo muy alto, para lo cual recomienda la construcción de un muro de contención en 3312.5 metros de concreto ciclópeo y 970 metros de enrocado, con un presupuesto de S/. 8,325,568.82, el mismo que se asemeja a nuestra investigación ya que para reducir el riesgo de inundación en nuestra investigación planteamos una medida estructural del tipo enrocado para reducir el riesgo, presupuestado en un monto de S/. 6575363.87.



V. CONCLUSIONES

En la investigación se pudo determinar que el nivel de riesgo por inundación fluvial en los márgenes del río Llallimayo KM 15+708.52 – KM 20+066.56 y río Sora KM 0+000 – KM 4+213.98 del centro poblado Sora se encuentra en un nivel muy alto el 100% de las viviendas evaluadas, de la tabla 143 se caracteriza como nivel de riesgo muy alto cuyas características son: Zonas que presentan inundación con un caudal igual a un periodo de retorno de 100 a 200 años, donde acontecen precipitaciones extremadamente lluviosas con una precipitación mayor a 34.3 mm. El terreno cuenta con una pendiente suave o llana menor a 36%, ubicada en una terraza aluvial con meandros o en un abanico piedemonte y en una formación geológica de depósito aluvial o fluvial. En este nivel se encuentra la población que vive mayor a 9 personas por vivienda, con un grupo etario o población mayoritaria entre las edades de 0 a 5 años y mayor a 65 años, cuya población no tiene acceso a agua, no tiene acceso a una red o sistema de evacuación de excretas, la población no está capacitada en gestión de riesgo de desastres, cuya dedicación es la agricultura y ganadería, el material predominante de la vivienda es la madera, la antigüedad de la vivienda es de 40 a 50 años, el número de niveles de la vivienda es de 4 niveles a más, la construcción de la vivienda fue autoconstruida por los dueños de la vivienda. La población está cercana a una distancia menor a 25 metros de los residuos sólidos, desecha los residuos sólidos en fuentes de agua, no tiene un manejo de residuos sólidos.

En la investigación se evidenció que el peligro en los márgenes del río Sora y Llallimayo es muy alto, de acuerdo con los factores de evaluación como el periodo de retorno, hallados en base a la data proporcionada por el SENAMHI, obteniendo para el río Llallimayo, que para el periodo de retorno de 5 años es 1593.6 m³/s, 25 años es 1812.1



m^3/s , 50 años es 1992.1 m^3/s , 100 años es 2184.5 m^3/s y 200 años es 2390.8 m^3/s . En el río Sora el periodo de retorno para 5 años es 185.9 m^3/s , 25 años es 215.6 m^3/s , 50 años es 240.2 m^3/s , 100 años es 266.7 m^3/s y 200 años es 295.3 m^3/s .

Se determinó que la vulnerabilidad de la población que radica en las proximidades de los ríos en cuestión presentan una vulnerabilidad muy alta y alta, concluyendo que el 97.70% de las viviendas se encuentra en un nivel de vulnerabilidad muy alta y el 2.30% se encuentra en un nivel de vulnerabilidad alta, producto de las características evaluadas dentro de las dimensiones: social, económica y ambiental, considerando los elementos como exposición, fragilidad y resiliencia que tienen las características de la población, cabe precisar que la población se encuentra expuesta a pérdidas económicas, ya que la mayoría de la población se dedica a la agricultura y ganadería como su principal fuente de ingreso y a la vez la mayoría de la población presenta viviendas de adobe las cuales ante una eventual inundación presentan una mayor susceptibilidad a un colapso de las estructuras.

Respecto a las medidas de mitigación y de acuerdo con los resultados de peligro, vulnerabilidad y riesgo se propone como medida estructural una defensa ribereña del tipo enrocado para el margen derecho del río Llallimayo con una distancia de 3,950 metros y para el río Sora en el margen derecho e izquierdo un total de 5,500 metros, el cual tiene un valor referencial de S/. 6,575,363.87 como se aprecia en la figura 45, como medidas no estructurales se recomienda la implementación de un plan de gestión de riesgos de desastre, el cual debe estar implementada por la Municipalidad Distrital de Umachiri, se propone realizar capacitaciones en primeros auxilios, evacuaciones y respuesta frente al riesgo de inundaciones.



Se concluye que un proyecto de inversión pública es viable para la zona de estudio, ya que realizando el análisis de costo beneficio resultó una relación de costo-beneficio de 2.42 como se muestra en la tabla 149, el cual indica que el proyecto es sostenible y viable para su financiamiento.



VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar más investigaciones acerca de evaluación de riesgos por desastres naturales, ya que en los últimos años se van agudizando cada vez más los problemas por el cambio climático, ocasionando pérdidas materiales y hasta vidas humanas, por lo cual nace la importancia de investigaciones como esta, para identificar el nivel de riesgo y proponer medidas para mitigar o reducir el riesgo latente de las diferentes poblaciones frente a los diversos peligros o fenómenos naturales.

Se recomienda que los gobiernos locales, regionales y nacional den más énfasis en los estudios de evaluación de riesgos, para determinar el nivel de riesgo y tomar medidas preventivas en caso de peligros naturales en las zonas susceptibles o con antecedentes de ser susceptible ante algún peligro. A la vez se recomienda implementar en todas las entidades un plan gestión de riesgos de desastres naturales.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcántara Boñon, G. H. (2010). Geomorfología.
- Armas Carrillo, M. (2023, June 10). Fenómenos Hidrometeorológicos. Sociedad y Globalización.
- Bermudez Irreño, C. A., & Quiñones Aguilar, E. D. (2018). Aplicación Práctica del Proceso de Análisis Jerárquico (AHP), para la Toma de Decisiones. Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de La Información, 5(9), 91–100.
<https://doi.org/10.21017/rimci.2018.v5.n9.a43>
- Centro de Operaciones de Emergencia Nacional. (2018). REPORTE COMPLEMENTARIO N° 208-07/03/2018 / COEN-INDECI /23:50 HORAS (Reporte N° 01).
- Centro Nacional de Estimación Prevención y Reducción de Riesgos de Desastres. (2013). Manual Para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales.
- Centro Nacional de Estimación Prevención y Reducción del Riesgo. (2014). Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales 02 Version (01 ed.).
- Centro Nacional de Estimación Prevención y Reducción del Riesgo de Desastre. (2014). Manual Para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales (02 ed.).
- Centro Nacional de Estimación Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. (2014). Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Inundaciones Fluviales.
- Choque Cahui, B. H. (2023). Determinación de Niveles de Riesgo Generados por Inundaciones Fluviales, Mediante Modelamiento Hidráulico Bidimensional de los Ríos Karimayo y Calachaca, Distrito de Chupa - Puno.



- Colegio de Geógrafos del Perú. (2017, February 7). Los Peligros Hidrometeorológicos y su Afectación en el Perú. <https://cgp.org.pe/web/los-peligros-hidrometeorologicos-y-su-afectacion-en-el-peru/>
- Comunidad Andina. (2018). GLOSARIO DE TÉRMINOS Y CONCEPTOS DE LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES PARA LOS PAÍSES MIEMBROS DE LA COMUNIDAD ANDINA (Secretaría General de la Comunidad Andina, Ed.; Primera).
- Contreras Delgado, W. A. (2023). Gestión de Riesgo de Inundación por la Quebrada Cujaca en la Localidad de Cuyca, Distrito de Choros - Cutervo - Cajamarca, 2019. Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería.
- Cuba Huaman, M. A., & Santos Huaman, E. (2021). Evaluación de Riesgos por Inundación Fluvial en los Márgenes del Río Pichari en la Provincia La Convención - Cusco, 2020.
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/60490/Cuba_HMA-Santos_HE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cutipa Quispe, Y. (2023). “Evaluación del Nivel de Riesgo por Inundación Mediante Sistemas de Información Geográfica en la Zona Urbana del Distrito de San Pedro de Putina Punco, Provincia de Sandía - Puno.”
- Díaz Ramírez, A. G., & Ibarra Jaime, A. C. (2020). Estudio de Inundación del Río Culagá, Sector Puente PR2+500 en la Vía Toledo - Labategá, Departamento Norte de Santander [Universidad Católica de Colombia].
<https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/9f2b263e-353e-4d56-a7c6-73cefbafe8bd/content>
- Díaz Villanueva, J. E., & García Carazas, J. L. (2021). Zonas Afectadas por Inundación en Quebrada para Medir el Nivel de Riesgo de la Población. Universidad Ricardo Palma.
- Estrada Vásquez, E. L. (2020). Evaluación de Riesgo de Inundación Fluvial en la Cuenca Baja del Río Esmeraldas. Universidad Técnica del Norte .
- Fernandez Illescas, C., & Buss, S. (2016). Ocurrencia y Gestión de inundaciones en América Latina y el Caribe-Factores claves y experiencia adquirida.



- García Bonilla, N. A., & Restrepo Albarello, A. C. (2016). La Integración de las Medidas Estructurales y No Estructurales para la Gestión del Riesgo de Desastres por Deslizamiento en COlombia. Universidad Católica de Manizales.
- Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático. (2013). Cambio Climático 2013.
- Guevara Salas, M. del R. (n.d.). Geología.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). Metodología de la Investigación (McGRAW-HILL, Ed.; 4th ed., Vol. 1).
- Holguin Aranda, L., & Guillemes Peira, Á. (2022). Los Modelos de Estimación de Riesgo de Desastres y la Clasificación de sus Niveles de Riesgo. *South Sustainability*, 3, 1–8.
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. (1995). Geología de los Cuadrángulos de Velille, Yauri, Ayaviri y Azángaro . In Boletín N°58 Serie A: Carta Geológica Nacional.
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. (2003). Memoria Descriptiva de la Revisión y Actualización del Cuadrángulo de Ayaviri (30-u).
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. (2019). Evaluación de Peligros Geológicos en el Sector del Cañón de Huasamayo.
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. (2020a). Evaluación de Peligros Geológicos del Sector Anantingua - Shancayani.
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. (2020b). Evaluación de Peligros Geológicos y Geohidrológicos en los Sectores de Malvado y Mandahuaz.
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. (2021). Geología del Cuadrángulo de Juliaca (Hojas 31v1, 31v2, 31v3, 31v4).
- Instituto Nacional de Defensa Civil. (2006). Manual Básico Para La Estimación del Riesgo. www.indeci.gob.pe
- Instituto Nacional de Defensa Civil. (2009). Gestión del Riesgo de Desastre (Primera). www.mesadeconcertacion.org.pe



- Instituto Nacional de Defensa Civil. (2011). Manual de Estimación del Riesgo Ante Inundaciones Fluviales.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). Resultados Definitivos de los Censos Nacionales 2017: Vol. I.
- Instituto Nacional de Innovación Agraria. (2014). Técnicas de Conservación de Forrajes para la Alimentación Animal.
- Londoño Giraldo, J. S. (2021). Evaluación del Riesgo Urbano por Inundaciones del Río Supía.
- Loyola Morales, J. F. (2019). Evaluación del Riesgo por Inundación en la Quebrada del Cuace del Río Grande, Tramo desde el Puente Candopata hasta el Puente Cumbicus de la Ciudad de Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión - La Libertad.
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/31347/loyola_mj.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Lugo Valdiviano, O. (2024). Medidas estructurales y no estructurales.
- Macneil, C. (2024). Desmitificación del Análisis de Costo-Beneficio: 5 pasos para Tomar Mejores Decisiones. Planificación de Proyectos.
- Mamani Puno, R. E. (2023). Evaluación del Riesgo y Medidas de Mitigación para Eventos de Inundación del Río Inambari Tramo Puente Apabuco hasta la Quebrada Huayllabamba del Distrito de Sandia, 2023.
- McDermott, T. K. J. (2022). Global exposure to flood risk and poverty. In Nature Communications. Nature Research. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-30725-6>
- Medina Allca, L. (2018). Evaluación de Peligro por Inundación Fluvial y Erosión Fluvial de la Localidad de Islandia.
- Navas Fernández, S. (2017). Evaluación y Análisis del Riesgo de Inundación del río Besaya a su paso por Los Corrales de Buelna, Cantabria. Universidad de Cantabria.
- Organización de los Estados Americanos. (n.d.). ¿Qué son las amenazas naturales?



- Ortega Aguaza, B. (2012). Análisis Coste-Beneficio. *EXtoikos*, 147–149.
- Osorio Gómez, J. C. (2008). El Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) y la Toma de Decisiones Multicriterio. *Scientia et Technica Año XIV*, 39, 247–252.
- Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. (2014). Metodologías para la Determinación de Riesgos de Desastres a Nivel Territorial.
- Programa Nacional de Innovación Agraria. (2019, April 19). Asociaciones de productores de puno presentan Resultados de sus proyectos cofinanciados por el INIA.
- Rentschler, J., Salhab, M., & Jafino, B. A. (2022). Flood exposure and poverty in 188 countries. *Nature Communications*. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-30727-4>
- Roque Tapia, G. M. (2022). Riesgo de Inundaciones Fluviales por Máximas Avenidas en la Cuenca Baja del Río Lurín. Universidad Nacional Federico Villareal.
- Sistema Nacional de Información Ambiental. (2021). Eventos Extremos y Desastres. In Informe del Estado del Medio Ambiente.
- United Nations. (2023, March 31). Inundaciones Fluviales. Aplicación de Datos Del Mes.
- United Nations International Strategy for Disaster Reduction. (2009). Terminology on Disaster Risk Reduction.
- Valdivia Guevara, J. G. (2023). Gestión de Riesgo de Inundación de la Quebrada Amojú en el Sector Parral de la Ciudad de Jaén, 2018.
- Valverde Figueroa, J. J. (2020). “Análisis de Riesgo de Inundación en Prevención de Desbordes del Río Pócoto en el Distrito de San Vicente de Cañete - 2018.”
- Yapes Piqueras, V. (2022, June 15). Cálculo de la Consistencia y el Vector Propio en AHP. <https://victoryepes.blogs.upv.es/2022/02/15/calculo-de-la-consistencia-y-el-vector-propio-en-ahp/>
- Zúñiga Ramos, J. A. (2020). Evaluación de Riesgo por Inundación Fluvial de la Ciudad de Huancavelica, Perú. Universidad Nacional San Cristobal de Huamanga.



ANEXOS

ANEXO 1: Solicitud de datos meteorológicos a SENAMHI

ANEXO 2: Precipitación máxima en 24 horas proporcionada por el SENAMHI

ANEXO 3: Solicitudes presentadas a la municipalidad del Centro Poblado Sora

ANEXO 4: Ficha para levantamiento de datos de vulnerabilidad

ANEXO 5: Procesamiento de fichas

ANEXO 6: Estudio hidrológico

ANEXO 7: Mapa de ubicación

ANEXO 8: Mapa de geología

ANEXO 9: Mapa de geomorfología

ANEXO 10: Mapa de pendientes

ANEXO 11: Mapas de peligro

ANEXO 12: Mapas de vulnerabilidad

ANEXO 13: Mapas de riesgo

ANEXO 14: Planos topográficos

ANEXO 15: Calculo de socavación y borde libre

ANEXO 16: Cálculo estructural de dique

ANEXO 17: Plano de medida estructural



ANEXO 18: Presupuesto de medida estructural

ANEXO 19: Análisis de gastos generales, supervisión y expediente técnico

ANEXO 20: Análisis de costos unitarios



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Rosaldo Raul Chara Huaymapuma,
identificado con DNI 70391007 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Civil,

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

" Riesgo por Inundación Fluvial en los Márgenes del río Lallimayo
KM 15+708.52 - KM 20+066.56 y río Sora KM 0+000 - KM 4+213.98
Centro Poblado Sora, Puno "

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 01 de Agosto del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Ronald Paul Chara Huayllapuma,
identificado con DNI 70391007 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Civil,
informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

"Riesgo por Inundación Fluvial en los Márgenes del río Lallimayo KM 15+708.52
- KM 20+066.56 y río Sora KM 0+000 - KM 4+213.98, Centro Poblado
Sora, Puno"

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 01 de Agosto del 2024


FIRMA (obligatoria)



Huella