

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y
METALÚRGICA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



TESIS

**EVALUACIÓN DE RIESGO POR INUNDACIÓN FLUVIAL
PARA LA ADECUADA EXPANSIÓN URBANA DEL CENTRO
POBLADO DE CHAMCAMAYO, DISTRITO QUELLOUNO,
PROVINCIA LA CONVENCION – CUSCO- 2025**

PRESENTADO POR:

Br. CLEYDY MORALES SEGOVIA

Br. ROGER DANIEL INCA

MAQUERHUA

**PARA OPTAR AL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO
GEÓLOGO**

ASESOR:

Dra. JOSEFINA ESCALANTE

GUTIERREZ

CUSCO – PERÚ

2025

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: "Evaluación de riesgo por inundación anual para la adecuada expansión urbana del centro poblado de Chamcomayo, distrito Quellouno, provincia La Convención, Cusco - 2025"

Presentado por: Cleydy Morales Segura DNI N° 17930550

presentado por: Roger Daniel Inca Maguierhua DNI N° 74299512

Para optar el título profesional/grado académico de Ingeniero Geólogo

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 100%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	(X)
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto las primeras páginas del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 31 de Julio de 2025



Firma

Post firma Da: Josefina Escalante Gutiérrez

Nro. de DNI 2380 9533

ORCID del Asesor 0000-0001-9359-0481

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: 27259:477728046

Inca, R.-Morales, C.

Evaluación de Riesgo por inundación fluvial para la adecuada expansión urbana



Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:477728046

Fecha de entrega

31 jul 2025, 9:16 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

31 jul 2025, 9:24 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

Tesis Cleydi-Roger(1).pdf

Tamaño de archivo

9.5 MB

216 Páginas

41.825 Palabras

237.925 Caracteres

10% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Coincidencias menores (menos de 12 palabras)
- Fuentes de Internet
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 0%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 10%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

A mi madre, Florencia Segovia Puma y mis hermanos por cada sacrificio silencioso y cada palabra de aliento que construyeron mi camino. Su amor es el verdadero motor de este logro.

A Dios, por la fortaleza y la sabiduría concedida en cada etapa. Su guía ha sido la luz que iluminó este sendero junto a mi niño Compadrito.

A los ingenieros de la escuela profesional de Ingeniería Geológica quienes, con su sabiduría y paciencia, sembraron en mí la pasión por el conocimiento. Gracias por ser el faro que guio mis pasos.

A mis amigos, por su infinita paciencia, su apoyo incondicional y por recordarme siempre la alegría de este viaje. Este triunfo es también suyo.

A la versión de mí que nunca se rindió, a las noches de desvelo y a la fe inquebrantable en el camino. Un recordatorio de que la perseverancia transforma los sueños en realidad.

A la vida, por las lecciones y los desafíos que forjaron mi carácter. A cada persona que cruzó mi camino, dejando una huella imborrable.

Con eterna gratitud y profundo respeto,

CLEYDY MORALES SEGOVIA

A quienes han sido el cimiento inquebrantable de mi camino:

A mi Padre Gregorio y a mi Madre Tomasa, quienes siempre confiaron en mí y cuyos brazos siempre fueron mi refugio y cuyos consejos, mi brújula en los momentos complejos, y su amor incondicional fue el motor que alimentó mi perseverancia.

A mis queridos hermanos Yarut y Ricardo, compañeros de vida y testigos silenciosos de cada esfuerzo. Su apoyo fraterno, su complicidad en los días difíciles y su aliento constante fueron pilares fundamentales en esta travesía.

Con eterna gratitud y profundo respeto,

ROGER DANIEL INCA MAQUEHRUA

RESUMEN

El objetivo principal de esta tesis es evaluar el riesgo geológico por inundación fluvial en el centro poblado de Chamcamayo para proponer un área de expansión urbana adecuada, dado que las planicies de esta zona son afectadas por las crecidas del río Chamcamayo.

La investigación se llevó a cabo con una metodología aplicada para resolver problemas prácticos, generando nuevo conocimiento sobre la zona. Se estudiaron los 169 lotes, según el catastro urbano, y se realizaron encuestas en cada lote, además de levantar información en campo.

Para evaluar el peligro de inundación fluvial, se utilizó la metodología de CENEPRED, procesada con la matriz de SATY y verificada con el modelamiento HEC-RAS. Los resultados mostraron que las áreas con mayor peligro de inundación son las planicies próximas a las márgenes del río Chamcamayo. Las clasificaciones de peligro fueron: 26.24 Ha en nivel Muy Alto, 13.7 Ha en Alto, 35.42 Ha en Medio y 218.85 Ha en Bajo.

Se evaluó la vulnerabilidad a través de encuestas, identificando 4 lotes con vulnerabilidad Muy Alta, 59 con Alta y 106 con Media. Al ponderar el peligro y la vulnerabilidad, se determinó el nivel de riesgo por lote: 14 lotes con riesgo Muy Alto, 50 con Alto y 105 con Medio.

Se concluye que el río Chamcamayo requiere la implementación de medidas estructurales a lo largo de su cauce, mientras que el centro poblado necesita medidas no estructurales para fomentar la resiliencia y mejorar la gestión de riesgos. Este análisis servirá para una futura expansión poblacional.

Palabras clave. Inundación, peligro, vulnerabilidad, Riesgo.

ABSTRACT

The main objective of this thesis is to evaluate the geological risk of fluvial flooding in the populated center of Chamcamayo to propose a suitable urban expansion area, given that the plains of this area are affected by the rising waters of the Chamcamayo River.

The research was carried out using an applied methodology to solve practical problems, generating new knowledge about the area. The study focused on the 169 lots of the populated center, according to the urban cadastre, and surveys were conducted on each lot, in addition to collecting information in the field.

To evaluate the danger of fluvial flooding, the CENEPRED methodology was used, processed with the SATY matrix and verified with HEC-RAS modeling. The results showed that the areas with the highest danger of flooding are the plains close to the riverbanks. The danger classifications were: 26.24 Ha at a Very High level, 13.7 Ha at High, 35.42 Ha at Medium, and 218.85 Ha at Low.

Vulnerability was evaluated through surveys, identifying 4 lots with Very High vulnerability, 59 with High, and 106 with Medium. By weighing the danger and vulnerability, the risk level per lot was determined: 14 lots with Very High risk, 50 with High, and 105 with Medium.

It is concluded that the Chamcamayo River requires the implementation of structural measures along its course, while the populated center needs non-structural measures to foster resilience and improve risk management. This analysis will be useful for future population expansion.

Keywords: Flood, Hazard, Vulnerability, Risk.

INDICE GENERAL

1.	CAPÍTULO I	15
	GENERALIDADES	15
1.1.	UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	15
1.2.	ACCESIBILIDAD Y VÍAS DE COMUNICACIÓN.....	19
1.3.	JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION	21
1.4.	PLANTEAMIENTO Y FORMULACION DEL PROBLEMA	22
1.4.1.	DESCRIPCION DEL PROBLEMA.....	22
1.4.2.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	23
1.4.2.1.	PROBLEMA GENERAL.....	23
1.4.2.2.	PROBLEMAS ESPECÍFICOS	24
1.5.	OBJETIVOS.....	25
1.5.1.	OBJETIVO GENERAL	25
1.5.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
1.6.	HIPOTESIS	25
1.6.1.	HIPÓTESIS GENERAL.....	25
1.6.2.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	26
1.7.	VARIABLES.....	26

1.8.	MARCO METODOLÓGICO	28
1.8.1.	ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	28
1.8.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	28
1.8.3.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	29
1.9.	METODO DE INVESTIGACION.....	29
1.9.1.	ETAPAS DE LA INVESTIGACION	29
1.10.	EQUIPOS, MATERIALES Y SOFTWARE.....	30
1.11.	MARCO REFERENCIAL - COCEPTUAL.....	32
1.11.1.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	32
1.11.1.1.	<i>Antecedente Internacionales</i>	32
1.11.1.2.	<i>Antecedente Nacional</i>	33
1.11.1.3.	<i>Antecedentes Regionales</i>	36
1.11.1.4.	<i>Antecedentes locales</i>	37
1.12.	BASES TEÓRICAS	38
1.13.	MARCO CONCEPTUAL	42
1.13.1.	<i>Inundación fluvial</i>	42
1.13.2.	<i>Identificación y evaluación de peligros</i>	43
1.13.3.	<i>Los peligros generados por fenómenos de origen natural</i>	43

1.13.4. Peligros Hidrometeorológicos.....	44
1.13.5. Inundaciones	44
1.13.6. Estimación de Riesgo	44
1.13.7. Geodinámica externa	44
1.13.8. Peligro	44
1.13.9. Geología	45
1.13.10. Litología	45
1.13.11. Litoestratigrafía.....	45
1.13.12. Geomorfología	45
1.13.13. Pendiente.....	46
1.13.14. Hidrología	46
1.13.15. Hidrografía.....	46
1.13.16. Caudal.....	46
1.13.17. Altura del nivel de agua de inundación	47
1.13.18. Fajas marginales:.....	47
1.13.19. Hidrogeología	47
1.13.20. Precipitación	48
1.13.21. Intensidad.....	48

1.13.22.	<i>Duración</i>	48
1.13.23.	<i>Frecuencia</i>	48
1.13.24.	<i>Humedad</i>	48
1.13.25.	<i>Angulo de fricción interna</i>	49
1.13.26.	<i>Cohesión</i>	49
1.13.27.	<i>Análisis de Vulnerabilidad:</i>	49
1.13.28.	<i>Dimensión social</i>	49
1.13.29.	<i>Dimensión económica</i>	50
1.13.30.	<i>Dimensión ambiental</i>	51
1.13.31.	<i>Exposición:</i>	51
1.13.32.	<i>Fragilidad:</i>	52
1.13.33.	<i>Resiliencia:</i>	52
1.13.34.	<i>La Expansión Urbana:</i>	52
1.13.35.	<i>Planificación Urbana:</i>	54
2.	CAPITULO II	55
	GEOMORFOLOGIA.....	55
2.1.	PENDIENTES	55
2.2.	GEOMORFOLOGÍA LOCAL	60

2.2.1. Unidades Geomorfológicas Locales.....	60
A. Terrazas bajas	61
B. Terrazas medias.....	62
C. Terrazas altas	63
D. Quebrada.....	64
E. Laderas.....	65
F. Lomada.....	66
G. Colinas	66
3. CAPITULO III.....	68
GEOLOGIA.....	68
3.1. GEOLOGIA REGIONAL	68
3.2. GEOLOGIA LOCAL A NIVEL DEL DISTRITO	69
3.3. GEOLOGIA LOCAL A NIVEL DEL AREA DE ESTUDIO DEL CENTRO POBLADO DE CHAMCAMAYO	81
4. CAPITULO IV.....	92
HIDROLOGIA	92
4.1. PRECIPITACIÓN PLUVIAL	92
4.1.1. Precipitaciones máximas estación Quebrada Onda.....	92

4.1.2.	<i>Precipitaciones máximas para la estación Quillabamba</i>	94
4.1.3.	<i>Análisis de consistencia de los registros pluviométricos – Estación Quillabamba</i>	97
4.1.4.	<i>Periodo de retorno</i>	101
5.	CAPITULO V	109
	DETERMINACION DEL PELIGRO	109
5.1.1.	METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL PELIGRO.....	109
5.1.2.	IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL PELIGRO.....	112
5.1.3.	PELIGRO IDENTIFICADO EN LA ZONA	113
5.1.4.	IDENTIFICACION PROBABLE DEL AMBITO DE INFLUENCIA	114
5.1.5.	PARAMETROS DE EVALUACION	115
5.1.6.	SUSCEPTIBILIDAD DEL TERRITORIO	117
5.1.7.	ANÁLISIS DEL FACTOR DESENCADENANTE	118
5.1.7.1.	<i>PRECIPITACIONES MÁXIMAS ESTACIONES QUILLABAMBA Y QUEBRADA HONDA (YANATILE)</i>	118
5.1.8.	ANÁLISIS DE LOS FACTORES CONDICIONANTES	120
5.1.9.	ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS DEL FACTOR CONDICIONANTE	125
5.1.10.	DEFINICIÓN DE ESCENARIOS	126

5.1.11.	<i>ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE PELIGRO</i>	127
5.2.	<i>APLICACIÓN DEL MODELADO CON HEC-RAS</i>	129
5.2.1.	<i>Geometría del terreno.</i>	129
5.2.2.	<i>Coeficiente de Manning.</i>	130
5.2.3.	<i>Periodo de retorno</i>	131
5.2.4.	<i>Evaluación del Caudal máximo</i>	132
5.2.5.	<i>Secciones del Rio Chamcamayo</i>	133
5.2.6.	<i>Modelamiento hidráulico</i>	134
6.	CAPITULO VI.....	136
	DETERMINACION DEL LA VULNERABILIDAD	136
6.1.	ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD EN LA DIMENSIÓN SOCIAL ...	137
6.2.	EXPOSICIÓN SOCIAL	139
6.3.	FRAGILIDAD SOCIAL.....	140
6.4.	RESILIENCIA SOCIAL.....	142
6.5.	ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD EN LA DIMENSIÓN ECONOMICA	145
6.6.	EXPOSICIÓN ECONÓMICA.....	146
6.7.	FRAGILIDAD ECONÓMICA.....	149

6.8.	RESILIENCIA ECONÓMICA.....	157
6.9.	ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD EN LA DIMENSIÓN AMBIENTAL 163	
6.10.	EXPOSICIÓN AMBIENTAL.....	164
6.11.	FRAGILIDAD AMBIENTAL.....	165
6.12.	RESILIENCIA AMBIENTAL.....	168
6.13.	NIVELES DE VULNERABILIDAD.....	172
6.14.	ESTRATIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD.....	173
7.	CAPITULO VII.....	175
	ESTIMACION DEL RIESGO.....	175
7.1.	METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO.....	175
7.2.	NIVELES DE RIESGO.....	176
7.3.	ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO.....	177
7.4.	MATRIZ DE RIESGO.....	178
7.5.	CÁLCULO DE EFECTOS PROBABLES (DAÑOS Y PERDIDAS).....	180
8.	CAPITULO VII.....	181
	CONDICIONES PARA UNA ADECUADA EXPANSIÓN URBANA EN EL C.P. DE CHAMCAMAYO.....	181

8.1. El Retrato de una Expansión Desbordada	181
8.2. Condiciones para la Transformación Urbana	181
8.3. Marco Normativo y Planificación Vinculante:.....	181
8.4. Gestión del Suelo y Financiamiento Urbano:	182
8.4.1. Condiciones Clave:	182
8.5. Vivienda Social y Asequible:	183
8.6. Sostenibilidad Ambiental y Mitigación de Riesgos:	183
8.7. Participación Ciudadana y Gobernanza Multinivel:	184
8.8. Por lo tanto, un Nuevo Contrato Social Urbano.....	185
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	190

ÍNDICE FIGURAS

FIGURA 1:UBICACIÓN POLÍTICA REGIONAL Y PROVINCIAL DEL PROYECTO	16
FIGURA 2:UBICACIÓN POLÍTICA DISTRITAL Y LOCAL DEL PROYECTO	16
FIGURA 3:MP-01 MAPA DE UBICACIÓN Y LOCALIZACION.....	17
FIGURA 4: CLASIFICACIÓN DE PELIGROS.....	42
FIGURA 5: CLASIFICACIÓN DE PELIGROS ORIGINADOS POR FENÓMENOS NATURALES	43
FIGURA 6:ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL.....	50
FIGURA 7: ANÁLISIS LA DIMENSIÓN ECONÓMICA	50
FIGURA 8: ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL	51
FIGURA 9: ÁMBITOS DE LA PLANIFICACIÓN URBANA.	54
FIGURA 10: MP-02 MAPA DE PENDIENTE	59
FIGURA 11: VISTA DEL FONDO DE VALLE DONDE SE ESTABLECE GEOMORFOLÓGICAMENTE EL C.P. DE CHAMCAMAYO.	60
FIGURA 12:TERRAZA ALUVIAL BAJA UBICADA EN LA MARGEN DERECHA DEL RIO CHAMCAMAYO	61
FIGURA 13: VISTA DE LA TERRAZA MEDIA, UBICADA EN LA MARGEN IZQUIERDA DEL RIO CHAMCAMAYO.....	62
FIGURA 14: VISTA DE LA TERRAZA ALTA, CP. CHAMCAMAYO.	63
FIGURA 15: VISTA DE LA QUEBRADA DE ANTIMAYO.....	64
FIGURA 16: VISTA LADERA EN DIRECCIÓN NORTE DEL CC.PP. DE CHAMCAMAYO	65
FIGURA 17:MP-03 MAPA DE GEOMORFOLÓGICO	67
FIGURA 18: VISTA FRONTAL DE UN AFLORAMIENTO DE LUTITAS BANDEADAS PLEGADAS Y FRACTURADAS, SECTOR DE CHAPO KUVIRIARI (E 749118-N 8618322).....	71
FIGURA 19:VISTA FRONTAL DE UN AFLORAMIENTO DE PIZARRAS INTERCALADAS CON CAPAS DELGADAS DE CUARCITAS SECTOR DE PENETRACIÓN (E 769029-N 8627559).	74
FIGURA 20: VISTA FRONTAL DE UN AFLORAMIENTO DE PIZARRAS Y ARENISCAS CUARZOSAS DE GRANO MEDIO A FINO, SECTOR DE NUEVA LUZ (E 761199 - N 8626386).	74
FIGURA 21: VISTA FRONTAL DE UN AFLORAMIENTO DE PIZARRAS FRACTURADAS CON PRESENCIA DE CAPAS DELGADAS DE LUTITAS LIGERAMENTE OXIDADAS SECTOR DE ALTO PUTUCUSI (E 772095 – N 8605699).	76

FIGURA 22:VISUALIZACIÓN DE UN AFLORAMIENTO DE PIZARRAS CON CAPAS DELGADAS DE LUTITAS, ALTERADAS POR FACTORES DE INTemperismo; TAMBIÉN PRESENTA UNA ALTA OXIDACIÓN EN EL SECTOR DE ALTO IPAYOC, SECTOR DE ALTO IPAYOC (E 774997 –N 8605680).	77
FIGURA 23:VISTA FRONTAL DE UN DIQUE QUE ESTÁ CORTANDO AL AFLORAMIENTO DE PIZARRAS, TAMBIÉN PRESENTAN OXIDACIÓN EN EL SECTOR DE CANELÓN Y BOMBOHUACTANA SECTOR DE CANELÓN Y BOMBOHUACTANA (E 773704 - N 8599517).	78
FIGURA 24: VISTA FRONTAL DE UN AFLORAMIENTO DE ROCA PIZARRA ALTERADA POR INTemperismo (VIENTO, LLUVIA, SOL ETC.) EN EL SECTOR DE COCHAYOC Y COCHAYOC BAJO, SECTOR DE COCHAYOC Y COCHAYOC BAJO (E 756102 - N 8603638).	79
FIGURA 25: AFLORAMIENTO DEL STOCK DE QUELLOUNO, QUE CORRESPONDE A UNA MONZODIORITA (E 763567 – N 8602320).	80
FIGURA 26: COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DEL DISTRITO DE QUELLOUNO	81
FIGURA 27:COLUMNA ESTRATIGRÁFICA GENERALIZADA DE LOS CUADRÁNGULOS DE QUEBRADA HONDA (26-R) Y PAROBAMBA (26-S)	84
FIGURA 28:VISTA DE LOS ESTRATOS DEL GRUPO SAN JOSÉ, CON PRESENCIA DE ARENISCA Y LUTITAS.	85
FIGURA 29:COLUMNA ESTRATIGRÁFICA GENERALIZADA DE LA FORMACIÓN ANANEA.	86
FIGURA 30:VISTA DE LOS ESTRATOS DEL GRUPO ANANEA CONFORMADO POR LUTITAS, LIMONITAS Y PIZARRAS OSCURAS.	87
FIGURA 31:VISTA DE LOS DEPÓSITOS FLUVIALES DEL RIO CHAMCAMAYO	88
FIGURA 32:VISTA DE LOS DEPÓSITOS ALUVIALES DE LA MARGEN DERECHA DEL RIO CHAMCAMAYO	89
FIGURA 33:VISTA DE LOS DEPÓSITOS COLUVIALES IDENTIFICADOS EN CORTE DE CARRETERA DEL CENTRO POBLADO DE CHAMCAMAYO, CON CLASTOS ANGULOSOS A SUB ANGULOSOS RELATIVAMENTE COMPACTADOS.	90
FIGURA 34:MP-04 MAPA DE GEOLÓGICO	91
FIGURA 35:HISTOGRAMA DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 H – ESTACIÓN QUEBRADA ONDA	93
FIGURA 36:HISTOGRAMA DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 H – ESTACIÓN QUILLABAMBA	97
FIGURA 37:EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LAS PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 H – EST. QUILLABAMBA	97
FIGURA 38: DIAGRAMA DE CURVAS IDF PARA LA ZONA DE ESTUDIO.	107
FIGURA 39:MP-05 MAPA DELIMITACION DE CUENCA HIDROGRAFICA	108
FIGURA 40: METODOLOGÍA GENERAL PARA DETERMINAR EL NIVEL DE PELIGROSIDAD DEL C.P. DE CHAMCAMAYO.	109
FIGURA 41: FLUJOGRAMA GENERAL DEL PROCESO DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.	109
FIGURA 42:PELIGROS GENERADOS POR FENÓMENOS DE ORIGEN NATURAL.	113
FIGURA 43:DIAGRAMA DE CLASIFICACIÓN DE PELIGROS.	114
FIGURA 44:PROBABLE ÁMBITO DE INFLUENCIA.	114

FIGURA 45:ESQUEMA DE LOS PELIGROS GENERADOS POR FENÓMENOS DE ORIGEN NATURAL Y SUS FACTORES DESENCADENANTES Y CONDICIONANTES EVALUADOS EN LA ZONA DE ESTUDIO	117
FIGURA 46:MP-06 MAPA DEL NIVEL DE PELIGRO	128
FIGURA 47:IMAGEN DE DRON C.P. CHAMCAMAYO	129
FIGURA 48:GEOMETRÍA DEL TERRENO	130
FIGURA 49:COEFICIENTES DE RUGOSIDAD CONSIDERADOS PARA EL RIO CHAMCAMAYO EN EL TRAMO DEL C.P. DE CHAMCAMAYO. .	131
FIGURA 50:DATA DEL PERIODO DE RETORNO.	132
FIGURA 51:CAUDAL PARA EL PERIODO DE RETORNO ESTABLECIDO.	133
FIGURA 52: SECCIÓN 01 DEL RIO CHAMCAMAYO EN TIEMPO DE RETORNO DE 100 AÑOS.	133
FIGURA 53:SECCIÓN 02 DEL RIO CHAMCAMAYO EN TIEMPO DE RETORNO DE 100 AÑOS.....	134
FIGURA 54:NIVELES DE AGUA PARA $Q=132.1 \text{ m}^3/\text{s}$ Y UN $TR=100$ AÑOS.	134
FIGURA 55: IDENTIFICACIÓN DEL RESULTADO DEL MODELAMIENTO EN LA IMAGEN DE DRON DEL C.P. DE CHAMCAMAYO.....	135
FIGURA 56: DIMENSIONES CONSIDERADAS PARA EL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD.	136
FIGURA 57:MP-07 MAPA DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD	174
FIGURA 58: FORMULA PARA DETERMINAR EL NIVEL DE RIESGO.....	175
FIGURA 59: CALCULO DE LOS VALORES DEL NIVEL DE RIESGO.	175
FIGURA 60:MP-08 MAPA DEL NIVEL DE RIESGO	179
FIGURA 61:LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN MEDIANTE ENCUESTAS POR VIVIENDA, DEL CENTRO POBLADO DE CHAMCAMAYO. .	195
FIGURA 62:LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN MEDIANTE ENCUESTAS POR VIVIENDA, DEL CENTRO POBLADO DE CHAMCAMAYO. .	196
FIGURA 63:FORMATO DE ENCUESTAS.....	197
FIGURA 64:RECONOCIMIENTO DE PELIGRO DE LA QUEBRADA ANTIMAYO.	199
FIGURA 65: RECONOCIMIENTO DE CAMPO DE ZONAS CRÍTICAS DEL RIO CHAMCAMAYO.....	200
FIGURA 66: MP_10 MEDIDAS ESTRUCTURALES, OBRAS DE MITIGACION	201
FIGURA 67: MP_11 MEDIDAS NO ESTRUCTURALES	202
FIGURA 68: MP_12 CATASTRO URBANO CHAMCAMAYO	203

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: UBICACIÓN POLÍTICA DEL ÁMBITO DE ESTUDIO.....	15
TABLA 2: UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁMBITO DE ESTUDIO.....	15
TABLA 3: RUTA DE ACCESO 1 CUSCO-QUILLABAMBA-CHAMCAMAYO	19
TABLA 4: RUTA DE ACCESO 2 CUSCO-CALCA-CHAMCAMAYO	20
TABLA 5: RUTA DE ACCESO 3 CUSCO-OCOBAMBA-CHAMCAMAYO.....	20
TABLA 6: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.	27
TABLA 7:RANGO DE PENDIENTES EN PORCENTAJES Y GRADOS	56
TABLA 8: CLASIFICACIÓN GEOLÓGICA DE UNIDADES LITOLÓGICAS DEL CC.PP. CHAMCAMAYO.	82
TABLA 9:ESTACIONES HIDROMETEOROLÓGICAS UTILIZADAS PARA LA EVALUACIÓN.	92
TABLA 10:PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 H - ESTACIÓN QUEBRADA ONDA.	93
TABLA 11:PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 H - ESTACIÓN QUILLABAMBA.....	94
TABLA 12:CÁLCULOS ESTADÍSTICOS DE LA PRECIPITACIONES MÁXIMAS - EST. QUILLABAMBA.....	98
TABLA 13:RESULTADOS DEL CÁLCULO DE LOS UMBRALES DUDOSOS.....	100
TABLA 14:DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDADES PLUVIOMÉTRICAS MEDIANTE GUMBEL - EST. QUILLABAMBA.	101
TABLA 15:CÁLCULO DE LAS PRECIPITACIONES DIARIAS MÁXIMAS PROBABLES PARA DISTINTAS FRECUENCIAS.....	103
TABLA 16:PRECIPITACIONES MÁXIMAS PARA DIFERENTES TIEMPOS DE DURACIÓN DE LLUVIAS – EST. QUILLABAMBA.	104
TABLA 17:INTENSIDADES DE LLUVIA PARA DIFERENTES TIEMPOS DE DURACIÓN – EST. QUILLABAMBA.	105
TABLA 18:FRECUENCIA DE INTENSIDADES VS TIEMPO DE DURACIÓN – EST. QUILLABAMBA.....	106
TABLA 19:CUADRO RESUMEN DEL REGISTRO DE INUNDACIONES FLUVIALES DE LA PLATAFORMA SIMPAD DE INDECI.....	111
TABLA 20: DESCRIPTORES PARA LA FRECUENCIA DE INTENSIDAD PARA UN TIEMPO DE RETORNO DE 100 AÑOS.	115
TABLA 21: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES PARA EL PARÁMETRO FRECUENCIA DE INTENSIDAD PARA UN TIEMPO DE RETORNO DE 100 AÑOS.	116
TABLA 22: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES PARA EL PARÁMETRO FRECUENCIA DE PARA UN TIEMPO DE RETORNO DE 100 AÑOS.	116
TABLA 23: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO PARA EL PARÁMETRO FRECUENCIA DE INTENSIDAD PARA UN TIEMPO DE RETORNO DE 100 AÑOS.	116
TABLA 24: PARÁMETROS PARA CONSIDERAR EN LA EVALUACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD.	118

TABLA 25: UMBRALES DE PRECIPITACIÓN DEL DISTRITO DE LAS ESTACIONES DE QUILLABAMBA Y QUEBRADA HONDA (YANATILE)...	118
TABLA 26: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO PRECIPITACIÓN.....	119
TABLA 27: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES PARA EL PARÁMETRO PRECIPITACIÓN.	119
TABLA 28: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO PARA EL PARÁMETRO PRECIPITACIÓN	120
TABLA 29: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO PENDIENTE	120
TABLA 30: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO PENDIENTE	121
TABLA 31: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO PARA EL PARÁMETRO PENDIENTE.	121
TABLA 32: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO GEOMORFOLOGÍA.	122
TABLA 33: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO GEOMORFOLOGÍA	123
TABLA 34: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO PARA EL PARÁMETRO GEOMORFOLOGÍA	123
TABLA 35: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO GEOLOGÍA	124
TABLA 36: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO GEOLOGÍA	124
TABLA 37: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO PARA EL PARÁMETRO GEOLOGÍA.	125
TABLA 38: RELACIÓN DE PARÁMETROS DEL FACTOR CONDICIONANTE.....	125
TABLA 39: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DE LOS PARÁMETROS UTILIZADOS EN EL FACTOR CONDICIONANTE.	125
TABLA 40: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DE LOS PARÁMETROS UTILIZADOS EN EL FACTOR CONDICIONANTE.....	126
TABLA 41: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO PARA LOS PARÁMETROS UTILIZADOS EN EL FACTOR CONDICIONANTE:	126
TABLA 42: NIVELES DEL PELIGRO - INUNDACIÓN FLUVIAL DEL RÍO CHAMCAMAYO.....	127
TABLA 43: ESTRATIFICACIÓN DEL PELIGRO - INUNDACIÓN FLUVIAL DEL RÍO CHAMCAMAYO.	127
TABLA 44: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DE LOS PARÁMETROS DEL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD.....	137
TABLA 45: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DE LOS PARÁMETROS DEL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD.	137
TABLA 46: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO PARA LOS PARÁMETROS DEL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD.....	137
TABLA 47: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DE LOS PARÁMETROS DE DIMENSIÓN SOCIAL.....	138

TABLA 48: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DE LOS PARÁMETRO DE DIMENSIÓN SOCIAL.....	138
TABLA 49: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO PARA EL PARÁMETRO: DIMENSIÓN SOCIAL.....	138
TABLA 50: PARÁMETRO DEL FACTOR EXPOSICIÓN SOCIAL.....	139
TABLA 51: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO GRADO DE INSTRUCCIÓN.....	139
TABLA 52: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO GRADO DE INSTRUCCIÓN.....	139
TABLA 53: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO PARA EL PARÁMETRO GRADO DE INSTRUCCIÓN.....	140
TABLA 54: PARÁMETRO DEL FACTOR FRAGILIDAD SOCIAL.....	140
TABLA 55: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO GRUPO ETARIO.....	141
TABLA 56: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO GRUPO ETARIO.....	141
TABLA 57: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO PARA EL PARÁMETRO GRUPO ETARIO.....	141
TABLA 58: PARÁMETROS DEL FACTOR RESILIENCIA SOCIAL.....	142
TABLA 59: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO CONOCIMIENTO DE ALGÚN EVENTO DE INUNDACIÓN FLUVIAL....	142
TABLA 60: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO CONOCIMIENTO DE ALGÚN EVENTO DE INUNDACIÓN FLUVIAL..	143
TABLA 61: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO PARA EL PARÁMETRO CONOCIMIENTO DE ALGÚN EVENTO DE INUNDACIÓN FLUVIAL.....	143
TABLA 62: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO CAPACITACIÓN EN GESTIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES.....	144
TABLA 63: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO CAPACITACIÓN EN GESTIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES.....	144
TABLA 64: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO PARA EL PARÁMETRO CAPACITACIÓN EN GESTIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES.....	145
TABLA 65: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DE LOS PARÁMETROS DE DIMENSIÓN ECONÓMICA.....	145
TABLA 66: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DE LOS PARÁMETROS DE DIMENSIÓN ECONÓMICA.....	146
TABLA 67: ÍNDICE DE COMPACIDAD (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO PARA LOS PARÁMETROS DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA.....	146
TABLA 68: PARÁMETRO DEL FACTOR EXPOSICIÓN ECONÓMICA.....	146
TABLA 69: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN RESPECTO AL ÁREA DE IMPACTO DEL PELIGRO.....	147

TABLA 70: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN RESPECTO AL ÁREA DE IMPACTO DEL PELIGRO.	148
TABLA 71: ÍNDICE COMPACIDAD (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO PARA EL PARÁMETRO LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN RESPECTO AL ÁREA DE IMPACTO DEL PELIGRO.	148
TABLA 72: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DE LOS PARAMEROS DE LA FRAGILIDAD ECONÓMICA	149
TABLA 73: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DE LOS PARÁMETROS DE LA FRAGILIDAD ECONÓMICA	150
TABLA 74: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO DE PARES DE LOS PARÁMETROS DE LA FRAGILIDAD ECONÓMICA	150
TABLA 75: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES: INGRESO PROMEDIO MENSUAL FAMILIAR	151
TABLA 76: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN: INGRESO PROMEDIO MENSUAL FAMILIAR.....	151
TABLA 77: ÍNDICE DE COMPACIDAD (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO PARA EL PARÁMETRO: INGRESO PROMEDIO MENSUAL FAMILIAR	152
TABLA 78: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES: USO DE SUELO	152
TABLA 79: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN: USO DE SUELO	153
TABLA 80: ÍNDICE DE COMPACIDAD (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO PARA EL PARÁMETRO: USO DE SUELO	153
TABLA 81: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES: MATERIAL PREDOMINANTE DE CONSTRUCCIÓN.....	154
TABLA 82: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN: MATERIAL PREDOMINANTE DE CONSTRUCCIÓN.....	154
TABLA 83: ÍNDICE COMPACIDAD (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO PARA EL PARÁMETRO: MATERIAL PREDOMINANTE DE CONSTRUCCIÓN.	155
TABLA 84: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES: ESTADO DE CONSERVACIÓN DE VIVIENDA.....	155
TABLA 85: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN: ESTADO DE CONSERVACIÓN DE VIVIENDA	156
TABLA 86: ÍNDICE DE COMPACIDAD (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO PARA EL PARÁMETRO: ESTADO DE CONSERVACIÓN DE VIVIENDA	156
TABLA 87: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES: NIVELES DE EDIFICACIÓN.....	156
TABLA 88: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN: NIVELES DE EDIFICACIÓN	157
TABLA 89: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO PARA EL PARÁMETRO: NIVELES DE EDIFICACIÓN	157
TABLA 90: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DE LOS PARAMEROS DE LA RESILIENCIA ECONÓMICA	158

TABLA 91: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DE LOS PARAMEROS DE LA RESILIENCIA ECONÓMICA.....	158
TABLA 92: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO PARA EL PARÁMETRO:	
NIVELES DE EDIFICACIÓN	158
TABLA 93: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES: SERVICIOS BÁSICOS POR VIVIENDA	159
TABLA 94: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN: SERVICIOS BÁSICOS POR VIVIENDA	159
TABLA 95: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO PARA EL PARÁMETRO:	
SERVICIOS BÁSICOS POR VIVIENDA	159
TABLA 96: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES: ACTITUD FRENTE AL RIESGO	160
TABLA 97: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN: ACTITUD FRENTE AL RIESGO.....	161
TABLA 98: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO PARA EL PARÁMETRO:	
ACTITUD FRENTE AL RIESGO	161
TABLA 99: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES: CAMPAÑAS DE DIFUSIÓN DE GESTIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES	162
TABLA 100: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN: CAMPAÑAS DE DIFUSIÓN DE GESTIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES	162
TABLA 101: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO PARA EL PARÁMETRO	
CAMPAÑAS DE DIFUSIÓN DE GESTIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES.....	163
TABLA 102: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES: PARÁMETROS DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL	163
TABLA 103: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN: PARÁMETROS DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL	163
TABLA 104: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO PARA LOS	
PARÁMETROS: DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL	164
TABLA 105: PARÁMETRO DEL FACTOR EXPOSICIÓN AMBIENTAL.....	164
TABLA 106: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES: USO DE ÁREA VERDE POR VIVIENDA.....	164
TABLA 107: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES: USO DE ÁREA VERDE POR VIVIENDA	165
TABLA 108: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO PARA EL PARÁMETRO:	
USO DE ÁREA VERDE POR VIVIENDA	165
TABLA 109: PARÁMETROS DEL FACTOR DE LA FRAGILIDAD AMBIENTAL.....	165
TABLA 110: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES: SERVICIO DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS.....	166
TABLA 111: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES: SERVICIO DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS	166
TABLA 112: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO PARA EL PARÁMETRO:	
SERVICIO DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS	167

TABLA 113: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES: FRECUENCIA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS	167
TABLA 114: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES: FRECUENCIA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS.....	168
TABLA 115: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO PARA EL PARÁMETRO	168
TABLA 116: PARÁMETROS DEL FACTOR DE LA RESILIENCIA AMBIENTAL.....	168
TABLA 117: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES: CONOCIMIENTO EN TEMAS AMBIENTALES.....	169
TABLA 118: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES: CONOCIMIENTO EN TEMAS AMBIENTALES.	169
TABLA 119: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO PARA EL PARÁMETRO	169
TABLA 120: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES: MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS.	170
TABLA 121: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES: MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS	171
TABLA 122: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO PARA EL PARÁMETRO	171
TABLA 123: NIVELES DE VULNERABILIDAD.....	172
TABLA 124: ESTRATIFICACIÓN - SÍNTESIS DE LA VULNERABILIDAD.....	173
TABLA 125: NIVELES DE RIESGO.....	176
TABLA 126: ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO	177
TABLA 127: MATRIZ DE RIESGO.	178
TABLA 128:EFECTOS PROBABLES DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL CENTRO POBLADO DE CHAMCAMAYO.	180
TABLA 129:SUMATORIA DEL CÁLCULO DE EFECTOS PROBABLES DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL CENTRO POBLADO DE CHAMCAMAYO	180

1. CAPÍTULO I.

GENERALIDADES

1.1. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

El proyecto de investigación se encuentra en el centro poblado de Chamcamayo, del distrito de Quellouno, Provincia La Convención, Departamento del Cusco (ver tabla 1 y 2); ilustrados en las figuras 1 y 2. El área de estudio tiene una clasificación según INEI de centro poblado Urbano-Rural.

A) Ubicación Política

Tabla 1: Ubicación política del ámbito de estudio

División política	Nombre
Región	Cusco
Provincia	La Convención
Distrito	Quellouno
C. P.	Chamcamayo

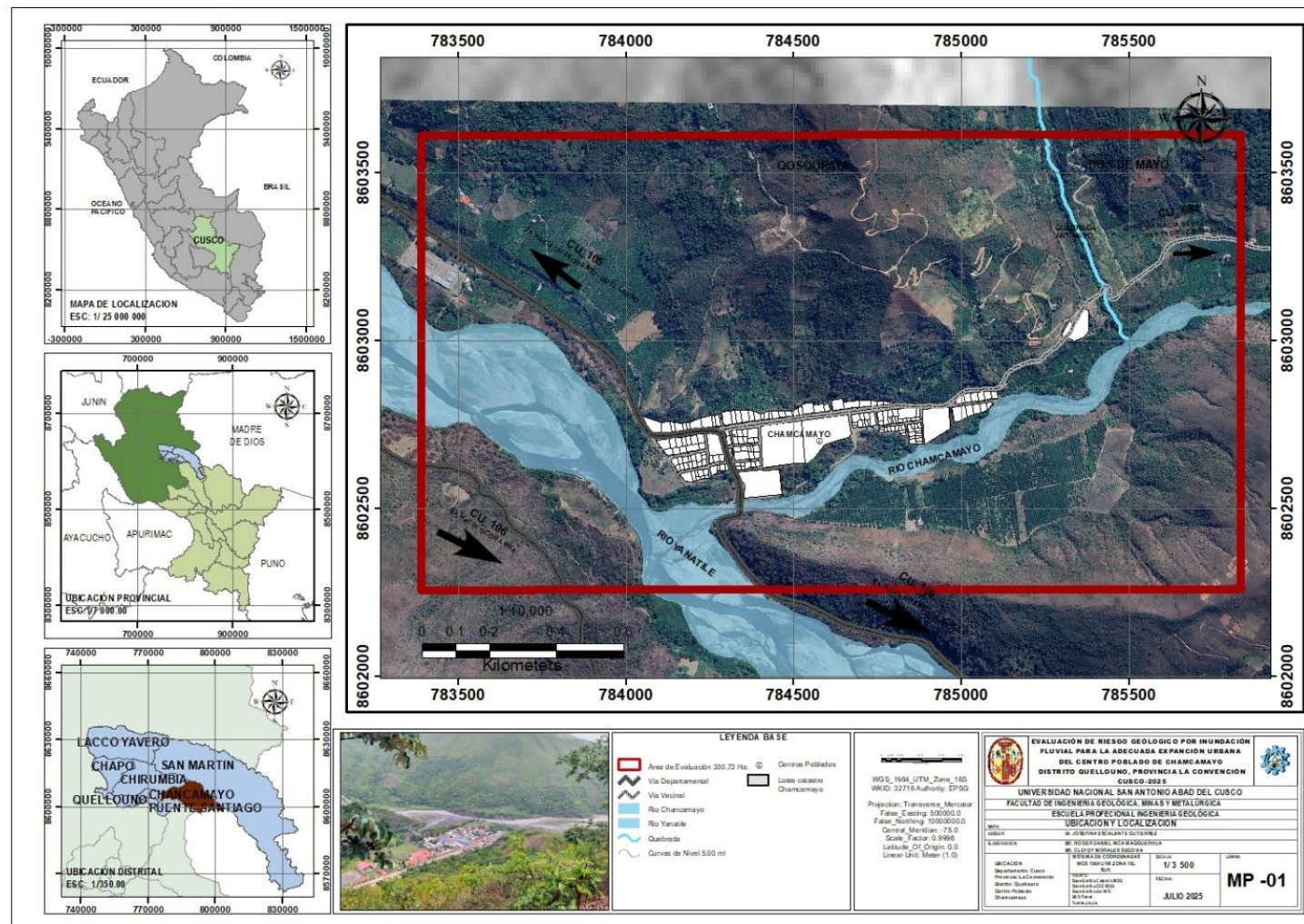
B) Ubicación Geográfica

Tabla 2: Ubicación geográfica del ámbito de estudio

Sistema	Datum	Componentes	Coordenadas
Coordenadas Geográficas	Horizontal WGS 1984	Longitud Oeste	72°22'54.3"
		Latitud Sur	12° 37'35.2"
Coordenadas UTM Zona 18S	Horizontal WGS 1984	Este (E)	0784273
		Norte (N)	8602704
Altitud	Vertical Nivel Medio del Mar	m.s.n.m.	820

PROVINCIA DE LA CONVENCION

Figura 3:MP-01 MAPA DE UBICACIÓN Y LOCALIZACION



C) Ubicación Hidrográfica:

Desde el punto de vista hidrográfico, el centro poblado de Chamcamayo se encuentra:

Vertiente del atlántico o amazonas

Cuenca: Ucayali

Subcuenca: Yanatile

Microcuenca: Chamcamayo

Según la codificación de la metodología Pfafstetter (Agua, 2008), el centro poblado de Chamcamayo se encuentra dentro de la subcuenca del río Yanatile. A continuación, se dará resumen en su codificación de acuerdo al nivel en la que se ubica:

Nivel 1: 4 (Vertiente hidrográfica del Atlántico)

Nivel 2: 49 (Región hidrográfica del Amazonas)

Nivel 3: 499 (Cuenca hidrográfica del Río Ucayali)

Nivel 4: 4994 (Cuenca hidrográfica del Río Urubamba- Vilcanota)

Nivel 5: 49949 (cuenca Urubamba)

Nivel 6: 499496 (subcuenca hidrográfica, del río Yanatile)

Nivel 7: 4994967 (microcuenca Chamcamayo)

1.2. ACCESIBILIDAD Y VÍAS DE COMUNICACIÓN

Para acceder al área de estudio existen tres rutas, las cuales todas parten de la ciudad del cusco el punto de desvió para las 3 rutas es Ollantaytambo, tomando así las rutas mostradas en las tablas 1,2 y 3.

Tabla 3: Ruta de acceso 1 Cusco-Quillabamba-Chamcamayo

RUTA 1 (QUILLABAMBA)		
VIA	DISTANCIA (Km)	TIEMPO (min.)
Cusco – Anta	25	30
Anta – Ollantaytambo	34	35
Ollantaytambo – Quillabamba	88	165
Quillabamba – Quellouno	50	60
Quellouno – Chamcamayo	30	70

Tabla 4: Ruta de acceso 2 Cusco-Calca-Chamcamayo

RUTA 2 (CALCA)		
VIA	DISTANCIA (Km)	TIEMPO (min.)
Cusco – Anta	25	30
Anta – Ollantaytambo	34	35
Ollantaytambo – Calca	39	35
Calca - Quebrada Honda	100	160
Quebrada Honda – Chamcamayo		40
TOTAL (minutos)		300

Tabla 5: Ruta de acceso 3 Cusco-Ocobamba-Chamcamayo

RUTA 3 (OCOBAMBA)		
VIA	DISTANCIA (Km)	TIEMPO (min.)
Cusco – Anta	25	30
Anta – Ollantaytambo	34	35
Ollantaytambo – Ocobamba	80	190
Ocobamba – Chamcamayo	40	150
TOTAL (minutos)		405

1.3.JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION

Valor Teórico: Este estudio proporciona información crucial sobre las áreas de mayor riesgo por inundaciones fluviales en una zona donde no se han realizado investigaciones previas, lo que le otorga una relevancia significativa. La identificación de zonas de muy alto riesgo permitirá a las autoridades locales implementar medidas correctivas y preventivas. Además, el mapa de peligro geológico ayudará al C.P. de Chamcamayo a identificar áreas seguras para una adecuada la expansión urbana.

Utilidad Metodológica: La investigación contribuirá al conocimiento del C.P. de Chamcamayo sobre las inundaciones fluviales de los ríos Chamcamayo. Para la elaboración de esta tesis, se ha generado información original sobre la geología local, sub unidades geomorfológicas, hidrografía y modelamiento hidráulico (HEC-RAS), lo que representa un valioso aporte para futuros estudios.

Implicaciones Practicas: Este estudio ayudara a identificar al centro poblado de Chamcamayo el área adecuada para su expansión urbana, y también dará a conocer las áreas propensas al peligro e identificara el nivel de riesgo de la población con respecto al peligro de inundación fluvial. Que ayudara a priorizar obras físicas de prevención de riesgo.

Conveniencia: Con este estudio marcamos un hito para el centro poblado de Chamcamayo ya que se inicia con el análisis y el estudio riesgo geológico que es el estudio base para la formulación de futuros proyectos, y sobre todo para evitar un crecimiento informal e inconsciente del centro poblado. Ya que se dará a conocer las áreas de peligro alto y bu yanto, las debilidades de la población con respecto a la vulnerabilidad y el nivel de riesgo del centro poblado de Chancamayo.

Relevancia Social: Este trabajo combina las metodologías del (INGEMMET, s.f.) (Peligro Geológico) y del (CENEPRED, Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres, 2014) (Vulnerabilidad). La integración de estas metodologías permite una mayor precisión en la determinación del riesgo por inundaciones fluviales, identificando sectores críticos que requieren medidas correctivas y preventivas.

1.4.PLANTEAMIENTO Y FORMULACION DEL PROBLEMA

1.4.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

las inundaciones son uno de los peligros naturales más dañinos, con impactos negativos que han aumentado con el transcurrir del tiempo (Alfieri, 2016), una de las causas es debido al incremento de la población y su establecimiento de estos mismos en zonas propensas a inundaciones, las inundaciones tienen un origen por las altas precipitaciones, descargas de agua que exceden la capacidad de drenaje.

En un plano general en el Perú, uno de los desastres naturales más comunes son las inundaciones originadas por las fuertes lluvias, que causan el desborde de los ríos principales y los ríos circundantes a una cuenca, generando que estas inundaciones sean extensas y destructivas lo que en los últimos años ha provocado grandes pérdidas materiales y humanas. (ROJAS & KOEHLIN, 2017), ante ello se hace indispensable una correcta Gestión de Riesgo de Desastres (E.U.C.P - Chancamayo, 2023; 2033), así como una adecuada Expansión Urbana.

Es el caso de la zona a estudiar, por medio de las encuestas realizadas por los tesisistas se logró identificar antecedentes de inundación fluvial, uno de los más recientes correspondiente al mes de septiembre del 2014, donde tras registrarse lluvias intensas consideradas como eventos extraordinarios se desbordo el rio Chamcamayo, afectando a la zona NW del centro poblado de Chamcamayo viéndose afectado el centro de salud , las

viviendas aledañas a la faja marginal, las vías de comunicación, la cancha deportiva del centro poblado y terrenos de plantaciones de fruta. Según las encuestas se registró varios eventos de este tipo años atrás.

En el centro poblado de Chamcamayo es evidente el crecimiento poblacional identificándose construcciones de viviendas en dirección NW, en la misma dirección donde se evidencio mayores daños por fenómenos de inundación fluvial, ya que se observa un incremento en el asentamiento de edificaciones de un 40% en los últimos 10 años (E.U.C.P - Chancamayo, 2023; 2033) ante ello se debe dar mayor prioridad a la Gestión de Riesgo de Desastres y una adecuada Planificación Urbana, por lo cual se ha visto trascendente realizar el estudio de “Evaluación de Riesgo por Inundación Fluvial para la Adecuada Expansión Urbana del Centro Poblado de Chamcamayo, Distrito Quellouno, Provincia La Convención -Cusco- 2025”.

Por lo cual se plantea el registro de datos en campo y a nivel de vivienda, que serán procesados para la obtención de gráficos como son: mapa de pendientes, mapa de geológico y mapa geomorfológico, que formaran parte de la elaboración de los mapas de peligro, vulnerabilidad y riesgo por inundación, utilizando el manual de (CENEPRED, Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres, 2014). Estos deberán ser cuantificados e interpretados para la planificación urbana del centro poblado de Chanchamayo, logrando así una adecuada expansión urbana.

1.4.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.4.2.1. PROBLEMA GENERAL

- ¿Cuál es el nivel de riesgo por inundación fluvial para una adecuada expansión urbana al centro poblado de Chamcamayo?

1.4.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- 1) ¿Cuáles son las unidades geológicas, geomorfológicas y los umbrales de precipitación para determinar los niveles de peligro por inundación fluvial en el ámbito de estudio del centro poblado de Chamcamayo?
- 2) ¿Cuáles son los grados de vulnerabilidad en el ámbito de estudio del centro poblado de Chamcamayo en los aspectos social, económico y ambiental?
- 3) ¿Cuáles es el nivel de riesgo en el centro poblado de Chamcamayo y qué acciones correctivas y preventivas se pueden aplicar para mitigar dichos riesgos?
- 4) ¿Cuál es el área adecuada para la expansión urbana en el centro poblado de Chamcamayo?

1.5.OBJETIVOS

1.5.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el riesgo por inundación fluvial, para la adecuada expansión urbana del centro poblado de Chamcamayo, distrito Quellouno, provincia La Convención – Cusco 2025.

1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Identificar las unidades geológicas, geomorfológicas y umbrales de precipitación para determinar el nivel de peligro por inundación fluvial existentes en el ámbito de estudio.
- 2) Determinar y analizar la vulnerabilidad del centro poblado de Chamcamayo en sus aspectos social, económico y ambiental.
- 3) Determinar los niveles de riesgo por inundación fluvial en el ámbito de estudio.
- 4) Identificar las posibles zonas más seguras del centro poblado de Chamcamayo para su adecuada expansión urbana.

1.6. HIPOTESIS

1.6.1. HIPÓTESIS GENERAL

La evaluación del riesgo por inundación fluvial, identificará el riesgo alto en el centro poblado de Chamcamayo, permitiendo establecer lineamientos adecuados para su expansión urbana.

1.6.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

1. los niveles de peligro por inundación fluvial que existe en el centro poblado de Chamcamayo es de bajo a muy alto, debido a que se encuentra en un lugar muy lluvioso y presenta unidades geológicas locales de material cuaternario y unidades geomorfológicas de terrazas.
2. El grado de la vulnerabilidad social, económica y ambiental en el ámbito de estudio es alta a muy alta.
3. El nivel del riesgo del centro poblado de Chamcamayo es de medio a muy alto según el análisis en los peligros y vulnerabilidad.
4. La planificación urbana del C.P. Chamcamayo contempla espacios de expansión urbana seguros en la terraza alta en dirección norte al centro poblado.

1.7. VARIABLES

Las variables del estudio se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 6: Operacionalización de variables.

VARIABLE DEPENDIENTE	VARIABLE INDEPENDIENTE	FACTORES	DIMENSIONES	INDICADORES	INDICES	DATOS
EXPANSIÓN URBANA	RIESGO	PELIGRO	Geología	Litología	Tipo de roca y/o depósitos	Depósitos cuaternarios (Fluvial, Aluvial y coluvial)
			Geomorfología	Pendiente	Rangos	0-4°; 4-8° 8-15°; 15-25°; 25-50°; 50-75°; >75°
				Fisiografía	Sub Unidades geomorfológicas	Terrazas, Laderas, Lomadas, etc.
			Hidrología	Precipitación	Intensidad, Duración, Frecuencia	mm/h, horas, mes, año, tiempo de retorno, etc.
				Hidrografía	Caudal	m³/seg
					Altura del nivel de agua de inundación	metros (m)
		VULNERABILIDAD	Vulnerabilidad social	Exposición social	Población por lote	1 persona, 2 - 3 personas, etc.
				Fragilidad social	Grupo etareo	0-5 años y >65 años, 6-12 años y 60-65 años, etc.
				Resiliencia social	Conocimiento algún evento de inundación fluvial	Desconoce, Muy poco, etc.
				Exposición	Capacitación en gestión del riesgo de desastres	Desconoce, nunca, Muy poco, etc.
			Vulnerabilidad económica	Exposición económica	Localización de la edificación	muy cercano (<10 m), cercano (10-30m), etc.
				Fragilidad económica	Servicios básicos por lote	No cuenta con ningún servicio, cuenta con dos
					Uso predominante de suelo	Vivienda, Comercio, Vivienda taller
					Material predominante de construcción	Precario, Adobe, Ladrillo, etc.
					Estado de conservación de vivienda	malo, regular, bueno, etc.
					Niveles de edificación	uno, dos, tres, etc.
				Resiliencia económica	Ingreso promedio mensual familiar	<1000, 1000 - 1800, etc.
					Actitud frente al riesgo	Fatalista y conformista, previsora, etc.
					Campañas de difusión de GRD	Desconoce, una vez al año, etc.
			Vulnerabilidad ambiental	Exposición ambiental	Distancia del lote a la planta de tratamiento de aguas residuales	<100, 100-200, etc.-
				Fragilidad ambiental	Servicio de recolección de residuos solidos	Quema de RRSS, entierra en compostera, etc.
					Frecuencia de recolección de residuos solidos	una vez al mes, cada 15 días, semanal, etc.
				Resiliencia ambiental	Conocimiento en temas ambientales	Ninguna, por otras personas, medios de difusión, etc.
					Manejo de residuos solidos	Sin manejo, selecciona orgánico/inorgánico, etc.

1.8.MARCO METODOLÓGICO

1.8.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación tiene un enfoque mixto (cuantitativo-cualitativo), (Hernandez Sampieri, 2014). con enfoque descriptivo-analítico, hipotética-deductivo, apoyado en información documentaria.

Es cuantitativo, porque partiendo de un problema de inundación busca recolectar información mediante mediciones, procesar los cálculos y estadística, para llegar explicar y proponer soluciones al problema. Tal como refiere (Hernandez Sampieri, 2014)

Es cualitativa porque se va observar, evaluar, describir las características geología, estratigráfica, geomorfología y estado de los suelos, Como señala (Hernandez Sampieri, 2014) (tomado de (Corbetta, 2003)), que: “La aproximación cualitativa evalúa el desarrollo natural de los sucesos, es decir, no hay manipulación ni estimulación de la realidad

1.8.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

En este estudio se empleó una metodología de investigación de tipo "*aplicada*". Según (Hernandez Sampieri, 2014)"la investigación aplicada es aquella que busca resolver problemas concretos o prácticos, en lugar de centrarse únicamente en la generación de conocimiento teórico". Ya que determina el nivel de peligro, vulnerabilidad y riesgo del centro poblado de Chamcamayo.

Aplicando las técnicas demostrativas, modelamiento y análisis mediante encuestas, determinando una adecuada expansión urbana tomando como base el peligro.

A partir de los datos obtenidos, se ofrecen recomendaciones y/o soluciones para abordar problemas relacionados con la gestión de riesgos geológicos, como decisiones sobre el uso del suelo, medidas de prevención y mitigación.

No obstante, también incluye elementos de investigación "*básica*", ya que se genera conocimiento nuevo sobre la zona, el cual podría ser útil para futuros estudios.

1.8.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Es una investigación “no experimental” correlacional transversal debido a que se apoya en la descripción, recopilación y análisis de los datos existentes del medio físico y de la población. (Roberto Hernández Sampieri, 1991)

1.9. METODO DE INVESTIGACION

1.9.1. ETAPAS DE LA INVESTIGACION

Las etapas de la investigación se dividen en cuatro etapas de trabajo, con trabajos de gabinete, campo y laboratorio. A continuación, se menciona brevemente los métodos y fases de trabajo para la realización del presente estudio: (Hernandez Sampieri, 2014)

- Etapa I. Búsqueda de información y reconocimiento del terreno; asimismo elaboración del plan de tesis.
- Etapa II. Mapeo en campo y toma de datos necesarios, así como encuestas.
- Etapa III. Elaboración de planos de vulnerabilidad, riesgos y peligros del centro poblado de Chamcamayo
- Etapa IV. Redacción de la tesis

1.10. EQUIPOS, MATERIALES Y SOFTWARE

EQUIPOS

Equipos de campo

- GPS Garmin, brújula, lupa, escalímetro, rayador, martillo de geólogo, wincha (5 y 50 m), cámara, etc.

Equipos de gabinete

- Laptop, impresora, computadora, plotter, escáner

MATERIALES

Materiales de campo

- Imagen satelital, mapas base, colores, tableros, portaminas, bolsas de muestreo, ácido clorhídrico, ponchos de agua, protactor, celulares, equipamiento personal, etc.

Materiales de gabinete

- Material bibliográfico, cuaderno de notas.

SOFTWARE Y APLICACIONES

- ArcGIS Desktop 10.4.1,
- AutoCAD 2020,
- AutoCAD Civil 3D,
- Microsoft Office 2016,
- HEC- RAS 6.5,
- Google Earth Pro,
- SAS Planet,
- Adobe Illustrator,
- Aplicación (SW Maps)

1.11. MARCO REFERENCIAL - COCEPTUAL

1.11.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

1.11.1.1. *Antecedente Internacionales*

- Tellman, B., Sullivan, J. A. y Kuhn, C. (2021). Artículo científico. “Análisis del aumento de la población mundial expuesta a inundaciones fluviales mediante imágenes satelitales”. El objetivo de este artículo es evaluar la exposición global de la población a inundaciones utilizando datos satelitales, utilizando la metodología de integración de imágenes satelitales, datos históricos de inundaciones y modelos demográficos. Dando como resultado el incremento significativo de la población en zonas de riesgo de inundación entre 2000 y 2020. Concluyendo que urge priorizar políticas de mitigación en áreas con alta densidad poblacional y vulnerabilidad socioeconómica a nivel mundial.

Este artículo reafirma que las poblaciones tienen la tendencia de asentarse en zonas de riesgo y esta tiende a aumentar para el año 2020. Analizando nuestra área de estudio concuerda con este artículo ya que también tiene la tendencia de crecimiento a las zonas de peligro por inundación fluvial. Por ello la necesidad de priorizar políticas de mitigación también se da en nuestra área de estudio ya que, al analizar los rangos de peligro, esta nos ayudara a designar las áreas óptimas para una adecuada expansión urbana. (Tellman, Sullivan, & Kuhn, 2021)

- García, L., Picolo, M. y Bohn, V. (2021). Artículo científico. “Evaluación de la susceptibilidad a inundaciones fluviales en una cuenca argentina mediante SIG y análisis multicriterio”. Este artículo identifica zonas críticas de inundación en una cuenca de Argentina para la gestión preventiva. Utilizando como Sistemas de Información Geográfica (SIG) y análisis multicriterio con variables hidrológicas y topográficas. En conclusión, la metodología propuesta es replicable en otras regiones con adaptaciones locales. El resultado para este artículo científico es que el 35% de la cuenca está clasificada como de susceptibilidad "muy alta".

Este artículo concluye que la metodología utilizando el sistema de información geográfica es replicable, lo que aporta a nuestro trabajo de investigación ya que hay variables que se toman en cuenta desde la información de campo y análisis de la cualitativo, para una mayor exactitud en nuestro trabajo de investigación. (García, Picolo, & Bohn, 2021)

- Brambilla Serra, J. y Sánchez Aguas, R. (2021). Artículo científico. “Análisis del riesgo de inundaciones en Ecuador: implicaciones físicas y socioeconómicas”. Cuyo objetivo es evaluar el riesgo de inundaciones en Ecuador integrando factores físicos y socioeconómicos. Con la metodología de análisis espacial de datos hidrológicos, censos poblacionales e indicadores económicos. Dando como resultado que el 12% del territorio nacional se encuentra en riesgo alto, con mayor impacto en comunidades rurales. Concluyendo que existe necesidad de políticas intersectoriales para reducir la vulnerabilidad en zonas prioritarias.

Este artículo reafirma que existe la necesidad de políticas para reducir la vulnerabilidad en zonas de prioridad, así como en el centro poblado de Chamcamayo al ser uno de los puntos claves de economía del distrito de Quellouno, este debe crecer de una forma ordenada y segura. (Brambilla Serra & Sánchez Aguas, 2025)

- Mena Benavidas, C., Schffczyk, K. y Urrutia, J. (2021). Informe técnico. “Evaluación nacional del riesgo de inundación en Ecuador: enfoque basado en indicadores”. Cuyo objetivo es generar un mapa nacional de riesgo de inundaciones para priorizar intervenciones. Con la metodología de indicadores de exposición (población, infraestructura) y vulnerabilidad (ingresos, acceso a servicios). este informe concluye que la vulnerabilidad socioeconómica. Multiplica el impacto de las inundaciones. El resultado de este informe es que 8 provincias identificadas como críticas concentran el 70% del riesgo nacional.

Este informe al tratarse de Ecuador que presenta una topografía similar a nuestra área de estudio apoya a nuestra investigación ya que también analizamos el riesgo desde la parte social y económica del centro poblado y nos da una guía para conocer la parte social y económica de la población que a futuro puede ser afectada por la exposición al peligro de inundación. (Mena Benavidas, Schffczyk, & Urrutia, 2021)

1.11.1.2. Antecedente Nacional

- (Silva-Lluylla & Tarazona-Miller, 2020) Artículo científico “Susceptibilidad a inundaciones en la cuenca del río Rímac: aplicación de SIG y AHP” tiene como objetivo Identificar áreas de riesgo para la planificación urbana en Lima, usando metodología de tipo Proceso de Jerarquía Analítica (AHP) con variables

geomorfológicas e hidrológicas, mostrando así que el 22% de la cuenca es clasificada como de "alto riesgo", concluyendo que estas herramientas son útiles para la gestión integral de cuencas urbanas.

Se toma como antecedente este artículo científico destacando su objetivo, que es identificar áreas de riesgo para la planificación en lima, tomando como guía para el buen manejo de la planificación urbana en poblaciones asentadas cercanas a ríos como el centro poblado de Chamcamayo.

- (Chávez-Jiménez, Timana-de la Flor, & Zapata-Cruz, 2019) Artículo científico “Simulación de escenarios de inundación en la cuenca baja del río Piura” tiene como objetivo evaluar el impacto de eventos extremos en zonas urbanas de Piura aplicando una metodología de modelos 2D (Iber) y escenarios de lluvia extrema (100 años de retorno), obteniendo resultados de 15,000 personas afectadas en el peor escenario llegando a las conclusiones de urgencia de sistemas de alerta temprana y reforestación en cabeceras de cuenca.

Se toma como antecedente este artículo científico destacando sus conclusiones, donde se da la importancia de la urgencia de sistemas de alerta temprana ante escenarios de inundación.

- (García-Vega, 2021) Artículo científico “**Vulnerabilidad socioeconómica ante inundaciones en Trujillo, Perú**” tiene como objetivo Analizar la relación entre vulnerabilidad y exposición en áreas periurbanas. aplicando una metodología de encuestas a hogares y análisis espacial con ArcGIS, obteniendo resultados 60% de las viviendas en zonas inundables carecen de seguros o planes de emergencia llegando a las conclusiones de que la vulnerabilidad se agrava por la informalidad urbana y la falta de políticas locales.

Se toma como antecedente este artículo científico destacando su metodología donde brinda énfasis e importancia a las encuestas de hogares y el análisis espacial con ArcGIS.

- (Villacorta, 2018) Esta Tesis de maestría “**Evolución geomorfológica del abanico aluvial del río Rímac y su influencia en inundaciones**” tiene como objetivo comprender la relación entre procesos geológicos pasados y riesgos actuales, aplicando una metodología de Datación de sedimentos, perfiles estratigráficos y modelamiento hidráulico, obteniendo resultados en eventos de inundación cada 50-100 años asociados

a cambios climáticos y tectónicos. llegando a las conclusiones de que las lluvias extremas futuras podrían reactivar canales abandonados, aumentando el riesgo.

Se toma como antecedente este artículo científico destacando su objetivo de comprender la relación en el tiempo de procesos geológicos pasados y actuales, donde queda como antecedente el registro de las lluvias extraordinarias.

- (Medina, 2014) En su tesis doctoral “**Ordenamiento territorial en el Perú: legislación y desafíos en la gestión de riesgos**” tiene como objetivo evaluar el marco legal peruano para la planificación urbana en zonas de riesgo, aplicando una metodología de análisis crítico de leyes, decretos y casos de estudio, obteniendo resultados fragmentación institucional y superposición de competencias en gestión de riesgos, llegando a las conclusión de propuesta de una ley marco de ordenamiento territorial con enfoque preventivo.

Se toma como antecedente este artículo científico destacando su objetivo que es evaluar el marco legal peruano para la planificación urbana en zonas de riesgo, logrando proponer una ley en el marco del ordenamiento territorial.

- (Mendoza Solis, 2017). Tesis de pregrado. “Riesgo por inundación en la quebrada Romero, Cajamarca (2011-2016)”. Cuyo objetivo es determinar niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo en la quebrada Romero. Utilizando la metodología de encuestas a 1515 habitantes, análisis con ArcGIS y matrices CENEPRED. Dando como resultado el riesgo alto (0.0131) debido a ocupación del cauce y precipitaciones extremas. Concluyendo en la reubicación de viviendas y restauración de cauces como medidas prioritarias.

Tomamos como referencia esta tesis resaltando su objetivo que es la reubicación de viviendas y restauración de causas como medidas prioritarias, para evitar estas medidas de reubicación de viviendas a futuro es que se hacer la evaluación de riesgo.

- (Arquimides & Yericca, 2017). Artículo científico. “Inundaciones y riesgo de desastres en el distrito de Moya, Huancavelica”. Cuyo objetivo es Evaluar la relación entre inundaciones y vulnerabilidad en 11 centros poblados. Con la metodología de cuestionarios estandarizados y matriz de evaluación de CENEPRED. Resultando el 85% de la población en riesgo alto por falta de infraestructura resiliente. Concluyendo

en la implementación de sistemas de drenaje y educación comunitaria para reducir impactos.

Se toma como referencia este artículo para apoyarnos en implementación de las medidas no estructurales que se adecuan a nuestra área de estudio.

- (Cerecedo, 2019). Informe técnico. “Evaluación de riesgo por inundaciones en Tingo María: enfoque en viviendas informales.” Cuyo objetivo es identificar viviendas en riesgo y proponer medidas de mitigación. Usando la metodología del Mapeo participativo, uso de ArcMap 10.3 y manuales CENEPRED. Resultando 60 viviendas en riesgo muy alto en márgenes del río Huallaga. Concluyendo en la reubicación planificada y refuerzo de diques naturales como soluciones clave.

Tomamos como referencia, este informe técnico la adecuada planificación urbana de las áreas de expansión del centro poblado de Chamcamayo como medida no estructural.

1.11.1.3. Antecedentes Regionales

- (Aguilar Chavez & Caceres Quispe, 2021). Tesis de pregrado. “Evaluación del riesgo geológico para la adecuada expansión del borde urbano en el sector Quilque, distrito Cusco-Cusco, 2021” Esta tesis tiene como objetivo analizar los riesgos asociados al crecimiento poblacional en zonas de ladera. Utilizando la metodología de la Cartografía geotécnica y análisis de planes urbanos vigentes. Resultando en 30% del área de expansión propuesta en zonas de alta peligrosidad. Concluyendo en la recomendación de la zonificación restrictiva y control de invasiones.

Tomando como referencia esta tesis, analizando los planes urbanos vigentes, priorizaremos el área de expansión del centro poblado de Chamcamayo en zonas libres de peligro por inundación fluvial.

- (Cusco, Plan de desarrollo urbano del Cusco, 2023-2033) “Plan de desarrollo urbano del Cusco (PDU)”, 2023-2033). Este plan tiene como objetivo incorporar la gestión de riesgos en la planificación urbana del Cusco. Utilizando la metodología del diagnóstico participativo, identificación de peligros (inundaciones, remoción en masa). Resultando 15 proyectos prioritarios para reducir exposición en quebradas y riberas. Concluyendo que la gobernanza multinivel es esencial para implementar acciones sostenibles.

Tomando como referencia el plan de desarrollo urbano del Cusco proyectado al 2033, incorporamos la gestión de riesgos en nuestra área de estudios, siendo uno de los niveles para la implementación de acciones de mitigación en el centro poblado menor de Chamcamayo.

- (Cusco, Plan de desarrollo metropolitano del Cusco , 2017-2037) “Plan de desarrollo metropolitano del Cusco (PDM)”. Plan de Desarrollo Metropolitano del Cusco 2017-2037: hacia una metrópoli resiliente. Cuyo objetivo es proporcionar al cusco como referente en gestión de riesgo y turismo sostenible. Utilizando la metodología del enfoque policéntrico con participación de actores públicos y privados. Resultando estrategias para la diversificación económica y reducción de riesgo en 10 distritos. Concluyendo en la articulación internacional clave para financiar proyectos de adaptación climática.

Tomando como referencia el plan de desarrollo metropolitano del cusco, basado en una articulación integrada, queremos que el centro poblado de Chamcamayo no presente saturación de viviendas con riesgo muy alto en zonas de peligro muy alto.

1.11.1.4. Antecedentes locales

- (Cuba Huaman & Santos Huaman, 2020), Tesis de pregrado “Evaluación de riesgos por inundación fluvial en los márgenes del río Pichari en la Provincia La Convención - Cusco, 2020” Esta tesis tuvo como finalidad determinar los niveles de peligrosidad y vulnerabilidad en márgenes del río Pichari. Utilizando la metodología de Matrices de Saaty, encuestas a 200 familias y análisis SIG. Resultando que el 49% del área de estudio se encuentra en peligro muy alto y el 80% de viviendas sin cimentación antisísmica. A lo cual se concluye con las propuestas de diques de contención y reforestación de riberas.

Tomando como referencia esta tesis de pre grado al encontrarse en la en una región similar al centro poblado de Chamcamayo, tomamos en cuenta que las medidas de protección también deben ser amigables con el ambiente con la finalidad de mejorar la calidez de vida y reducir los daños provocados por la ocurrencia del fenómeno natural.

- (Quellouno, 2021)”(ZEE Municipalidad Distrital de Quellouno, 2021). Estudio multidisciplinario. “Mejoramiento de los Servicios de Zonificación Ecológica y

Económica para el Ordenamiento Territorial del ámbito distrital de Quellouno”. Cuyo objetivo es generar insumos para la planificación urbana con enfoque en la gestión de riesgos. Utilizando la Cartografía a escala 1:25,000, estudios sociales, económicos, ambientales y de riesgos validada por DGOTA-MINAM. Resultando con la identificación de 12 zonas críticas por inundación y erosión fluvial. Concluyendo con este la priorización de la inversión en infraestructura verde y sistemas de alerta.

Con este estudio priorizamos la adecuada planificación urbana priorizando las necesidades de la población y una inversión adecuada en proyectos futuros.

- (Paucar Ramos, 2024). Tesis de pregrado “evaluación del riesgo por inundación fluvial y deslizamientos para la adecuada planificación urbana del centro poblado de Segakiato, distrito Megantoni, provincia La Convención–Cusco”, Esta tesis de investigación posee como objetivo principal la evaluación del riesgo geológico por inundación fluvial y riesgo por deslizamientos en el centro poblado de Segakiato. Utilizando la metodología el modelamiento hidráulico y el manual de CENEPRED para su evaluación. Dando como resultado 43% del área de estudio se encuentra en peligro muy alto y los taludes con factor de seguridad < 1.5 . Concluyendo que el centro poblado requiere una reubicación y construcción de muros de contención.

Con esta tesis priorizamos la designación del área de expansión del centro poblado de Chamcamayo, para evitar a futuro una reubicación de la población expuesta al peligro.

1.12. BASES TEÓRICAS

- (United Nations, 2015-2030), para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 se adoptó en la tercera Conferencia Mundial de las Naciones Unidas celebrada en Sendai (Japón) el 18 de marzo de 2015, maneja cuatro prioridades de acción:
 - Comprender el Riesgo de Desastres, en la metrópoli a través del trabajo coordinado entre los municipios provinciales y distritales.
 - Fortalecer la Gobernanza del Riesgo de Desastres para gestionarlo.
 - Invertir en la Reducción del Riesgo de Desastres para la resiliencia.

- Aumentar la preparación para casos de desastres.

En base a estas prioridades se obtendrá la identificación y priorización de proyectos, actividades y acciones que permitan la reducción de los riesgos existentes, los cuales serán incorporados en los programas presupuestales, planes sectoriales y planes de desarrollo regionales y locales. Dichos proyectos, actividades y acciones tendrán un carácter de ejecución inmediata y de cumplimiento obligatorio, por cada uno de los integrantes que conforman el (SINAGERD, Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, s.f.).

- (ONU, Marco de Acción de Hyogo 2005-2015. de la Estrategia internacional para la Reducción del Riesgo de Desastres - EIRD, 2005-2015) El Marco de Acción de Hyogo es el instrumento global de referencia para la implementación de la reducción del riesgo de desastres y que ha sido adoptado por 168 estados miembros de las Naciones Unidas en la Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres que se celebró en Kobe, Hyogo, Japón, del 18 al 22 de enero de 2005. Cuyo objetivo principal fue aumentar la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres al lograr, para el año 2015, una reducción considerable de las pérdidas que ocasionan los desastres, tanto en términos de vidas humanas como en cuanto a bienes sociales, económicos y ambientales de las comunidades y países.
- (SINAGERD, Ley N° 29664, Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, 2021), (Gobierno del Perú, 2011). Mediante esta Ley, el SINAGERD que es el Sistema Interinstitucional que tiene como objetivo identificar y mitigar los riesgos relacionados a diversos peligros naturales y el impacto en la población, también evitar la generación de otros peligros, fortalecer la preparación y respuesta.

“Peligro geológico por movimientos en masa e inundación fluvial en la ciudad de Cusco” (INGEMMET, s.f.) En este boletín de la serie Geodinámica e Ingeniería Geológica del INGEMMET, se destaca ya que aplica su propia metodología para hallar la susceptibilidad tanto por movimiento en masa y por inundación fluvial. Este documento es muy importante ya que el análisis geológico del peligro es mucho más profundo y detallado desde los ojos del geólogo, por lo cual su uso será de mucha importancia para la determinación del peligro geológico.

- “Manual para la evaluación de riesgos por fenómenos de inundación fluvial” (CENEPRED, Manual para la Evaluacion de Riesgos Originados Inundaciones Fluviales, 2014) Este Manual es el que se emplea en los capítulos de peligro, vulnerabilidad y riesgo de la tesis, ya que tiene por objetivo orientar de manera detallada los pasos para realizar la evaluación de riesgo y permite establecer medidas de corrección y prevención de riesgo de desastres.
- Ley N° 31313, Ley de Desarrollo Urbano Sostenible (LDS), promulgada en 2021 en Perú, es una norma clave que busca ordenar y planificar el crecimiento de las ciudades y centros poblados de manera sostenible. sus principales objetivos y enfoques son: Planificación integral que Promueve una planificación urbana y territorial que considere aspectos sociales, económicos y ambientales, buscando un desarrollo armonioso, La Gestión del suelo que Introduce instrumentos para optimizar el uso del suelo urbano, incluyendo la creación de un Operador Público de Suelo para generar terrenos para vivienda social, Ciudades sostenibles, accesibles e inclusivas que Busca que el desarrollo urbano genere oportunidades para todos, reduciendo la exposición a peligros y la precariedad habitacional, como también involucrar el Rol de gobiernos locales que Refuerzan las responsabilidades de las municipalidades en la planificación y gestión

urbana, así como en el control de infracciones, también promueven Vivienda de Interés Social (VIS) que Facilita mecanismos para promover la producción de vivienda asequible para la población de menores recursos, junto a la Participación ciudadana Enfatizando la importancia de que la ciudadanía participe en las decisiones de planificación territorial. En esencia, la Ley 31313 es un marco normativo para construir ciudades más organizadas, justas y resilientes en Perú. (31313, 2021).

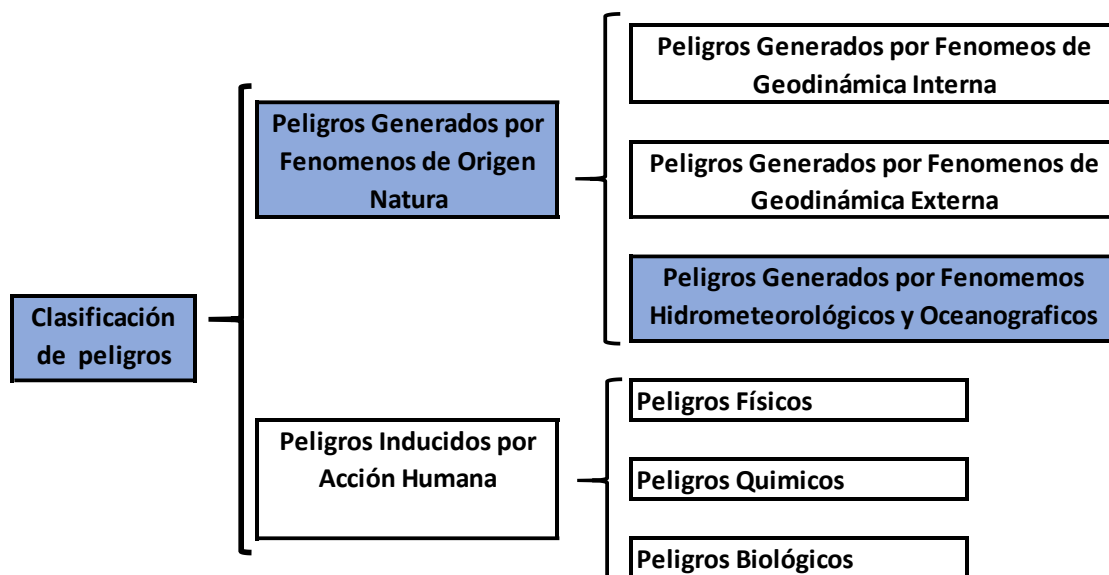
- (Ministerio de Vivienda, 2022) Aprueba el Reglamento de Acondicionamiento Territorial y Planificación Urbana para un desarrollo de las ciudades más sostenible. En pocas palabras, este reglamento establece las reglas y los pasos para que los municipios planifiquen cómo crecerán las ciudades y el territorio, buscando que este desarrollo sea amigable con el ambiente, justo socialmente y bueno para la economía, además de involucrar a los ciudadanos en este proceso. Define los diferentes planes urbanos que deben hacerse y cómo se deben llevar a cabo.
- Para realizar el estudio de geología se ha tomado información de referencia de los boletines levantados por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) cuadrángulos de Timpia, Calangato y Rio Providencia, Hojas: 25-q, 25-r y 25-s, N° 128; cuadrángulos de Quebrada Honda – Parobamba, Hojas: 26r-26s; y cuadrángulos de Quillabamba – Machupicchu, Hojas: 26q-27q; a esta información se complementó con la interpretación de imágenes satelitales Rapideye (Técnicas de teledetección) En este boletín podremos conocer las principales formaciones geológicas regionales que se presentan en la zona de estudio, además de las principales características morfoestructurales, geomorfológicas, etc. Va a ser muy importante la revisión de este boletín, ya que no se cuenta con mayor información geológica debido a la lejanía y poca accesibilidad del centro poblado de Chamcamayo.

1.13. MARCO CONCEPTUAL

1.13.1. Inundación fluvial

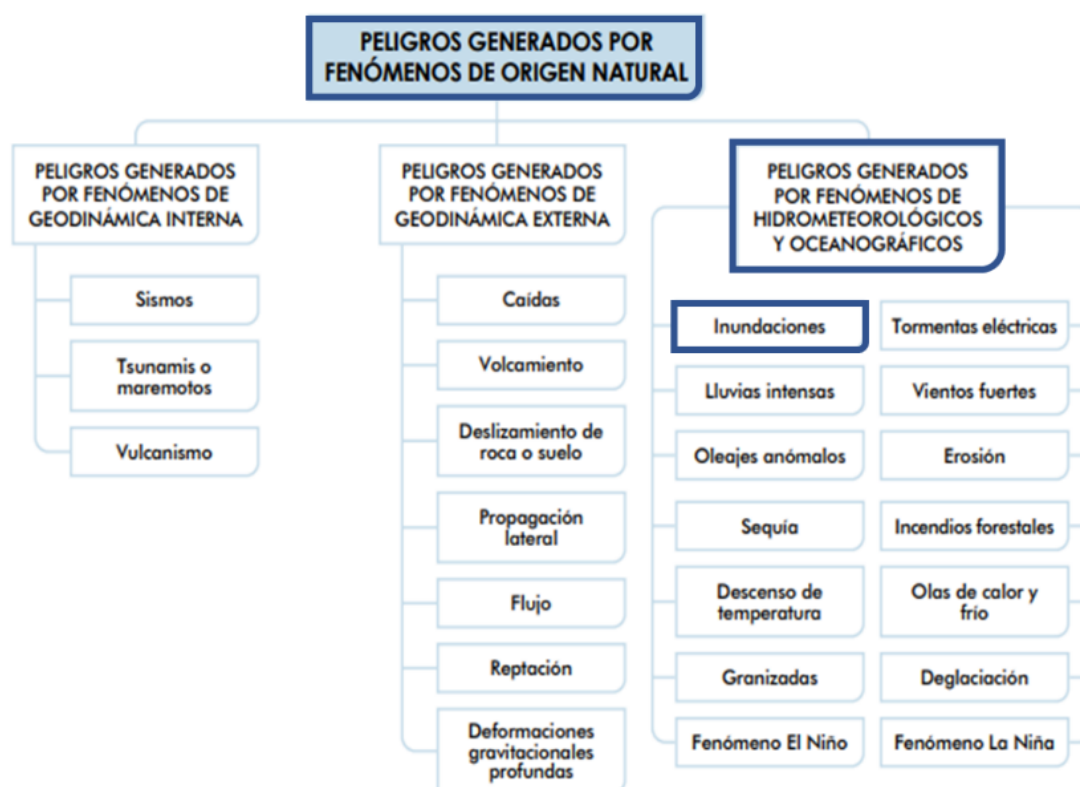
El (CENEPRED, Manual para la Evaluación de Riesgos Originados Inundaciones Fluviales, 2014) afirma que son “originadas por el desborde de flujos de agua. Se atribuye al aumento repentino en el volumen de agua que excede la capacidad que pueda tener el cauce del río, fenómeno conocido como crecidas”.

Figura 4: Clasificación de peligros



Fuente: (CENEPRED, Manual para la Evaluación de Riesgos Originados Inundaciones Fluviales, 2014)

Figura 5: Clasificación de peligros originados por fenómenos naturales



Fuente: (CENEPRED, Manual para la Evaluación de Riesgos Originados Inundaciones Fluviales, 2014)

1.13.2. Identificación y evaluación de peligros

(SINAGERD, Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, s.f.) define al Peligro como “la probabilidad de que ocurra un fenómeno natural con la capacidad de causar daño, en un lugar determinado, con una intensidad específica y con un periodo y frecuencia de tiempo establecidos”.

1.13.3. Los peligros generados por fenómenos de origen natural

También conocidos como amenazas naturales, son eventos o procesos de la Tierra que tienen el potencial de causar daño a las personas, la propiedad y el medio ambiente. Estos fenómenos son inherentes al funcionamiento de nuestro planeta y, aunque a menudo no se pueden prevenir, sus impactos se pueden mitigar mediante la preparación y la planificación. (Emergencias, s.f.)

1.13.4. Peligros Hidrometeorológicos

Originados por procesos atmosféricos, hidrológicos u oceanográficos. (Emergencias, s.f.)

1.13.5. Inundaciones

Desbordamiento de agua que cubre áreas que normalmente están secas. Pueden ser causadas por lluvias intensas, deshielo rápido, marejadas ciclónicas o fallas de presas. (Emergencias, s.f.)

1.13.6. Estimación de Riesgo

“El riesgo surge cuando existe interacción entre el peligro geológico y la vulnerabilidad de una población. El riesgo se puede expresar en términos de daños o pérdidas esperadas frente a eventos de intensidades específicas. En resumen, el riesgo se puede calcular mediante la relación: $\text{Riesgo} = \text{peligro} \times \text{Vulnerabilidad}$ ” (CENEPRED, 2014).

1.13.7. Geodinámica externa

“Es la responsable de moldear el relieve actual del terreno. Los agentes de los procesos externos como las lluvias, vientos, glaciares, etc., son lo que causan la erosión, degastan y dan forma al material geológico inicial que se encuentran levantadas por procesos tectónicos, como resultado con los agentes externos se tratan de modelar hacia la homogeneidad en la altitud” (Dávila Burga, 2011)

1.13.8. Peligro

Condición o proceso de origen natural (geodinámico) que, por su intensidad, ubicación y relación con la exposición de elementos vulnerables, puede generar daños a la población, sus

medios de vida, infraestructura y servicios, así como al ambiente. Ejemplos son los sismos, erupciones volcánicas, deslizamientos, hundimientos, entre otros. **(CENEPRED)**

1.13.9. Geología

Es la ciencia que estudia la Tierra, incluyendo su composición, estructura, procesos internos y externos, historia, y los fenómenos que la han moldeado desde su formación hasta la actualidad. Analiza materiales como rocas, minerales, fósiles y suelos, así como eventos como terremotos, erupciones volcánicas, erosión y formación de montañas. **(Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de España (RACEFYN))**

1.13.10. Litología

Se refiere a la descripción de las características físicas de una roca, como su composición mineral, tamaño de grano y color, utilizada para mapear unidades geológicas **(USGS, recursos educativos sobre geología)**.

1.13.11. Litoestratigrafía

La litoestratigrafía se basa en la identificación de unidades rocosas por sus características físicas y posición en la columna estratigráfica, sin considerar necesariamente su edad geológica **(Guías de la ICS)**

1.13.12. Geomorfología

La geomorfología es la rama de la geografía física y la geología que estudia las formas del relieve terrestre, su origen, evolución y los procesos (internos y externos) que las moldean. Analiza cómo factores como la tectónica, la erosión, el clima y la actividad humana interactúan

para crear paisajes como montañas, valles, llanuras o desiertos (**Real Academia de Ciencias Exactas**)

1.13.13. Pendiente

La pendiente es la inclinación del terreno respecto a un plano horizontal, expresada como el ángulo (en grados) o la relación entre la elevación vertical y la distancia horizontal (en porcentaje). Es un parámetro clave para analizar la estabilidad del suelo, la erosión, la escorrentía y los riesgos geológicos como deslizamientos o huaicos. (**INGEMMET**)

1.13.14. Hidrología

La hidrología es fundamental para comprender los procesos del ciclo hidrológico y su interacción con el clima, el suelo y la actividad humana. Permite evaluar la disponibilidad de agua en cantidad y calidad, esencial para la planificación de su uso en agricultura, industria, consumo humano y conservación de ecosistemas (**Fuente: Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos del Perú, ANA, 2020**)

1.13.15. Hidrografía

Es la ciencia que describe y cartografía las masas de agua superficiales de un territorio, como ríos, lagos, lagunas, glaciares, humedales y mares. Su objetivo es registrar su ubicación, características físicas (longitud, caudal, profundidad) y relación con el relieve. (**Autoridad Nacional del Agua - ANA**)

1.13.16. Caudal

El caudal (o caudal volumétrico) es el volumen de agua que fluye a través de una sección transversal de un río, quebrada o canal por unidad de tiempo. Se expresa en metros cúbicos por

segundo (m^3/s) y es clave para gestionar recursos hídricos, diseñar infraestructuras y prevenir inundaciones. **(Autoridad Nacional del Agua - ANA)**

1.13.17. Altura del nivel de agua de inundación

La altura del nivel de agua de inundación es la elevación máxima que alcanza el agua durante un evento de inundación, medida desde un punto de referencia (como el lecho del río, el nivel del mar o una cota topográfica). Este parámetro es crítico para evaluar riesgos, diseñar infraestructuras resilientes y planificar medidas de mitigación **(SENAMHI)**

1.13.18. Fajas marginales:

Las áreas inmediatas superiores a las riberas de las fuentes de agua, naturales o artificiales, que constituyen bienes de dominio público hidráulico. En términos más sencillos, son las franjas de terreno adyacentes a los ríos, lagos, lagunas, canales y otras fuentes de agua. Estas fajas son consideradas propiedad del Estado y tienen como objetivo principal la protección del recurso hídrico, de los bienes asociados a él y la prevención de daños a las personas y sus propiedades ante eventos hidrológicos.

1.13.19. Hidrogeología

La hidrogeología investiga cómo el agua se almacena y fluye en el subsuelo, especialmente en formaciones geológicas llamadas acuíferos (rocas o sedimentos permeables que almacenan agua). Combina principios de geología, hidrología y química para gestionar recursos hídricos subterráneos de manera sostenible. **(SENAMHI)**

1.13.20. Precipitación

Cantidad de agua en estado líquido (lluvia) o sólido (nieve, granizo) que cae desde la atmósfera a la superficie terrestre, medida en milímetros (mm). Incluye fenómenos como llovizna, lluvia, nieve y aguanieve. **(SENAMHI)**

1.13.21. Intensidad

"Cantidad de precipitación que cae por unidad de tiempo, expresada en milímetros por hora (mm/h). Clasifica eventos en débiles, moderados o fuertes." **(SENAMHI)**

1.13.22. Duración

"Tiempo durante el cual ocurre un evento de precipitación, medido en horas o días. Permite diferenciar entre chubascos cortos (minutos) y lluvias prolongadas (días)." **(SENAMHI)**

1.13.23. Frecuencia

"Número de veces que un evento de cierta intensidad y duración ocurre en un período determinado (ej.: 10 años). Se usa para diseñar infraestructura resiliente y mapas de riesgo." **(SENAMHI)**

1.13.24. Humedad

La humedad (o contenido de agua) es la relación entre la masa de agua presente en un suelo y la masa de sólidos, expresada en porcentaje. Es clave para determinar la compactación, resistencia y comportamiento del suelo ante cargas. (International, 2017)

1.13.25. Angulo de fricción interna

El ángulo de fricción interna (ϕ) es la resistencia al corte de un suelo debido al roce entre partículas, típico de suelos granulares (arenas, gravas). Se mide en grados ($^{\circ}$) y es crucial para calcular la capacidad portante y estabilidad de taludes. (International, 2017)

Fórmula (Criterio de Mohr-Coulomb): $\tau = \sigma' \cdot \tan(\phi)$

- τ : Resistencia al corte.
- σ' : Esfuerzo normal efectivo.

1.13.26. Cohesión

La cohesión (c) es la resistencia al corte de un suelo debido a fuerzas electroquímicas entre partículas, predominante en suelos finos (arcillas). Se expresa en kilopascales (kPa). (International, 2017)

Fórmula (Criterio de Mohr-Coulomb): $\tau = c + \sigma' \cdot \tan(\phi)$

1.13.27. Análisis de Vulnerabilidad:

(SINAGERD, Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, s.f.) define que la vulnerabilidad es “la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, frente a los daños que pueda causar un peligro/amenaza natural”.

1.13.28. Dimensión social

(CENEPRED, Manual para la Evaluación de Riesgos Originados Inundaciones Fluviales, 2014) Este presenta parámetros de elementos expuestos, susceptibles para el análisis de la dimensión social.

Figura 6: Análisis de la Dimensión Social

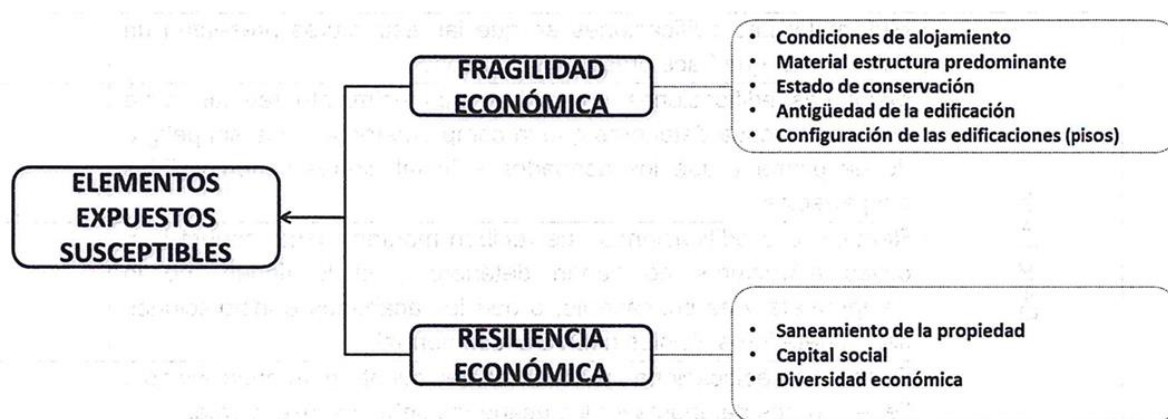


Fuente: (CENEPRED, Manual para la Evaluación de Riesgos Originados Inundaciones Fluviales, 2014)

1.13.29. Dimensión económica

(CENEPRED, Manual para la Evaluación de Riesgos Originados Inundaciones Fluviales, 2014) Este presenta parámetros de elementos expuestos, susceptibles para el análisis de la dimensión económica.

Figura 7: Análisis la Dimensión Económica

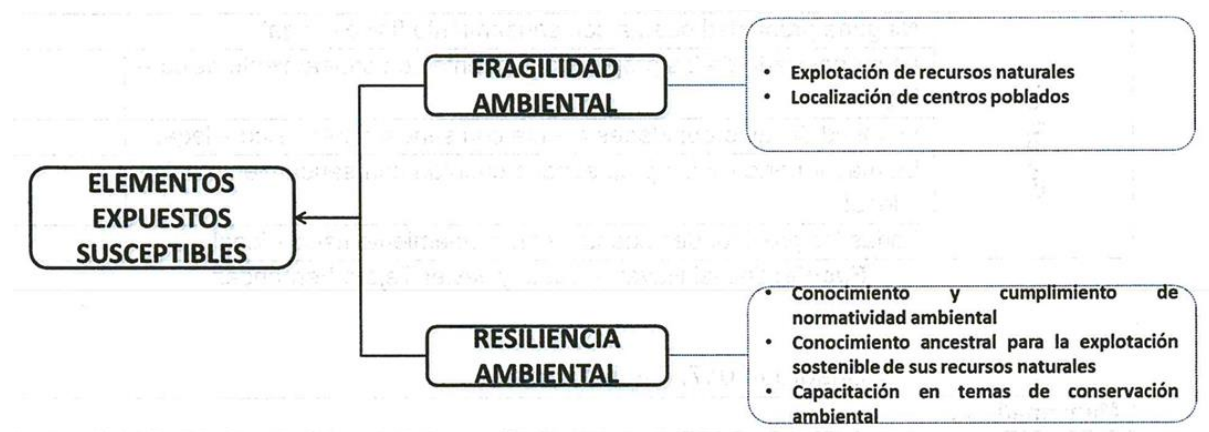


Fuente: (CENEPRED, Manual para la Evaluación de Riesgos Originados Inundaciones Fluviales, 2014)

1.13.30. Dimensión ambiental

(CENEPRED, Manual para la Evaluación de Riesgos Originados Inundaciones Fluviales, 2014) Este presenta parámetros de elementos expuestos, susceptibles para el análisis de la dimensión ambiental.

Figura 8: Análisis de la Dimensión Ambiental



Fuente: (CENEPRED, Manual para la Evaluación de Riesgos Originados Inundaciones Fluviales, 2014)

1.13.31. Exposición:

La exposición, está referida a las decisiones y prácticas que ubican al ser humano y sus medios de vida en la zona de impacto de un peligro. La exposición se genera por una relación no apropiada con el ambiente, que se puede deber a procesos no planificados de crecimiento demográfico, al proceso de urbanización sin un adecuado manejo del territorio y/o a políticas de desarrollo económico no sostenible. A mayor exposición, mayor vulnerabilidad. (CENEPRED, Manual para la Evaluación de Riesgos Originados Inundaciones Fluviales, 2014)

1.13.32. Fragilidad:

La fragilidad, está referida a las condiciones de desventaja o debilidad relativa del ser humano y sus medios de vida frente al peligro. En general, está centrada en las condiciones físicas de una comunidad o sociedad y es de origen interno, por ejemplo: formas de construcción, no seguimiento de normativa vigente sobre construcción y/o materiales, entre otros. A mayor fragilidad, menor vulnerabilidad. (CENEPRED, Manual para la Evaluación de Riesgos Originados Inundaciones Fluviales, 2014)

1.13.33. Resiliencia:

La resiliencia, está referida al nivel de asimilación o capacidad de recuperación del ser humano y sus medios de vida frente a la ocurrencia de un peligro. Está asociada a condiciones sociales y de organización de la población. A mayor resiliencia, menos vulnerabilidad. (CENEPRED, Manual para la Evaluación de Riesgos Originados Inundaciones Fluviales, 2014)

1.13.34. La Expansión Urbana:

Es el crecimiento de las áreas metropolitanas, usualmente como resultado del crecimiento poblacional y el desarrollo de infraestructura, transformando áreas rurales en paisajes urbanos. (StudySmarter, s.f.)

Causas:

- **Crecimiento poblacional:** Un aumento en el número de habitantes genera una mayor demanda de vivienda, servicios e infraestructura. (StudySmarter, s.f.)
- **Oportunidades económicas:** Las ciudades suelen ofrecer más y mejores oportunidades de empleo, atrayendo a personas de áreas rurales. (StudySmarter, s.f.)

- **Avances tecnológicos:** Mejoras en el transporte y la construcción facilitan la expansión hacia las afueras de las ciudades. (StudySmarter, s.f.)
- **Políticas y planificación gubernamental:** Decisiones sobre zonificación, desarrollo de infraestructura y vivienda pueden influir en la dirección y la velocidad de la expansión urbana. (StudySmarter, s.f.)
- **Deseo de más espacio y mejores condiciones de vida:** Algunas personas buscan viviendas más grandes y lotes más extensos en las afueras de la ciudad. (StudySmarter, s.f.)

Impactos:

- **Desarrollo de infraestructura:** La expansión requiere la construcción de nuevas carreteras, escuelas, hospitales y redes de servicios públicos. (StudySmarter, s.f.)
- **Crecimiento económico:** Puede estimular las economías locales creando empleos y atrayendo negocios. (StudySmarter, s.f.)
- **Impacto ambiental:** A menudo conduce a la destrucción de hábitats naturales, aumento de la contaminación y pérdida de tierras agrícolas. (StudySmarter, s.f.)
- **Cambios sociales:** Puede generar fragmentación social y pérdida de comunidad. (StudySmarter, s.f.)
- **Aumento de la demanda de energía:** La expansión urbana puede incrementar significativamente el uso de energía, especialmente en transporte. (StudySmarter, s.f.)
- **Pérdida de biodiversidad:** La conversión de tierras naturales amenaza la biodiversidad y reduce el almacenamiento de carbono. (StudySmarter, s.f.)

1.13.35. Planificación Urbana:

Según la Ley de Desarrollo Urbano Sostenible, Ley N° 31313, 2021, indica que la Planificación Urbana se refiere al proceso que estructura y regula el uso de suelos en ciudades y áreas urbanas. También indica textualmente que “el proceso de planificación urbana incluye la definición de políticas, estrategias y normativas para guiar el crecimiento ordenado y sostenible de las ciudades y poblados, considerando factores como la vivienda, el transporte, la infraestructura, los espacios públicos, el medio ambiente y la gestión de riesgos”.

Figura 9: Ámbitos de la planificación urbana.



Fuente: Foro Urbano Nacional "Instrumentos para la planificación territorial y urbana", por MVCS, 2022

2. CAPITULO II

GEOMORFOLOGIA

2.1. PENDIENTES

Conceptualmente, se entiende por pendiente a la relación que existe entre la diferencia de altura h entre dos puntos de alturas A y B, y la distancia horizontal que separa a dos curvas en sus puntos de cotas A y B, distancia medida perpendicularmente a las líneas tangentes que pasan por los mencionados puntos A y B, multiplicados por 100 que determina el valor de la pendiente en porcentaje. (DS N°17-2009-AG, 2009)

La inclinación del suelo constituye un factor determinante en el estudio de las formas terrestres, al modular significativamente el equilibrio geológico superficial. Esta variable condiciona los mecanismos de desgaste superficial, la dinámica de transporte de materiales sólidos y la estructura del paisaje. De igual forma, opera como parámetro esencial para el análisis de amenazas ambientales, particularmente en la predicción de movimientos masivos de suelos y fenómenos hidrológicos extremos. Rango de pendientes en porcentajes y grados.

Tabla 7: Rango de pendientes en porcentajes y grados

CLASE	RANGO	RANGO PORCENTAJE	RANGO GRADOS	DESCRIPCIÓN
AB	0-4	0-4 %	0-2 °	Llano a ligeramente inclinado
C	04-08	4-8 %	2-4 °	Moderadamente inclinado
D	08-15	8-15 %	4-8 °	Fuertemente inclinado
E	15-25	15-25 %	8-14 °	Moderadamente empinado
F	25-50	25-50 %	14-26 °	Empinado
G	50-75	50-75 %	26-37 °	Fuertemente empinado
H	75	75%	+37 °	Escarpado

Fuente: (DS N°17-2009-AG, 2009)

2.1.1. Pendiente Llano a ligeramente inclinado (0% - 4% / 0° - 2°)

Terrenos con pendientes menores al (4% y menores a 2°) donde no existen indicios que permitan predecir deslizamientos. Laderas no meteorizadas, con discontinuidades favorables, muy cercana al río Chamcamayo, estas zonas son las más propensas a erosiones e inundaciones fluviales en épocas de fuertes precipitaciones pluviales.

2.1.2. Pendiente Moderadamente inclinado (4% - 8% / 2° - 4°)

Estos relieves con pendientes (4% - 8% / 2° - 4°), que pueden ser aprovechables para un uso agrícola adecuado. Se encuentran concentrados en la parte intermedia de la ladera como consecuencia de la actividad sedimentaria de los agentes erosivos y los sistemas hídricos que presenta la zona. Esta pendiente suele también ser aprovechada por los asentamientos poblacionales masivos, como por ejemplo el centro poblado de Chamcamayo.

2.1.3. Pendiente Fuertemente inclinado (8% - 15% / 4° - 8°)

Los relieves con pendientes (8% - 15% / 4° - 8°), que también pueden ser aprovechables para un uso agrícola adecuado. Se encuentran en la parte intermedia de la ladera como consecuencia de la actividad sedimentaria de los agentes erosivos y los sistemas hídricos que presenta la zona. Esta pendiente suele también ser aprovechadas por los asentamientos poblacionales masivos, como por ejemplo el centro poblado de Chamcamayo.

2.1.4. Pendiente Moderadamente empinado (15% - 25% / 8° - 14°)

Los relieves allanados con pendientes (15% - 25% / 8° - 14°), que también pueden ser aprovechables para un uso agrícola. Se encuentran en la parte intermedia de la ladera y constituyen zonas de transición a relieves de pendiente más elevada, su formación se da como consecuencia de la actividad erosiva sedimentaria de los agentes erosivos y los sistemas hídricos que presenta la zona. Esta pendiente suele también ser aprovechadas por los asentamientos poblacionales masivos.

2.1.5. Pendiente Empinada (25% - 50% / 14° - 26°)

Los relieves inclinados con pendientes empinada con rangos que van de (25% - 50% / 14° - 26°), que también suelen ser usados en la agricultura. Se encuentran mayormente concentrados hacia las partes de altura intermedias de la zona de estudio como resultado eminentemente de la actividad de los agentes erosivos y los sistemas hídricos erosionales que presenta, presentan cobertura vegetal en zonas donde no se les da uso agrícola.

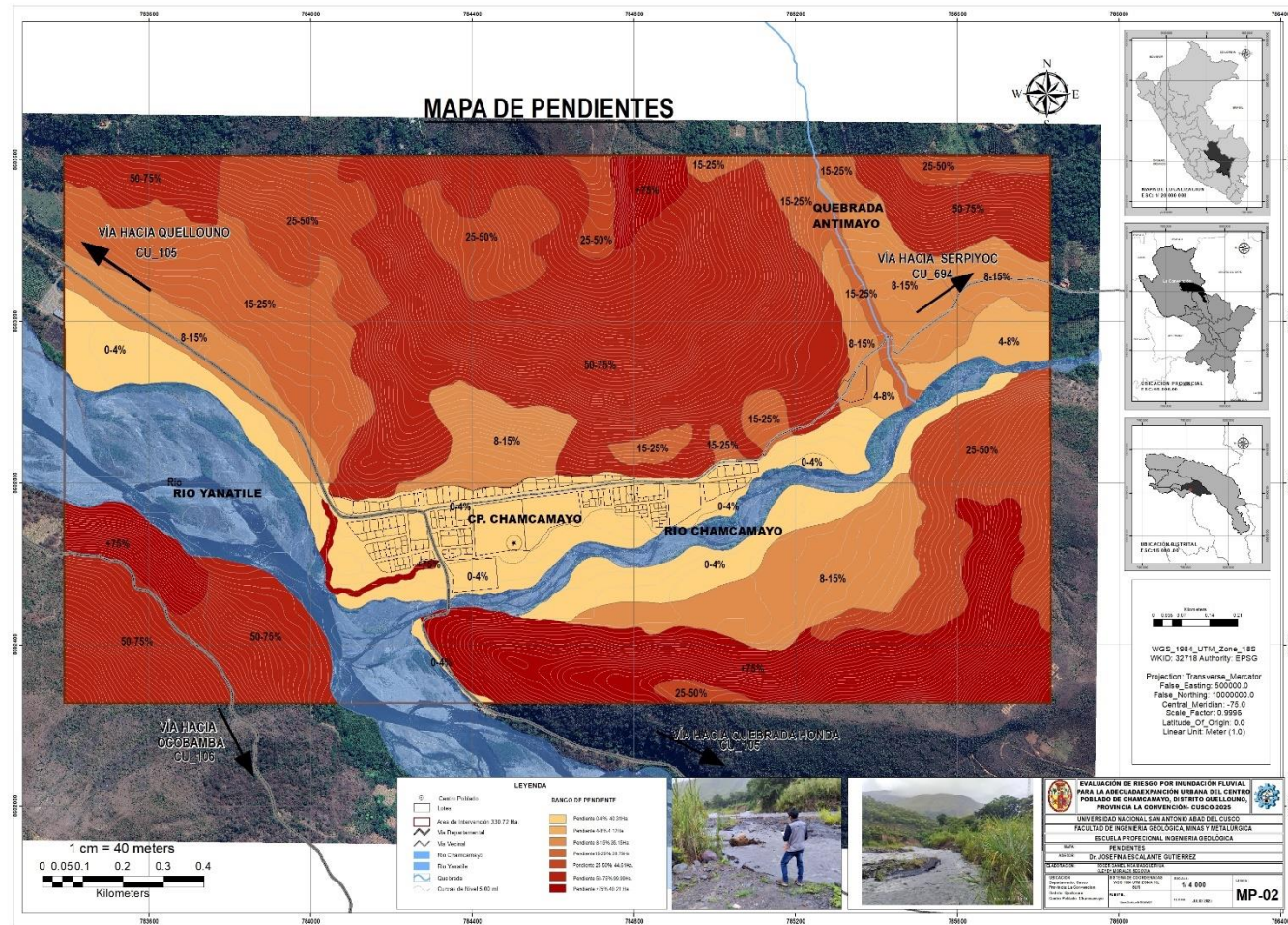
2.1.6. Pendiente fuertemente empinada (50% - 75% / 26° - 37°)

Los relieves con fuerte inclinación de pendientes mayores a (50% - 75% / 26° - 37°), que no son apropiados para su uso agrícola. En estas zonas el relieve es complicado llegando en algunos casos a ser casi verticales, son el resultado de fuerzas tectónicas internas mayores y de la actividad de los agentes erosivos y los sistemas hídricos erosionales que se presentan en la zona, presentan poca o nula cobertura vegetal, mayormente de bosques, y si es nula presentan en cambio afloramientos rocosos que a veces tienen pendientes extremas, su presencia se concentra como resultado de eventos geodinámicos de remoción en masa acontecidos anteriormente por las fuertes pendientes que presentan esas zonas.

2.1.7. Pendiente Escarpada (> 75% / > 37°)

Los relieves con una muy fuerte inclinación de pendientes (> 75% / > 37°), también denominadas muy abruptas, ya no son aptas para el uso agrícola, constituyen laderas montañosas escarpadas, en estas zonas el relieve es complicado llegando en algunos casos a ser casi verticales.

Figura 10: MP-02 MAPA DE PENDIENTE



2.2. GEOMORFOLOGÍA LOCAL

2.2.1. Unidades Geomorfológicas Locales

La zona de estudio localmente presenta diversas unidades geomorfológicas que definen la morfología actual de un relieve accidentado y diversificado, el cual está representado por,

- A. Terrazas bajas
- B. Terrazas medias
- C. Terrazas altas
- D. Laderas
- E. Quebradas
- F. Lomadas
- G. Colinas,

las cuales muestran una actividad erosiva de tipo pluvial en las laderas del valle, y de tipo fluvial ejercida por el río Chamcamayo principalmente en las terrazas de la margen derecha de ambos ríos.

Figura 11: Vista del fondo de valle donde se establece geomorfológicamente el C.P. de Chamcamayo.



Fuente: Google Earth Pro imagen 23/06/2023.

A. Terrazas bajas

Esta unidad presenta un relieve plano a ligeramente inclinado con pendientes de 0% a 4% sobre el nivel del río Chamcamayo, estas unidades identificadas en la zona de estudio son las que están más sujetas a inundaciones estacionales

Estas geoformas están conformadas por sedimentos aluviales recientes, con una topografía plano a ligeramente inclinada, mostrando además en forma localizada áreas plano-depresionadas, algo cóncavas, con un drenaje que varía de muy pobre a bueno,

Litológicamente se encuentran constituidos por sedimentos aluviales recientes y muy poco consolidados, de naturaleza areno limosa a arcillosa. Pueden tornarse gravosos en las secciones medias de los ríos que descienden de la región cordillerana, en específico en la zona de estudio se identifica más los bolones de rocas metamórficas como lo son las pizarras

Generan suelos de drenaje bueno a moderado y no son ácidos, debido al aporte de bases que reciben esporádicamente durante las más grandes inundaciones.

Figura 12: Terraza aluvial baja ubicada en la margen derecha del río Chamcamayo



B. Terrazas medias

Está conformada por tierras de topografía plana, ligeramente onduladas, con una pendiente general que va de 4% a 8 %, que han sido originadas por sedimentos aluviales antiguos del río Chamcamayo del Centro Poblado de Chamcamayo estas unidades tienen una altura mayor que las terrazas bajas y que cuando están adyacentes, se nota muy claramente la diferencia de alturas. Generalmente están constituidas por materiales finos, con predominancia de arcillas y limos

Los niveles más bajos de estas terrazas pueden ser inundables en forma parcial y muy localizadamente, durante la época de crecientes excepcionales.

Se desarrollan en ambas márgenes del río Chamcamayo del centro poblado de Chamcamayo.

Figura 13: Vista de la terraza media, ubicada en la margen izquierda del río Chamcamayo.



C. *Terrazas altas*

Está conformada por tierras de topografía plana a ligeramente inclinada, con pendientes que va de 8% a 15% y que han sido originadas por sedimentos aluviales antiguos del río Chanchamayo del Centro Poblado de Chamcamayo, estas terrazas tienen mayor altura que las terrazas medias identificadas previamente

Formada por sedimentos antiguos del Ordovícico, presenta sedimentos que son de naturaleza limo-arcillosa, poco consolidados, con presencia de lixiviación y movimiento de arcillas de las capas superficiales a las más profundas.

Estas terrazas son más difíciles de ser afectadas por inundaciones fluviales, pero si se registraron ejemplos de dichos eventos ante precipitaciones muy extraordinarias.

Figura 14: Vista de la terraza alta, Cp. Chamcamayo.



D. Quebrada

Es una abertura alargada y angosta considerada como una forma menor del relieve, formada por la erosión del agua, tanto de ríos que flúan sobre su superficie como de corrientes por debajo del suelo, en la zona estudiada se identificó la quebrada Antimayo.

Se ubicada al NE del Centro Poblado de Chamcamayo el cual se caracteriza por ser un aportante importante del rio Chamcamayo, esta quebrada está ubicada en la margen derecha del rio Chamcamayo el pendiente promedio aproximada es de 15% a 25% aproximadamente

La quebrada Antimayo es de muy poca profundidad y el transporte que genera es regular, ya que se registra grabas, arenas, limo y arcillas que son material erosionado por el curso de agua de esta quebrada en épocas de lluvia suele ser muy activa y su caudal puede incrementarse hasta el doble en crecidas extraordinarias, la parte mas afectada directamente ante un evento en el lugar seria la carretera que cuza la Quebrada de Antimayo.

Figura 15: Vista de la quebrada de Antimayo.



E. Laderas

Estas unidades se definen como, superficie inclinada que une los puntos de mayor altitud o cota con las zonas situadas a nivel inferior. En la zona de estudio se identifica esta unidad en todos los flacos del Centro Poblado de Chamcamayo que está limitado por el río Chamcamayo, suelen partir por encima de las Lomadas o también pueden ir sobre las Quebradas o directamente sobre las terrazas esto depende directamente del cambio de pendiente en la zona de estudio.

Como se observa en la foto 18 se identifica laderas en el SW, NE y SE del centro poblado de Chamcamayo, en su mayoría pertenecientes al grupo San José y la Fm Ananea.

Figura 16: Vista ladera en dirección Norte del CC.PP. de Chamcamayo



F. Lomada

Se caracteriza por presentar superficies de forma ondulada y de contornos suaves a moderadamente rugosos, con cimas algo convexas y cuyo rango de alturas es muy variable. Sus sedimentos son de origen aluvial antiguo, con predominancia de lutita, lilitas y pizarras identificadas de la Fm Ananea

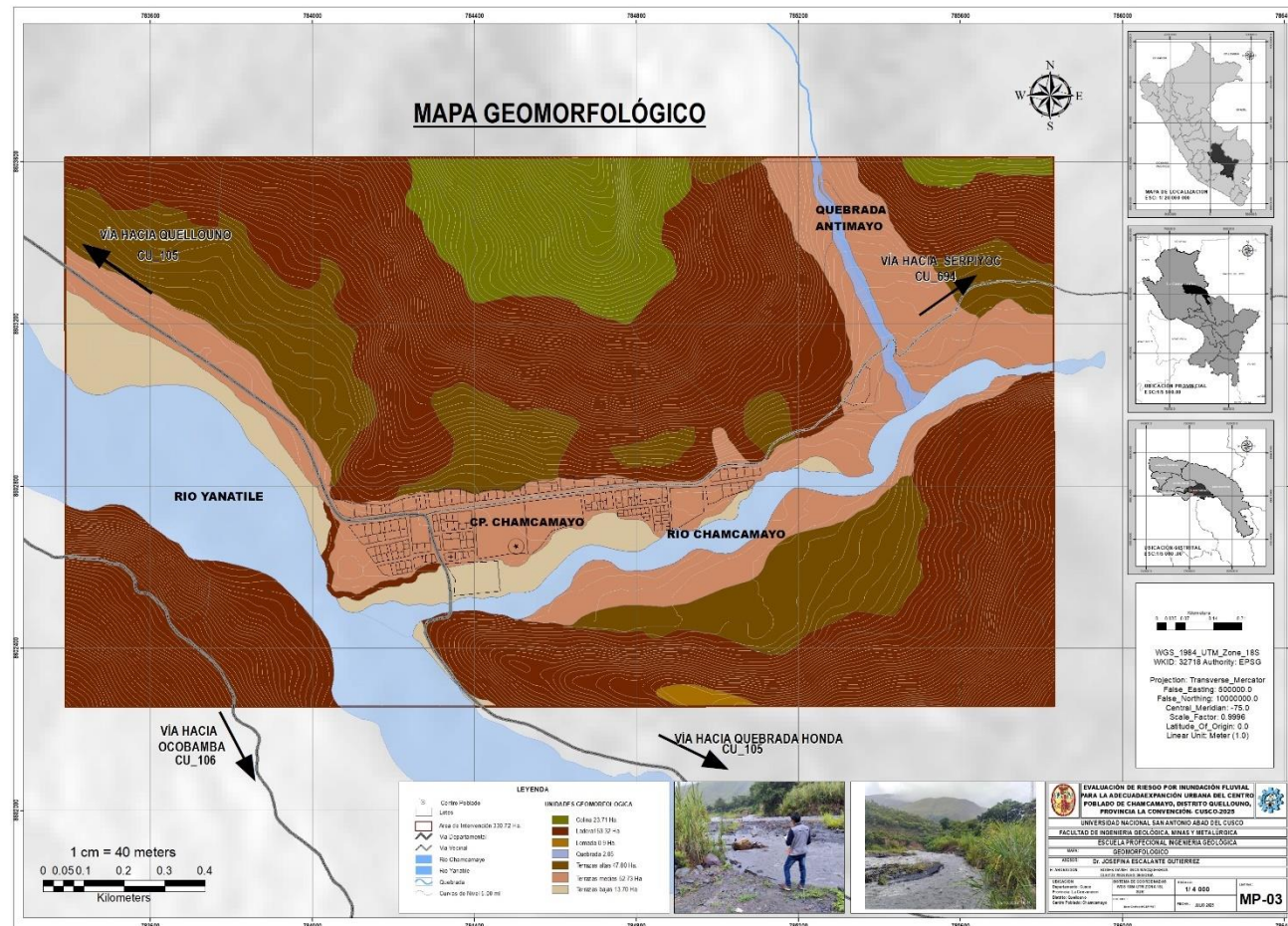
En la zona de estudio se identifica el sector Sentinelayoc ubicada al SE del Centro Poblado de Chamcamayo este sector se caracteriza como lomada (ver foto 20) se ubica en la margen izquierda del rio Chamcamayo.

G. Colinas

Estas geoformas se han originado a partir de la Formación Ananea, conformada por lutitas, limolitas y pizarras notándose el efecto erosivo debido a la acción directa de las fuertes precipitaciones pluviales y de las aguas de escorrentía superficial.

En la zona de estudio se ubican en la parte N del Centro Poblado de Chamcamayo presentando un relieve moderadamente empinado

Figura 17:MP-03 MAPA DE GEOMORFOLÓGICO



3. CAPITULO III

GEOLOGIA

3.1. GEOLOGIA REGIONAL

Al igual que en toda la Cordillera Oriental, la sedimentación Ordoviciana, está caracterizada por los sedimentos pelíticos y arenosos de origen marino poco profundo del Grupo San José (Arenigiano-Llanvirniano), la que es seguida por las series esencialmente arenosas litorales de la Formación Sandia (Caradociano).

Durante el Silúrico y el Devónico, continúa la sedimentación pelítica marina de la Formación Ananea.

A finales del Devoniano e inicios del Misisipiano, un evento tectónico importante, afectó toda la cuenca del Paleozoico inferior, produciendo un plegamiento generalizado de dirección E-O y NE-SO, formando anticlinales, sinclinales y además la deformación de los Intrusivos hipabísales Devonianos. Esta fase produjo dos tipos de metamorfismo, el primero y más importante, mesozonal que forma los gneis, micaesquistos y anfíbolitas. El segundo metamorfismo es epizonal y está representado por cuarcitas micáceas, esquistos sericíticos cloríticos y pizarras.

En el Jurásico una serie de diques y sills de gabros y granitos alcalinos intruyeron rocas del Paleozoico y del Permo-Triásico, siendo éste, otro argumento de la existencia del proceso de rifting.

En el Terciario, se emplazan pequeños cuerpos intrusivos granodioríticos probablemente calco-alcalinos, los que cortan rocas del Cretáceo, y parecen corresponder al Batolito Andahuaylas-Yauri. Igualmente, en este período se habrían emplazado las

mineralizaciones de uranio y polimetálicos (Pb, Ag, Cu y Zn). Durante el Pleistoceno y el Holoceno, cuerpos volcánicos pequeños de composición shoshonítica se forman al límite Altiplano-Cordillera Oriental y marcan zonas de reactivación de fallas.

(INGEMMET, Geología de los Cuadrangulos de Quebrada Honda (26r) y Parobamba (26s), 1999) (INGEMMET, Geología de los cuadrangulos de Machupicchu, hojas 27q2, 27q3, Cusco Peru, 2021)

3.2. GEOLOGIA LOCAL A NIVEL DEL DISTRITO

La geología del distrito de Quellouno, se caracteriza principalmente por la presencia de rocas metamórficas, rocas ígneas intrusivas, rocas volcánicas, así como de depósitos cuaternarios fluviales, aluviales, coluviales y eluviales). Luego se describen los pliegues y fallas que corresponden a la geología estructural.

Se han reconocido unidades estratigráficas que van del paleozoico al cenozoico (cuaternario). Las unidades estratigráficas del distrito de Quellouno corresponden a rocas del Paleozoico de rocas pizarras y areniscas cuarzosas y los materiales del Cenozoico que son constituidos por los depósitos cuaternarios.

PALEOZOICO

Constituyen relativamente las rocas más antiguas y como tal han soportado las sucesivas tectónicas, resultando de esta manera afloramientos de dificultosa percepción debido a la disposición desordenada de sus sedimentos.

El distrito de Quellouno ocupa parte del flanco este de la Cordillera Oriental y Faja Subandina, al sureste del Perú y noroeste de la ciudad del Cusco.

Grupo San José: (Oim-sj) – ordovícico medio

Definición y relaciones estratigráficas: Inicialmente fue descrito como Formación San José por LAUBACHER (1974) en el Valle de Sandia; posteriormente DE LA CRUZ, N. et. al (1996) lo eleva a la categoría de Grupo, definiendo dos formaciones: la Formación Iparo en la parte inferior y la Formación Purumpata en la parte superior.

Litología y ambiente sedimentario: El Grupo San José tiene un grosor aproximado de 2000 m; está compuesto por una gruesa sucesión de pizarras con areniscas finas cuarzosas, esquistos grises, verdes y negros con pirita diseminada y cristalizada, micaesquistos, cuarcitas, metafilita, hornfels de cordierita y granate, cuarzo-grauvaca y lutitas bandeadas, en la parte superior es más arenosa e indica el paso transicional de la formación Sandia, la presencia de pliegues a diferentes escalas, explica un mayor grosor aparente, los afloramientos de la zona de estudio muestran que las pizarras y esquistos se hallan fuertemente foliadas, por lo que la presencia de fósiles es escasa.

Esta unidad se encuentra plegada y afectada por esquistocidad, la cual ha borrado prácticamente sus características sedimentarias.

Edad: Se encontraron fósiles como graptolitos, asignándole una edad arenigiana-llanvimiana.

En el ámbito de estudio, el origen de los sedimentos del Grupo San José es marino poco profundo, estos afloramientos ocupan una porción de la cordillera situada entre los ríos Yanatile y Mapacho, corriendo en forma paralela a los mismos destacándose los siguientes centros poblados:

Pasto Grande, Arenal, Combapata, Bolivia, Santa Cruz, Alto Serpiyoc, Serpiyoc, Dos de Mayo, Bellavista, Qosqopata, Alto quesquento, Alto Campanayoc, Alto Chirumbia, Lampachaca, San Cristobal, Llaverro Chico, Abra Reina, Alto Javiteni, Simpachaca, San Pedro, San Martin, Llactapampa, Tunquimayo, Pumacaspana, Vaqueria, Tupac Amaru, Quinta Arena Margen Derecha, Quinta Arena Margen Izquierda, Cumupampa, Trabajo, Quellouno, Rosario, Chapo alto, Alto Boyero, Chapo Boyero, Quincoreni, Chapo Otingania, Chapo Chico, Apurimayoc, Chapo Anchiuay, Chapo Cuviriari.

Figura 18: Vista frontal de un afloramiento de lutitas bandeadas plegadas y fracturadas, sector de Chapo Kuviriari (E 749118-N 8618322).



Formación Sandia: (Os-s) – Ordovícico Superior

Definición y relaciones estratigráficas: LAUBACHER (1978), la describe como una gruesa secuencia compuesta de estratos gruesos a delgados de cuarcitas de grano fino interestratificado con finas capas de pizarras y secuencias de pizarra cuarzosa finamente laminadas.

Litología y ambiente sedimentario: Se trata de areniscas cuarzosas de grano medio a fino de color gris claro a blanquecino, en capas delgadas a medianas, con intercalaciones de lutitas oscuras, con micropliegues finamente laminados, con presencia de muscovita, estas capas muestran en algunos niveles rizaduras y laminaciones cruzadas.

Edad: No se han encontrado fósiles, pero si se relaciona por sus características de las areniscas caradocianas fosilíferas de la cordillera oriental de la región puno y cusco, por lo que se le atribuye una edad caradociana.

En el área del presente trabajo la formación Sandia se encuentra en afloramientos extensos compuesto por sedimentos areniscosos intercalados con sedimentos más delgados de pizarras, los estratos de arenisca muestran estratificación laminar, las orientaciones de las estructuras obedecen al tectonismo que las afectó. Los sedimentos que mejor afloramiento muestran son las areniscas y escasamente las pizarras cuando éstas están en estratos delgados a pesar de ello, existen grandes tramos cubiertos por depósitos aluviales o por terrazas las que impiden describir y medir el grosor de la sección sedimentaria en forma completa.

Uno de los afloramientos se encuentra entre los caseríos de Estrella y Túpac Amaru en la esquina sureste del cuadrángulo de Timpia a lo largo de la margen izquierda del río Yavero el que consta esencialmente de una secuencia pizarrosa de estratos gruesos que contienen niveles delgados de cuarcitas de 10 y 20 cm de grosor, también contiene estratos de hasta 1.50 m de cuarcita blanquecina que están fuertemente plegadas. Pasando el puente de Estrella en la margen derecha del río Yavero se encuentra una gruesa secuencia de arenisca parduzca de estratificación laminar.

Asimismo, en el sector de Túpac Amaru en la base de la formación el contacto es por fallamiento.

Litológicamente la formación Sandia está compuesta por cuarcitas, metacuarcitas a veces laminadas, pizarras y microconglomerados. Cerca al contacto con los intrusivos, se presentan hornfels que se han producido por metamorfismo de contacto. Al techo de la unidad, las pizarras generalmente presentan nódulos calcáreos, las cuarcitas son finas, grises verdosos a negras y muestran un alto grado de metamorfismo, posiblemente térmico debido a los intrusivos permo-triásicos.

El paso del Grupo San José a la formación Sandia es en concordancia y en aparente continuidad estratigráfica, siendo difícil determinar el contacto exacto.

En las siguientes Quebradas aflora la Formación Sandia perpendicular a su cauce como: Combapata, Palmarayoc, Mestizamayo, Barrancas, Ujucancha, Huacachupá, Quesquento, Serpiyoc, Chaupimayo, Quirateri, Cavaciatto, Quepidari.

Aflora también en los ríos: Matoriato, Iyoquipe, Posonateni y Chirumbia.

También suelen aflorar total o parcialmente los sectores: Limonpata , Kenkomayo, Bolivia, Alto Serpiyoc, Matoriato, Yokiri, Nueva Luz, Huillcapampa, Carmen Alto, Estrella, Quinta Arena Margen Izquierda, Estrella, Alto Mezada, Penetracion, Rosaspata, Bajo Mapitnari, Tupac Amaru, Calangato.

Figura 19: Vista frontal de un afloramiento de pizarras intercaladas con capas delgadas de cuarcitas sector de Penetración (E 769029-N 8627559).

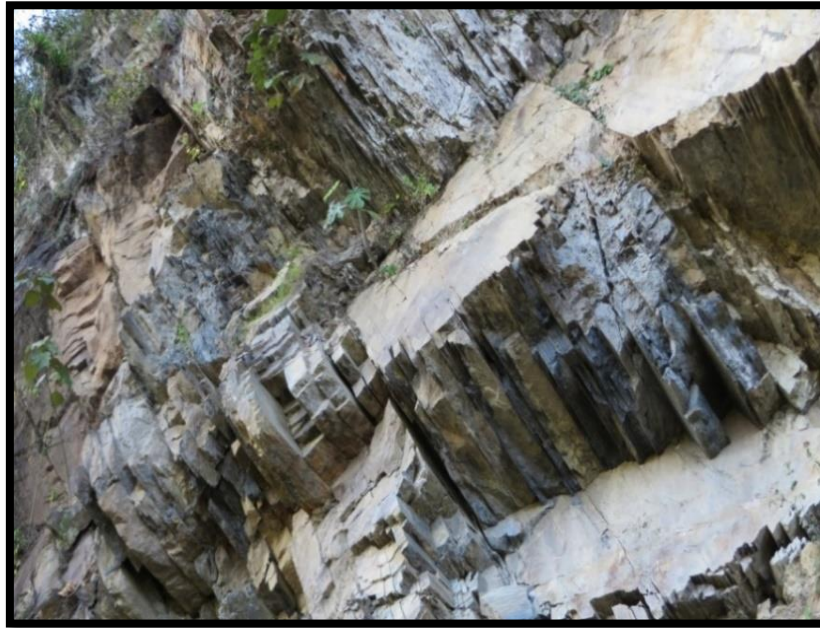


Figura 20: Vista frontal de un afloramiento de pizarras y areniscas cuarzosas de grano medio a fino, sector de Nueva Luz (E 761199 - N 8626386).



Formación Ananea (SD-a) Silúrico Devónico

Definición y relaciones estratigráficas: El nombre proviene del nevado de Ananea y fue denominada así por LAUBACHER (1974), quien describe una sucesión de esquistos negros epimetamórficos que afloran entre Cuyo Cuyo y Ananea, asignándoles una edad siluro–devoniana.

Litología y ambiente sedimentario: Está representada por pizarras, pizarras lutáceas, esquistos pizarrosos, cuarcitas y arenas cuarcíticas, de ésta variedad litológica las pizarras son las predominantes.

Esta es una de las formaciones que cuenta con paquetes de lutitas negras laminares conteniendo pirita sinsedimentaria.

Edad: Se han encontrado el crustáceo Leperditia, que indica el Siluro-Devoniano.

En la zona de estudio está afectada por un magmatismo (diques y sills). Las pizarras son azules negruzcos con pátina gris azulada, la estratificación es delgada a mediana, la presencia de constituyentes finos algo deleznable, así como la abundancia de micas permite clasificarlos como pizarras lutáceas o pizarras esquistosas.

Esta formación tiene una amplia distribución en el área, pero debido a la facilidad de intemperización, en la mayoría de las veces está cubierta por aluviales.

La litología es eminentemente monótona, compuesta de pizarras, limoarcillitas pizarrosas, la presencia de cuarcitas es muy limitada. En toda el área debido a la fragilidad de las pizarras la erosión ha sido intensa dejando un valle de paredes laterales de pendientes bajas que aún no ha alcanzado la estabilidad de su talud. Debido a la fuerte deformación de los

estratos o su aspecto masivo, es difícil determinar el grosor de la formación por lo que se estima que puede superar los mil metros.

Esta Formación Ananea aflora total o parcialmente en los siguientes sectores: Bombohuactana, San Miguel, Tarcuyoc, Pastorhuayco, Carmen Alto, Arenal, Muyupay, Alto Muyupay, Limonpata, Chamcamayo, Qesquento, Campanayoc, Rumicanha, Cristo Salvador, Concebida yoc, Huertapata, Alto Santiago, Puente Santiago, Santiago, Salamanca, Chintapata, Alto Ipayoc, Paucarbamba, Buena Vista Baja, Moyomonte, Miraflores, Buena Vista, Putucusi, Palo Santuyoc, San Martín, Alto Putucusi, Alto Chirumbia, Nueva Alta, Rectapampa, Limonchayoc, Yawar, Putumayo, Nogalñiyoc, Limonchayoc Bajo, Remolino, Lorohuachana Baja, Lorohuachana Alta, Yanarumillo, Yanarumilloc, Hatumpampa, Tinkuri, Pariato, Santos Aires, Tarcuyoc, Santa Teresita Alta, Santa María, Platanal, Chirumbia, Tintinkiato, Matoriato, Yoyiteni, Yoyato, Nueva convención, también perpendicular al cauce del río Ponsonateni y la quebrada Quirateri.

Figura 21: Vista frontal de un afloramiento de pizarras fracturadas con presencia de capas delgadas de lutitas ligeramente oxidadas sector de Alto Putucusi (E 772095 – N 8605699).



Figura 22: Visualización de un afloramiento de pizarras con capas delgadas de lutitas, alteradas por factores de intemperismo; también presenta una alta oxidación en el sector de Alto Ipayoc, sector de Alto Ipayoc (E 774997 –N 8605680).



Grupo Cabanillas (D-ca) Devónico

Definición y relaciones estratigráficas: Fue definido en el sur del Perú como Grupo por NEWELL (1949). PALACIOS O., et. (1993). Las rocas Siluro-Devonianas afloran mayormente en los principales ríos que drenan el flanco oriental de la Faja Subandina, las que se hallan expuestas debido a fallas inversas.

Litología y ambiente sedimentario: La litología de este Grupo son de niveles limolíticos o muy finamente areniscosas tienen desde 1 mm. Hasta 10 cm. de grosor (en general de 1 a 5 cm.), de color gris y por intemperismo gris verde o amarillento, micáceos o no, alternando con lutitas gris azul oscuro, micáceas y ligeramente limolíticas o no con un grosor similar.

Las capas arenosas son lenticulares, a menudo onduladas con nítidas micro estratificaciones cruzadas al rango del mm. 0 cm. y pequeños “slumpings” o “gradedbedding” Están estriadas paralelamente a la estratificación y contienen láminas de orden en 1/10 mm. De argilitas y materias carbonosas.

La base de la secuencia está constituida por estratos delgados de arenisca cuarzosa de grano medio a fino, cuyos grosores son inferiores a 10 cm interestratificados con limoarcillitas marrones.

Esta Formación aflora en los siguientes sectores: Limonpata, Cochayoc, Pacaypata, Marcupata, Rumicancha, San Antonio, Santa Rosa, Carmen Alto, Ipayoc, San Miguel, Bombohuactana, Canelon, Huayruruyoc, Cebadillayoc, Moyomonte, Miraflores, Buena Vista, Limonchayoc, Yawar, Tumasmocco, Limonchayoc Bajo, Remolino, Hatunpampa, Quellouno Cercado, Pabellon, Alto Panocuyoc, Chontyoc, Mercedesniyoc Bajo, Mercedesniyoc Alto, Cochayoc Alto, Alto Cochayoc, Platanal, Hualpacalduyoc, Sinkintani, Cochayoc Bajo, Tintnkiato, Socochayoc, Puerto Carmen y en La Quebrada tirotishiary en la Comunidad Nativa de Matoriato.

Figura 23: Vista frontal de un dique que está cortando al afloramiento de pizarras, también presentan oxidación en el sector de Canelón y Bombohuactana sector de Canelón y Bombohuactana (E 773704 - N 8599517).



Figura 24: Vista frontal de un afloramiento de roca pizarra alterada por intemperismo (viento, lluvia, sol etc.) en el sector de Cochayoc y Cochayoc bajo, sector de Cochayoc y Cochayoc bajo (E 756102 - N 8603638).



MESOZOICO

No se encontraron rocas de esta era, pueda que estas unidades litológicas estén a mayores profundidades para ser mapeadas geológicamente.

CENOZOICO

ROCAS IGNEAS

En el distrito de Quellouno se encuentran afloramientos de rocas ígneas con algunas manifestaciones puntuales esencialmente plutónicas, diques, stoks y sills influenciadas por el magmatismo de la Cordillera Oriental tienen formas irregulares, Ocupando áreas reducidas, una de las características de estas rocas viene a ser el tamaño de grano grueso a medio con presencia de fenocristales de feldespatos de textura fanerítica leucocrata y en menor proporción afanítica melanocrata.

Estos cuerpos intrusivos al aflorar cortan rocas metamórficas del paleozoico inferior formando aureolas de metamorfismo de contacto en la roca encajonante, que no están

vinculados a cuerpos graníticos, así mismo se observan algunas evidencias de procesos hidrotermales con mineralización de pirita y escasamente calcopirita, asociado a rocas dioríticas.

Macizo de Quillabamba

Ocupa el extremo noroeste de la provincia de la Convención en Quellouno, intruye a rocas metamórficas de las formaciones Sandia, Ananea y del Grupo san José. Son rocas graníticas y cuarzomonzodioritas.

Stock de Quellouno

Este cuerpo intrusivo es uno de los que tiene mayor tamaño dentro del distrito de Quellouno, aflora entre el cerro Pabellón, quebrada Capanayoc, quebrada Hatunpampa y de Quellouno cercado. De características petrológicas el tipo de roca es una monzodiorita con contenido de plagioclasas, feldespato potásico y horblenda.

Figura 25: Afloramiento del stock de Quellouno, que corresponde a una monzodiorita (E 763567 – N 8602320).

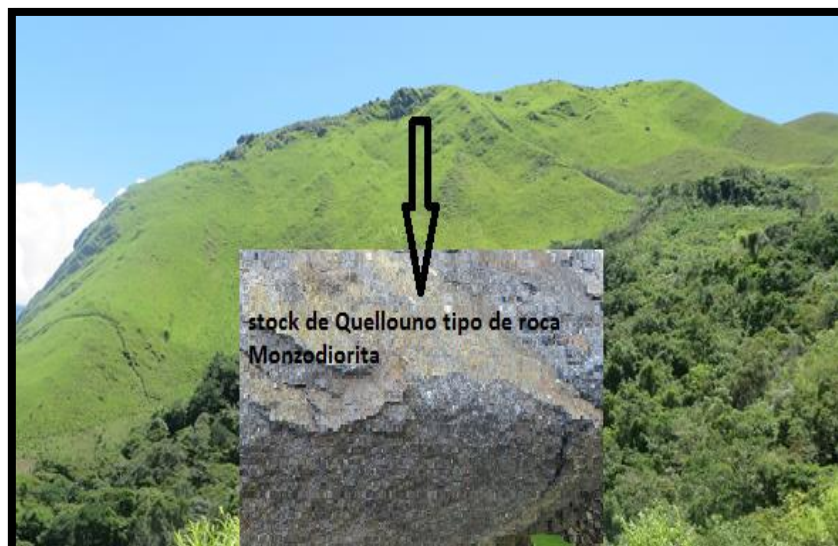


Figura 26: Columna estratigráfica del distrito de Quellouno

LEYENDA			
ERATEMA	ROCAS INTRUSIVAS		
CENOZOICO	Dep. Fluviales	Compuestos por gravas, arenas con clastos redondeados, formando extensas playas en los ríos Yanatile y Yávero, así como terrazas bajas con una matriz limosa.	
	Dep. Aluviales	Están constituidos por gravas, cantos con clastos subredondeados a redondeados, dentro en una matriz areno-limo arcillosa.	
	Dep. Aluviales 1	Están constituidos por gravas, cantos con clastos subredondeados a redondeados, dentro en una matriz areno-limo arcillosa, se presentan mayormente en conos aluviales.	
	Dep. Coluvio aluviales	Material detrítico acumulado por la acción de la gravedad con participación de aguas superficiales, está conformado por gravas, bloques subangulosos y subredondeados de diferentes composiciones.	
	Dep. Coluviales	Material fragmentario transportado y acumulado por acción de la gravedad, son heterogéneos, tanto en la forma como en el tamaño, con clastos sub angulosos a angulosos, se encuentran en la parte media y baja de las laderas de las montañas.	
	Dep. Residuales	Material detrítico, resultado de la alteración y descomposición de las rocas compuestas por clastos angulosos de diferentes tamaños envueltos en un matriz limo arcilloso.	
MESOZOICO		Dique, sills.	Dique, sills.
		Intrusivos triásicos	Granitos y granodioritas Granitos y Monzogranitos
PALEOZOICO	Grp. Cabanillas		
	Fm. Ananea		
	Fm. Sandia		
	Grp. San José		

3.3. GEOLOGIA LOCAL A NIVEL DEL AREA DE ESTUDIO DEL CENTRO POBLADO DE CHAMCAMAYO

En esta sección de geología local se describe a las unidades litoestratigráficas y depósitos cuaternarios a nivel local de los distintos complejos que forman parte del área de influencia del Centro Poblado de Chamcamayo representados en su mayoría depósitos cuaternarios tanto Aluviales como Coluviales y rocas como las Pizarras, lutitas, areniscas y limolitas de la Formación Ananea y del Grupo San José. (INGEMMET, Geología de los cuadrangulos de Machupicchu, hojas 27q2, 27q3, Cusco Peru, 2021)

Tabla 8: Clasificación geológica de unidades litológicas del CC.PP. Chamcamayo.

UNIDADES LITOLOGICAS	CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS
Grupo san José	Lutitas, limolitas y alteración de areniscas grises con las limolitas, y sucesión de pizarras grises.
Formación Ananea	Generalmente pizarras oscuras muy plegadas y presencia de lutitas y limolitas alteradas.
Depósitos aluviales (cuaternario)	Constituidos por gravas, arenas angulosas a sub-angulosas que se depositan a los lados del cauce de los ríos Chamcamayo.
depósitos coluviales (cuaternario)	Clastos sub-angulosas y angulosos inmersos en una matriz arena arcillosa limo arcilloso.
depósitos fluviales (cuaternarios)	Acumulaciones de sedimentos que se forman gracias a la acción de los ríos. Los ríos erosionan, transportan y depositan materiales como gravas, arenas, limos y arcillas en su recorrido, desde las zonas montañosas hasta las llanuras y desembocaduras.

Fuente: INGEMMET

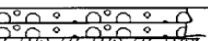
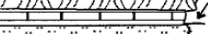
(Oim-SJ) Grupo San José:

Según la escala del tiempo geológico esta unidad es la de mayor antigüedad datando una edad del Sistema Ordovícico inferior de la eratema Paleozoica, este grupo tiene un grosor aproximado de 2 000 m; está compuesto por una gruesa sucesión de pizarras en las que se presentan intercalaciones de areniscas más cuarzosas. Esta unidad se encuentra plegada y afectada por esquistosidad, la cual ha borrado prácticamente sus características sedimentarias. Sin embargo, se pueden destacar algunas características en base a observaciones realizadas en afloramientos parciales debido a que también la cobertura vegetal interrumpe la continuidad de los afloramientos. (INGEMMET, Geología de los Cuadrangulos de Quebrada Honda (26r) y Parobamba (26s), 1999).ver ilustración

Estos afloramientos pudieron facilitar la observación de la litología de la zona de estudio en el Centro poblado de Chamcamayo, describiéndose así lutitas, limolitas y alteración

de areniscas grises con las limolitas, este grupo se encuentra en los extremos NE -SW del Centro Poblado de Chamcamayo.

Figura 27: Columna estratigráfica generalizada de los cuadrángulos de Quebrada Honda (26-r) y Parobamba (26-s)

Enotema	Eratema	Sistema	Serie	Unidad Litoestratigráfica	Grosor m	Columna Estratigráfica	Observaciones
FANEROZOICO	Ceno zóico	Cuaternario	Holocena	Dep. Fluviales	±10		Gravas, arenas y limos
				Dep. Aluviales	±20		Bloques, gravas y arenas
	Meso zóico	Cretáceo	Superior	Fm. Vivian	±50		Areniscas con estrat. Oblicua métrica
				Fm. Chonta	±150		Lutitas, Calizas y areniscas
			Inferior	Gpo. Oriente	±115		Areniscas y conglomerados rojos
							Calizas grises con macrofauna
	Paleozoica	PERMIANO	Inferior	Grupo Copacabana	±620		Calizas grises con macrofauna
							Calizas negras y beiges mudstone
		CARBONI FERO	Pensilvaniana	Gpo. Tarma	±120		Areniscas verdes de grano medio
			Misisipiana	Gpo. Ambo	±400		Alternancia rítmica de areniscas con dunas centimétricas, y lutitas negras
		SILURO DEVONIANO		Fm. Ananea	±2000		Areniscas grises y pizarras negras
							Sills gabrodióriticos
							Pizarra negra con bioturbación facies de
							Pizarras negras masivas en capas de 2 a 4 m.
		ORDOVICIANO	SUPERIOR	Caradociana	±2000		Pizarras negras con lentes centimétricos de areniscas
							Alternancia de areniscas grises, finas en capas de 10-50 cm. y pizarras negras - abundante bioturbación
			INFERIOR	Gpo. San José	±1500		Lutitas negras laminares con lentes de areniscas
							Pizarras negras con capas métricas y laminación milimétrica
							Pirita diseminada siguiendo la laminación
							Alternancia de areniscas y pizarras negras muy duras
				Fm. Iparo	±500		Pizarras negras, algunas veces con laminación milimétrica

Fuente: (INGEMMET, Geología de los Cuadrangulos de Quebrada Honda (26r) y Parobamba (26s), 1999)

Figura 28: Vista de los estratos del grupo San José, con presencia de arenisca y lutitas.



(SD-a) Formación Ananea

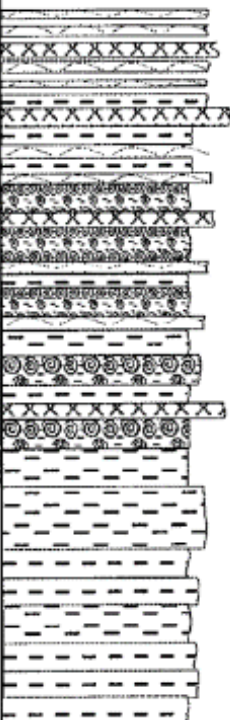
Según la escala del tiempo geológico esta unidad data una edad del Sistema Silúrico Devoniano de la Era Paleozoica, litológicamente esta unidad consiste de pizarras negras dispuestas en estratos de 2m a 4 m, los contactos entre estos estratos son muy planos. La estructura interna de las pizarras generalmente es una laminación plana, paralela y milimétrica, aunque en gran parte de los afloramientos estas pizarras tienen apariencia de ser masivas. (INGEMMET, Geología de los Cuadrangulos de Quebrada Honda (26r) y Parobamba (26s), 1999).

Por otra parte, también presenta una sucesión de pizarras negras en paquetes de 4 m a 10m de grosor intercalada con algunas areniscas muy finas en capas de 20 cm a 50 cm; se distinguen también algunos paquetes en los que hay una fina alternancia de limo litas y lutitas, donde también se puede ver la presencia de paquetes de pizarras de un aspecto carbonoso con característicos colores negro oscuro y marrón oscuro. La estructura interna es una lámina milimétrica, plana y paralela. Estos paquetes contienen pirita diseminada muy fina, por lo que

podría tratarse de sedimentos con alto contenido de materia orgánica. Una abundante bioturbación es notoria en algunos paquetes de pizarras, las mismas que consisten en huellas de alimentación de tipo Pascihnia que corresponden a facies de Nereites, las cuales se producen generalmente a profundidades batiales. En esta parte también intercalan numerosos sills de gabrodioritas (INGEMMET, Geología de los Cuadrangulos de Quebrada Honda (26r) y Parobamba (26s), 1999)

En el centro poblado de Chamcamayo esta Formación Ananea aflora en lado N y el extremo SE-SW marcando una alta predominancia litológica en la zona de estudio

Figura 29: Columna estratigráfica generalizada de la Formación Ananea.

Unidad Litoestratigráfica	Grosor m.	Litología y Estruct. Sedimentarias	Color	Facies
FM. ANA NEA	± 2000		Gr	Plataforma Externa
			Ne	
			Ne	

Fuente: (INGEMMET, Geología de los Cuadrangulos de Quebrada Honda (26r) y Parobamba (26s), 1999)

Figura 30: Vista de los estratos del grupo Ananea conformado por lutitas, limonitas y pizarras oscuras



Depósitos Cuaternarios

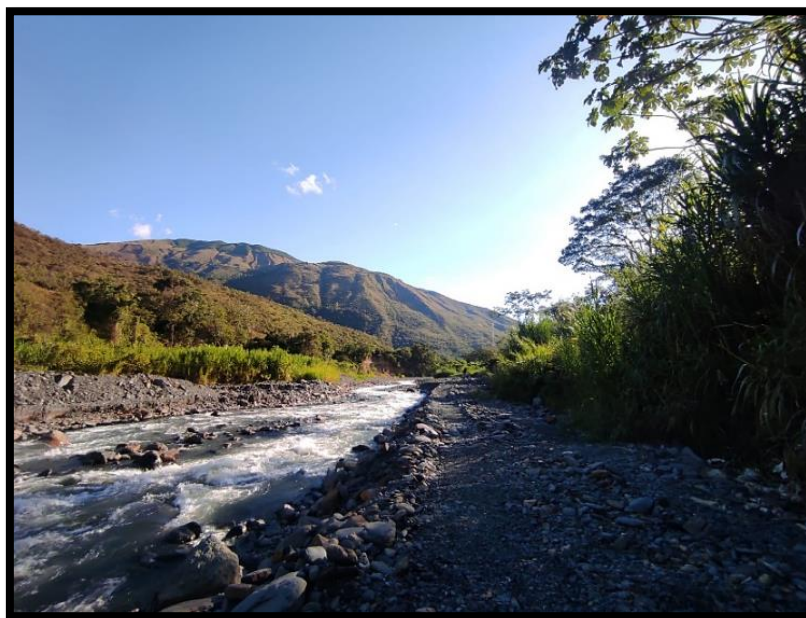
La zona de estudio tiene un relieve heterogéneo, con valles encajonados, en los que los relieves positivos tienen diferencias de niveles de hasta 800 m con respecto al fondo de los valles, y las laderas tienen pendientes pronunciadas; esto hace que el área de estudio esté sujeta a una fuerte y constante erosión y meteorización produciendo materiales que se hallan conformando depósitos de escombros de ladera, flujos de detritos, etc., alcanzando grosores desde el orden de los centímetros a varios metros, que se encuentran cubriendo el substrato de rocas pre-cuatemarias. Entre ellos se pudo destacar.

(Q - flu) Depósitos Fluviales

Están compuestos por gravas, arenas y limo, depositados en el río Chamcamayo formando cauces abandonados o conformando terrazas bajas, estos depósitos son muy reducidos y de poca representación en los mapas geológicos, tal es el caso que no se representó

en el plano geológico de este trabajo, pero si se describe en el texto y con representación de fotografías en campo como se muestran a continuación. Véase figura 31.

Figura 31: Vista de los depósitos fluviales del río Chamcamayo



(Q - al) Depósitos Aluviales

Los depósitos Aluviales o terraza de río constituyen pequeñas plataformas sedimentarias o mesas construidas en un valle fluvial por los propios sedimentos del Chamcamayo constituidos por gravas, arenas angulosas a sub-angulosas que se depositan a los lados del cauce de los ríos en los lugares en los que la pendiente del mismo se hace menor, con lo que su capacidad de arrastre también se hace menor. Corre a lo largo de un valle con un banco a manera de escalón que las separa, ya sea de la planicie de inundación o de una terraza inferior. Es un remanente del cauce antiguo de una corriente que se ha abierto camino hacia un nivel subyacente, mediante la erosión de sus propios depósitos.

El cauce del río Chamcamayo, al entallar el terreno, discurre por un lecho cada vez más bajo. Abandona así capas de aluviones en forma de terrazas escalonadas que ya no son cubiertas

por las aguas de las mayores avenidas. En este caso, el río estalla en la roca subyacente y esta aflora entre los escalones. Si, por el contrario, el lecho del río ahonda un terreno que ya consta de aluviones anteriores, no se ve la roca del sustrato y se trata de terrazas encajonadas.

Figura 32: Vista de los depósitos Aluviales de la margen derecha del río Chamcamayo



(Q - col) Depósitos Coluviales

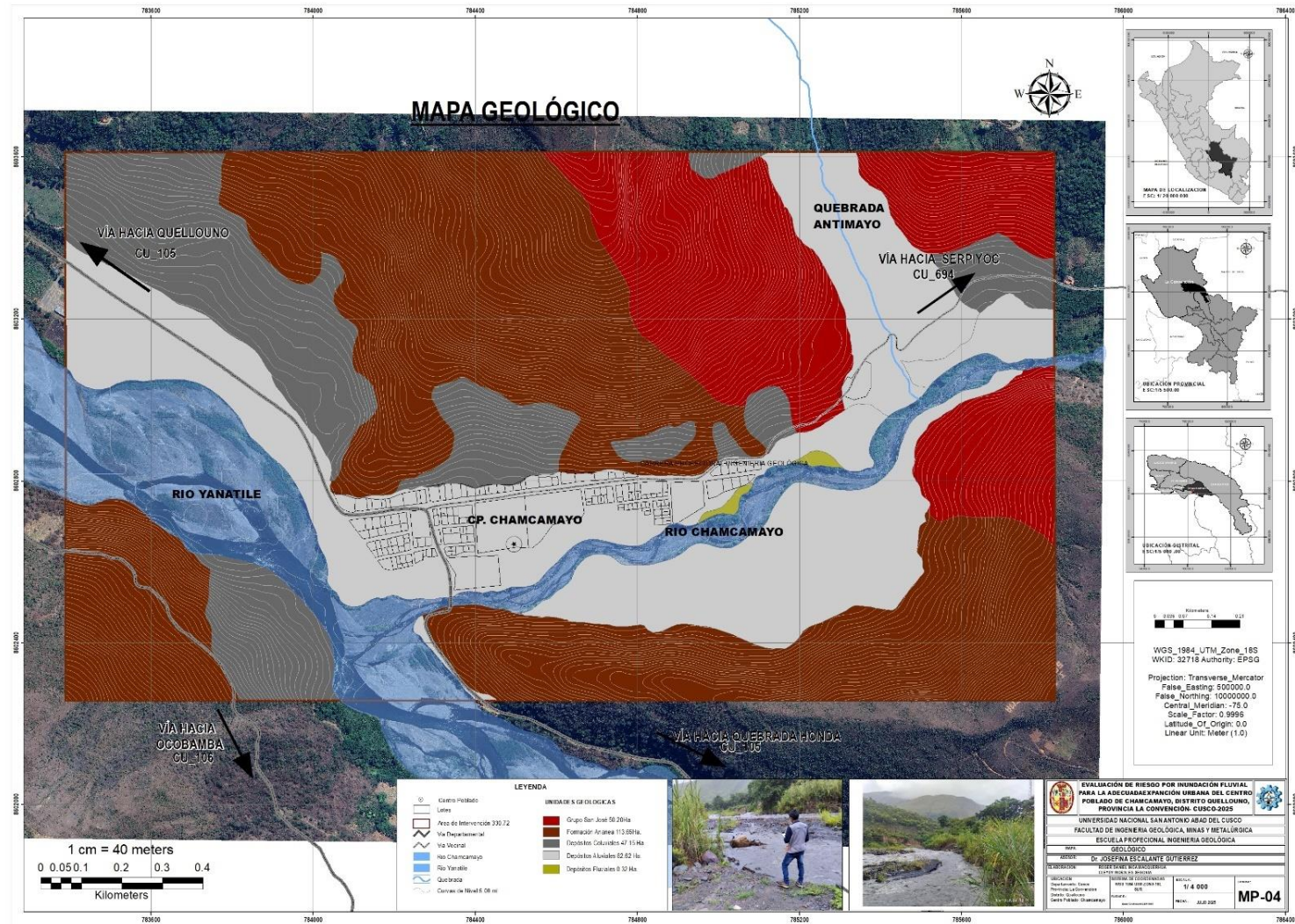
Se encuentran al pie de los pendientes con inclinación mayor a 45° , se trata de depósitos de gravedad, tal como ocurre en las márgenes de la quebrada Antimayo, este del centro Poblado de Chamcamayo. Está compuestos de clastos sub-angulosos y angulosos inmersos en una matriz arena arcillosa limo arcilloso con diámetros que varían de 0.5 a 1.2 m, cuya composición va depender de las unidades litológicas que han sido afectas por deslizamientos o derrumbes. Se localizan en las laderas que circunscriben la quebrada Antimayo, y dispuestos de forma caótica al pie de laderas por acción de la gravedad y acción de las aguas de escorrentía.

Estos depósitos carecen de transporte por la interacción de agentes como el agua y la gravedad los cuales lo re depositan en las laderas y al pie de las unidades montañosas del centro poblado de Chamcamayo. Estos están conformados por clastos relativamente angulosos envueltos en una matriz areno arcillosa. Los únicos fenómenos de transporte observados en estos depósitos coluviales son los procesos de desestabilización por los efectos del agua, la que arrastra parte de estos coluviones para constituir un flujo de este material

Figura 33: Vista de los depósitos coluviales identificados en corte de carretera del centro poblado de Chamcamayo, con clastos angulosos a sub angulosos relativamente compactados.



Figura 34:MP-04 MAPA DE GEOLÓGICO



4. CAPITULO IV

HIDROLOGIA

4.1. PRECIPITACIÓN PLUVIAL

Las precipitaciones están dadas por las precipitaciones máximas en 24 hora de las estaciones Quillabamba y Quebrada Yanatile. Ver su consistencia, y pasar a estimar la probabilidad de ocurrencia de las precipitaciones máximas en periodo de retorno. El resumen de tales estaciones se aprecia en la Tabla 9.

Tabla 9: Estaciones hidrometeorológicas utilizadas para la evaluación.

Estación	Código	Depart.	Prov.	Dist.	Coordenadas geográficas		Altitud (msnm)	Periodo de registro
					Longitud "S"	Latitud "O"		
Quebrada Onda	112154	Cusco	Calca	Yanatile	72° 16' 42.55"	12° 40' 43.82"	1183	(2017 - 2024)
Quillabamba	112036	Cusco	La convención	Santa Ana	72° 41' 30.26"	12° 51' 23.22"	1001	(1970 – 1981, 1986 – 1992, 1996 - 2015, 2017 - 2023)

Fuente: base a SENAMHI (2024)

4.1.1. Precipitaciones máximas estación Quebrada Onda

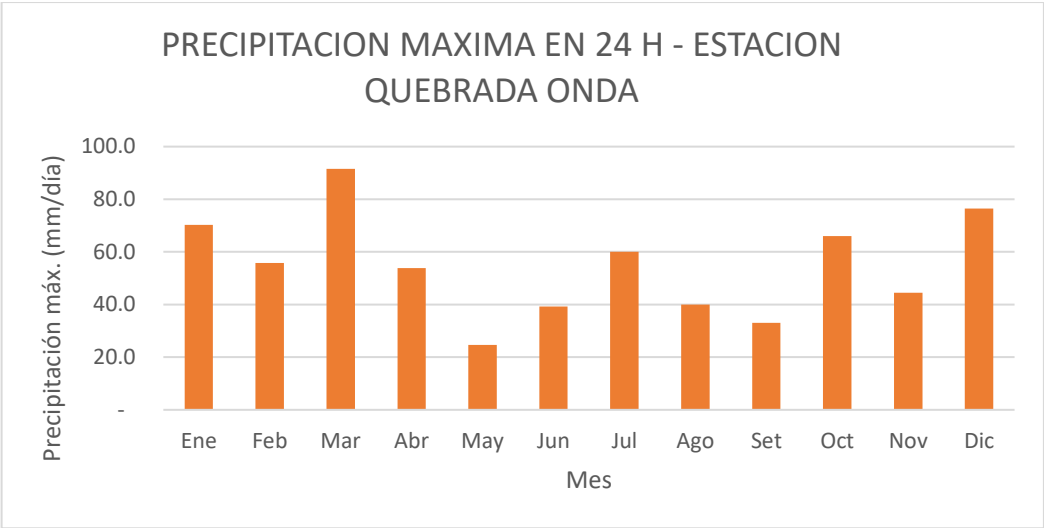
La información del registro histórico de las precipitaciones máximas en 24 h correspondiente a la estación convencional Quebrada Yanatile para el periodo 2017 – 2024, se ha obtenido de la pág. web <https://www.senamhi.gob.pe/servicios/?p=estaciones>, como se aprecian en la tabla 4 y en la figura 3, donde los meses más lluviosos son en marzo, alcanzando superiores a 40 mm/día.

Tabla 10: Precipitaciones máximas en 24 h - Estación Quebrada Onda.

ESTACION QUEBRADA ONDA													
LATITUD	12° 40' 43.82"						DPTO.	CUSCO					
LONGITUD	72° 16' 42.55"						PROV.	CALCA					
ALTITUD	1183 m.s.n.m.						DIST.	YANATILE					
CODIGO	112154												
PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS EN (mm)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Máx. Anual
2017	16.9	38	42.3	22	18.2	0.9	8.9	32.6	15.6	13.5	25.1	20.7	42.3
2018	27.1	26.5	40	53.9	24.6	39.2	29.8	16.2	2.7	66	38.4	31.7	66
2019	39.7	55.8	17.8	18	17.3	16.6	18	17.6	33	30	36.4	50.7	55.8
2020	70.3	52.3	23.2			18.2	0.9	3.2	33	9.6	18.3	58.4	70.3
2021	62.9	36.6	28.6	25.8	16.4	25.2	18.5	7.7	12	29.3	42	76.5	76.5
2022	33	30	91.5	31.1	7.2	13.2	60	40	24.7	11.5	16	26.3	91.5
2023	39.8	54.8	22	12.4	23.4	4.9	11.5	3.3	10	20.2	44.5	45.5	54.8
2024	29.2	33.9	23.2	15	18.6								33.9
Máx. Mensual	70	56	92	54	25	39	60	40	33	66	45	77	

Fuente: (SENAMHI, Datos Hidrometeorologicos a Nivel Nacional, 2024)

Figura 35: Histograma de precipitaciones máximas en 24 h – Estación Quebrada On



Nota: En base a SENAMHI (2024) En base a SENAMHI (2024) En base a SENAMHI (2024)

4.1.2. Precipitaciones máximas para la estación Quillabamba

La información del registro histórico de las precipitaciones máximas en 24 h correspondiente a la estación Quillabamba, se ha obtenido a solicitud de la Unidad de Atención al Ciudadano y Gestión Documental del SENAMHI, para el periodo 1970 extendido al 2023 con los registros descargados de la [pág. web https://www.senamhi.gob.pe/servicios/?p=estaciones.](https://www.senamhi.gob.pe/servicios/?p=estaciones) cómo se aprecian en la tabla 16, donde se tiene las precipitaciones máximas diarias/año (2017-2023) superan los 40 mm/día, llegando a alcanzar los 60 mm/día.

Tabla 11: Precipitaciones máximas en 24 h - Estación Quillabamba.

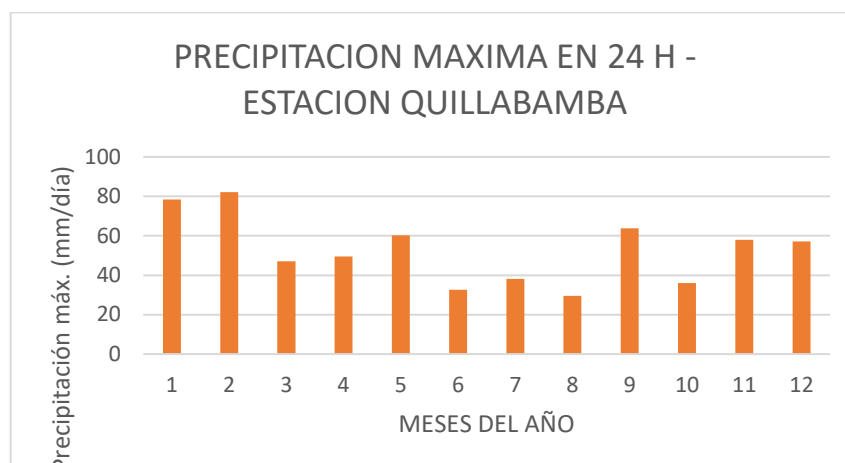
ESTACION QUILLABAMBA			
LATITUD	12° 51' 23.22"	DPTO.	CUSCO
LONGITUD	72° 41' 30.26"	PROV.	LA CONVENCION
ALTITUD	1001 m.s.n.m.	DIST.	SANTA ANA
CODIGO	112036		

PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS EN (mm)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Máx. Anual
1970	34	11	39	29	26	9	9	5	15	22	12	29	39
1971	15	42	22	24	15	29	1	3	15	8	17	17	42
1972	32	16	35	16	13	2	5	24	8	7	25	42.7	42.7
1973	28	33	19	26	12	8	20	24	13	34	35.7	30	35.7
1974	30.6	28	25	26	4	5	20	24	17	13	18	22	30.6
1975	42	32	39	33	14	7	9	16	14	16	42.4	32	42.4
1976	35	33	26	21	10	4	2	26	32	15	11	29	35
1977	31	42.4	21	9	35	1	18	1	20	8	19	27	42.4
1978	35	21	21	15	60.2	7	0	0	0	36	14	44	60.2
1979	30	20	18	16	11	11	10	1	2	11	31	33.4	33.4
1980	19	32	26	38.1	17	7	23	12	15	16	20	23	38.1
1981	27	39	39.5	27	10	0	0	0	0	0	58	41	58
1987	32.5	20	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	32.5
1988	S/D	82.2	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	82.2
1989	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	50.7	50.7
1990	78.4	N.A	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	78.4
1991	S/D	52.5	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	52.5
1992	S/D	S/D	S/D	31.1	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	31.1
1996	22	21	31	15.4	21	2.5	6.1	16.7	17.8	17.5	17	20.5	31
1997	30.7	40.2	20.2	17.2	11	16.8	3	29.5	20	32.4	32	20.9	40.2
1998	39.4	24.5	38.4	19.2	4.2	4.8	S/D	1	63.8	24.8	12	34.3	63.8
1999	27.5	29	46.4	49.5	26.5	6.4	6.6	S/D	13.7	26.5	20.5	25.9	49.5
2000	57.9	44.7	20	15.5	7.6	15.8	0.6	14.2	17	25.3	13.1	20	57.9
2001	44.7	44.3	30.3	14	10.6	2.2	15	9.5	11.2	25.3	33.2	16.5	44.7
2002	21.8	54.5	47.1	10.3	9.2	5.5	12.9	23.1	8	25.3	25.2	57.1	57.1
2003	46.2	36	30	24.6	5.6	3.4	5	27.5	22.3	20.4	22.3	27	46.2
2004	21.2	31	21.8	S/D	18.4	6.6	38.1	14.5	14	19.2	28.9	20	38.1
2005	29.4	28.3	28.2	26.2	24.6	6.9	20.3	5.2	15.7	18.5	8.1	40.6	40.6

2006	49	23.4	43.6	39.2	4.2	8.2	4.5	14.8	5.9	18.8	25.9	26.9	49
2007	29.3	34.3	25.4	23.0	22.5	1.7	10.2	4.2	7.0	12.1	35.2	35.5	47.5
2008	29.2	35.2	25.1	23.0	23.1	0.8	10.3	3.1	6.2	11.6	36.7	36.2	48.4
2009	29.1	36.0	24.8	23.0	23.6	0.0	10.4	2.0	5.3	11.1	38.3	36.9	49.3
2010	29.0	36.8	24.5	22.9	24.2	-0.9	10.4	0.9	4.4	10.6	39.8	37.6	50.2
2011	28.9	37.6	24.1	22.9	24.7	-1.8	10.5	-0.2	3.6	10.1	41.3	38.3	51.1
2012	28.8	38.4	23.8	22.8	25.3	-2.7	10.6	-1.3	2.7	9.5	42.9	39.0	52.1
2013	28.8	39.2	23.5	22.8	25.8	-3.6	10.7	-2.4	1.9	9.0	44.4	39.7	53.0
2014	28.7	40.0	23.2	22.7	26.4	-4.5	10.7	-3.5	1.0	8.5	45.9	40.4	53.9
2015	28.6	40.8	22.9	22.7	26.9	-5.4	10.8	-4.6	0.2	8.0	47.5	41.1	54.8
2016	28.5	41.6	22.5	22.6	27.5	-6.3	10.9	-5.7	-0.7	7.5	49.0	41.8	55.7
2017								1.9		18.2	54.4	30.2	54.4
2018	24.8	26	25.8	9.6	15.2	32.6		11.8	2.4	35.2	31.4	30	35.2
2019	52.2	36.4	13.2	26.4	26.2	12.4	12.4			34.8	6.6	10.4	52.2
2020	14.8	38.8	39.2			5.4	3.8	19.8		21.2	22.4	20.4	39.2
2021	8.6	40.8	28.2	20.4	28.8	13.6	8.2	7.6	10.6	26.4	26.8	27.8	40.8
2022	25.6	34	38.8		8	5.2	8.8	8.8	20.4	4.6	18.8	27.4	38.8
2023	18.4	37.8	48	22					34.5	11.9	27	66.6	66.6
Máx. Mensual	78.4	82.2	47.1	49.5	60.2	32.6	38.1	29.5	63.8	36	58	57.1	

Fuente: (SENAMHI, Datos Hidrometeorológicos a Nivel Nacional, 2024)

Figura 36: Histograma de precipitaciones máximas en 24 h – Estación Quillabamba

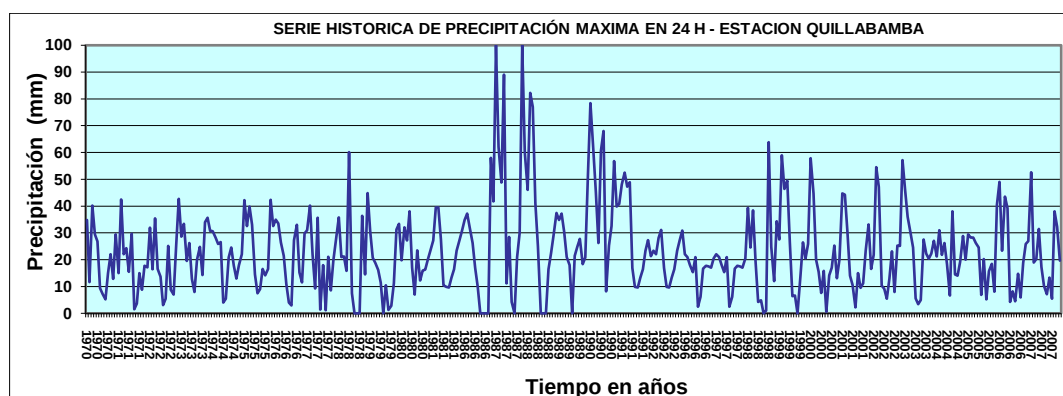


Nota: Elaboración en base a SENAMHI (2024)

4.1.3. Análisis de consistencia de los registros pluviométricos – Estación Quillabamba

A). Análisis visual de hidrograma de las precipitaciones máximas en 24 h

Figura 37: Evolución histórica de las precipitaciones máximas en 24 H – Est. Quillabamba



Nota: Elaboración a partir del SENAMHI (2018) y SENAMHI (2024)

➤ **B). Análisis estadístico de datos dudosos de las precipitaciones máximas en 24h**

Con este análisis se busca verificar valores muy altos o muy bajos “picos” del hidrograma anterior, que no se salgan de los umbrales aceptables, tanto máximo como mínimo. Teniendo como regla que el valor máximo observado del registro histórico del SENAMHI no sea mayor que el valor máximo aceptable calculado; asimismo, que el valor mínimo observado del registro histórico del

SENAMHI no sea menor que el valor mínimo aceptable, de ser el caso de estos, son corregidos para no comprometer la fiabilidad de los cálculos posteriores. Con estas aclaraciones se pasa a la prueba de los datos dudosos de la estación, como sigue a continuación. (SENAMHI, Umbrales de precipitación absoluta., 2014)

(Google, 2023)

Tabla 12: Cálculos estadísticos de la precipitaciones máximas - Est. Quillabamba

Nº DE DATOS	AÑO	PP(mm)	y=lox
1	1970	40.20	1.604
2	1971	42.50	1.628
3	1972	42.70	1.630
4	1973	35.70	1.553
5	1974	30.60	1.486
6	1975	42.40	1.627
7	1976	35.00	1.544
8	1977	40.20	1.604
9	1978	60.20	1.780
10	1979	33.40	1.524
11	1980	38.10	1.581
12	1981	39.50	1.597

13	1986	58.00	1.763
14	1987	100.00	2.000
15	1988	82.20	1.915
16	1989	50.70	1.705
17	1990	78.40	1.894
18	1991	52.50	1.720
19	1992	31.10	1.493
20	1996	22.00	1.342
21	1997	40.20	1.604
22	1998	63.80	1.805
23	1999	59.00	1.771
24	2000	57.90	1.763
25	2001	44.70	1.650
26	2002	57.10	1.757
27	2003	46.20	1.665
28	2004	38.10	1.581
29	2005	40.60	1.609
30	2006	49.00	1.690
31	2007	52.60	1.721
32	2008	53.10	1.725
33	2009	54.00	1.732
34	2010	83.8	1.923
35	2011	49.00	1.690
36	2012	38.80	1.589
37	2013	38.00	1.580
38	2014	46.00	1.663
39	2015	32.00	1.505
40	2017	54.40	1.736
41	2018	35.20	1.547

42	2019	52.20	1.718
43	2020	39.20	1.593
44	2021	40.80	1.611
45	2022	38.80	1.589
46	2023	66.60	1.823
N° DE DATOS			46
MEDIA			1.66585294
DESV. EST.M (Sy)			0.12757152
COEF. ASIMET. Cs			0.37367103
MINIMO			22
MAXIMO			100

Nota: Elaboración a partir del SENAMHI (2024)

Con las expresiones se calculó el Umbral para datos dudosos altos (YH) es igual a 2.01; para el cual la precipitación máxima aceptada (Pp) corresponde a 103.5 mm. Asimismo, el valor del Umbral para datos dudosos bajos (YL) es igual a 1.32, siendo la precipitación mínima aceptada (Pp) de 20.74 mm, como se aprecia en el siguiente resumen.

Tabla 13: Resultados del cálculo de los umbrales dudosos.

	PP (mm) Máx. observado	PP (mm) Máx. aceptable	
MAX. PP24	100	103.5	NO EXISTE DATOS DUDOSOS: OK!
MIN. PP24	22	20.74	NO EXISTE DATOS DUDOSOS: OK !

Nota: Elaboración a partir del SENAMHI (2024)

4.1.4. Periodo de retorno

El cálculo de las ecuaciones de las curvas IDF se procedió en base a la distribución de probabilidades pluviométricas método Gumbel, cuyo resumen de los cálculos se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla 14: Distribución de probabilidades pluviométricas mediante Gumbel - Est. Quillabamba.

Nº	Año	Mes	Precipitación (mm)	
		Max. Precip.	x_i	$(x_i - \bar{x})^2$
1	1970	40.20	40.20	67.28
2	1971	42.50	42.50	34.84
3	1972	42.70	42.70	32.51
4	1973	35.70	35.70	161.35
5	1974	30.60	30.60	316.92
6	1975	42.40	42.40	36.03
7	1976	35.00	35.00	179.62
8	1977	40.20	40.20	67.28
9	1978	60.20	60.20	139.19
10	1979	33.40	33.40	225.07
11	1980	38.10	38.10	106.13
12	1981	39.50	39.50	79.25
13	1986	58.00	58.00	92.12
14	1987	100.00	100.00	2662.34
15	1988	82.20	82.20	1142.29
16	1989	50.70	50.70	5.28
17	1990	78.40	78.40	899.87
18	1991	52.50	52.50	16.79
19	1992	31.10	31.10	299.37
20	1996	22.00	22.00	697.07
21	1997	40.20	40.20	67.28

22	1998	63.80	63.80	237.09
23	1999	59.00	59.00	112.31
24	2000	57.90	57.90	90.21
25	2001	44.70	44.70	13.71
26	2002	57.10	57.10	75.65
27	2003	46.20	46.20	4.85
28	2004	38.10	38.10	106.13
29	2005	40.60	40.60	60.87
30	2006	49.00	49.00	0.36
31	2007	52.60	52.60	17.62
32	2008	53.10	53.10	22.07
33	2009	54.00	54.00	31.34
34	2010	83.80	83.80	1253.01
35	2011	49.00	49.00	0.36
36	2012	38.80	38.80	92.20
37	2013	38.00	38.00	108.21
38	2014	46.00	46.00	5.77
39	2015	32.00	32.00	269.03
40	2017	54.40	54.40	35.97
41	2018	35.20	35.20	174.30
42	2019	52.20	52.20	14.42
43	2020	39.20	39.20	84.68
44	2021	40.80	40.80	57.79
45	2022	38.80	38.80	92.20
46	2023	66.60	66.60	331.16
46	Suma	2226.5	10619.2	

Nota: Elaboración a partir del SENAMHI (2024)

A continuación, en la siguiente tabla se tiene el resumen de las Cálculo de las precipitaciones diarias máximas probables para distintas frecuencias.

Tabla 15: Cálculo de las precipitaciones diarias máximas probables para distintas frecuencias.

Periodo	Variable	Precip.	Prob. de	Corrección
Retorno	Reducida	(mm)	ocurrencia	intervalo fijo
Años	YT	XT'(mm)	F(xT)	XT (mm)
2	0.3665	45.8787	0.5000	51.8429
5	1.4999	59.4543	0.8000	67.1833
10	2.2504	68.4425	0.9000	77.3400
25	3.1985	79.7991	0.9600	90.1730
50	3.9019	88.2241	0.9800	99.6932
100	4.6001	96.5869	0.9900	109.1432
500	6.2136	115.9120	0.9980	130.9806

Nota: Elaboración a partir del SENAMHI (2024)

➤ **A). Precipitación máxima diaria por duración de lluvia**

En la siguiente tabla se tiene las precipitaciones máximas calculadas para diferentes tiempos de duración de lluvias.

Tabla 16: Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias – Est. Quillabamba.

Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	X24	51.8429	67.1833	77.3400	90.1730	99.6932	109.1432	130.9806
18 hr	X18 = 91%	47.1770	61.1368	70.3794	82.0574	90.7208	99.3203	119.1923
12 hr	X12 = 80%	41.4743	53.7466	61.8720	72.1384	79.7546	87.3146	104.7845
8 hr	X8 = 68%	35.2532	45.6847	52.5912	61.3176	67.7914	74.2174	89.0668
6 hr	X6 = 61%	31.6242	40.9818	47.1774	55.0055	60.8129	66.5773	79.8982
5 hr	X5 = 57%	29.5505	38.2945	44.0838	51.3986	56.8251	62.2116	74.6589
4 hr	X4 = 52%	26.9583	34.9353	40.2168	46.8900	51.8405	56.7545	68.1099
3 hr	X3 = 46%	23.8477	30.9043	35.5764	41.4796	45.8589	50.2059	60.2511
2 hr	X2 = 39%	20.2187	26.2015	30.1626	35.1675	38.8804	42.5658	51.0824
1 hr	X1 = 30%	15.5529	20.1550	23.2020	27.0519	29.9080	32.7430	39.2942

Nota: Elaboración a partir del SENAMHI (2024)

B). Intensidad de precipitación por duración de lluvia

En la siguiente tabla se tiene las intensidades de las precipitaciones máximas calculadas para diferentes tiempos de duración de lluvias.

Tabla 17: Intensidades de lluvia para diferentes tiempos de duración – Est. Quillabamba.

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	2.1601	2.7993	3.2225	3.7572	4.1539	4.5476	5.4575
18 hr	1080	2.6209	3.3965	3.9100	4.5587	5.0400	5.5178	6.6218
12 hr	720	3.4562	4.4789	5.1560	6.0115	6.6462	7.2762	8.7320
8 hr	480	4.4066	5.7106	6.5739	7.6647	8.4739	9.2772	11.1333
6 hr	360	5.2707	6.8303	7.8629	9.1676	10.1355	11.0962	13.3164
5 hr	300	5.9101	7.6589	8.8168	10.2797	11.3650	12.4423	14.9318
4 hr	240	6.7396	8.7338	10.0542	11.7225	12.9601	14.1886	17.0275
3 hr	180	7.9492	10.3014	11.8588	13.8265	15.2863	16.7353	20.0837
2 hr	120	10.1094	13.1007	15.0813	17.5837	19.4402	21.2829	25.5412
1 hr	60	15.5529	20.1550	23.2020	27.0519	29.9080	32.7430	39.2942

Nota: Elaboración a partir del SENAMHI (2024)

➤ **C). Análisis de frecuencia de la precipitación máxima en 24 horas Curvas de intensidad – Duración – frecuencia (IDF)**

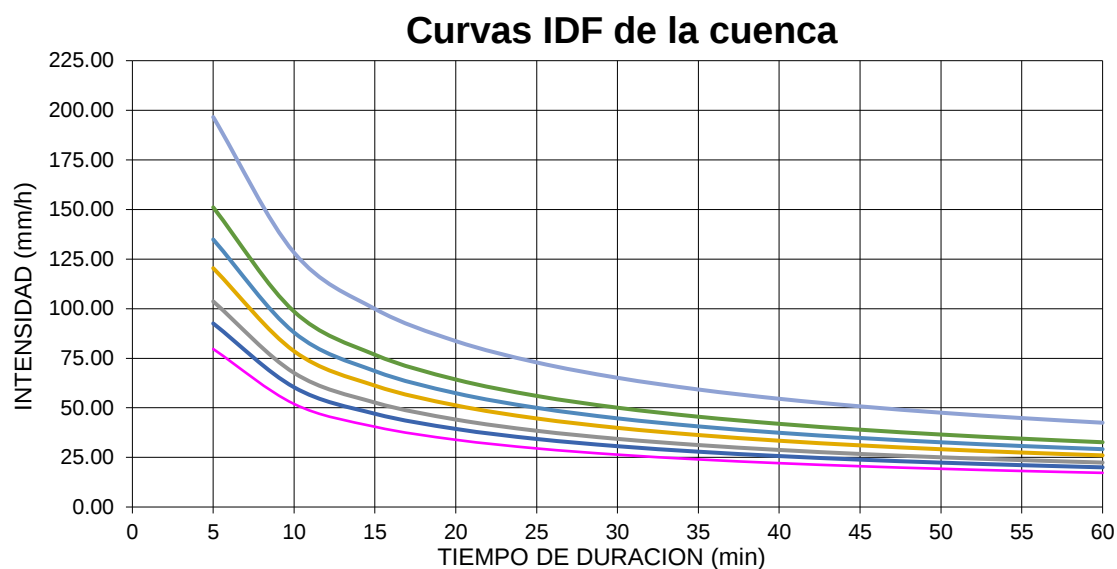
En la Tabla 18 se aprecia los resultados calculados de la frecuencia de intensidades para diferentes tiempos de retorno en años vs duración en minutos. Asimismo, en la Figura 38 se tiene su diagrama respectivo.

Tabla 18: Frecuencia de intensidades vs Tiempo de duración – Est. Quillabamba.

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia		Duración en minutos										
años	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	79.65	51.96	40.47	33.89	29.54	26.40	24.00	22.11	20.56	19.27	18.17	17.22
5	92.54	60.36	47.01	39.37	34.31	30.67	27.89	25.68	23.88	22.38	21.11	20.00
10	103.65	67.61	52.66	44.10	38.43	34.35	31.24	28.77	26.75	25.07	23.64	22.41
25	120.41	78.54	61.17	51.23	44.65	39.90	36.29	33.42	31.08	29.13	27.46	26.03
50	134.87	87.98	68.52	57.39	50.01	44.70	40.64	37.43	34.81	32.62	30.76	29.16
100	151.06	98.54	76.75	64.28	56.02	50.06	45.53	41.93	38.99	36.54	34.46	32.66
500	196.57	128.22	99.87	83.64	72.89	65.14	59.24	54.56	50.74	47.55	44.84	42.49

Nota: Elaboración a partir del SENAMHI (2024)

Figura 38: Diagrama de curvas IDF para la zona de estudio.

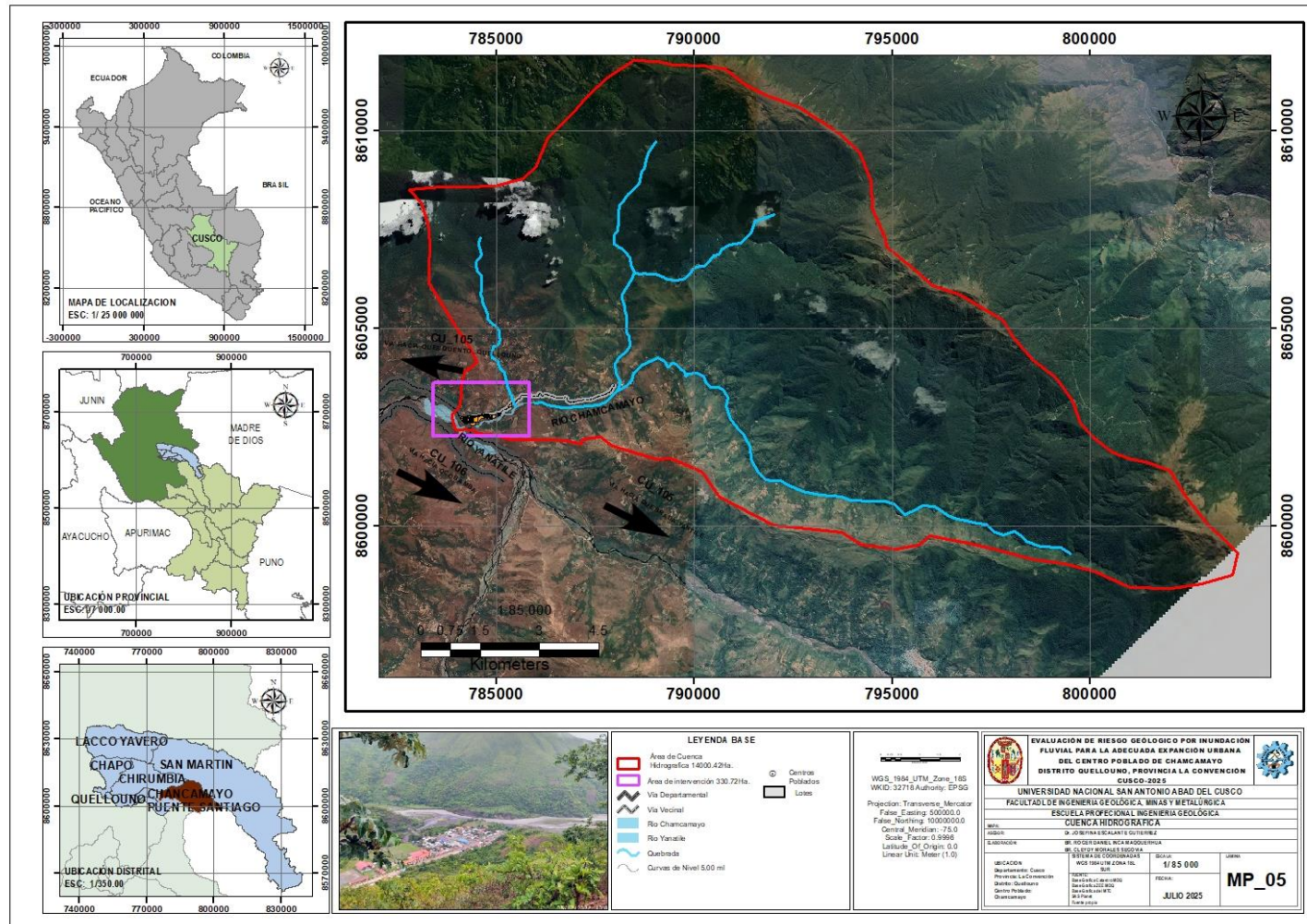


Según el registro histórico de las precipitaciones máximas en 24 h, las precipitaciones extremas en la zona de Chamcamayo (est. Quillabamba), ocurren en espacios de cada 10 a 12 años. Así se tiene que en el año 1987-1997 las precipitaciones sobrepasaron los 80 mm/día, luego el año 1998 llegó hasta 63.8 mm/día, asimismo en el año 2010 que se elevó hasta 83.80 mm/día, y también en el año 2020 fue importante.

Es así que, según los cálculos del periodo de retorno de las lluvias extraordinarias, cada 10-12 años la probabilidad de ocurrencia (al 90 %) de precipitaciones extraordinarias alcanzarán de 68.4 a 77.3 mm/día, con una intensidad de 22 a 23 mm/h.

Estas precipitaciones extremas ocasionan crecidas de los ríos y otros fenómenos, por ejemplo, los flujos de detritos relacionados con deslizamientos de gran magnitud, como los eventos del año 1998 en la quebrada Aguas Calientes y Alfamayo; o los aluviones de Aobamba y Sacsara, ocurridos en febrero y noviembre del 1998. Asimismo, las crecidas del río Urubamba que causó inundaciones en todo el Valle Sagrada de los Incas y en las zonas más bajas en el año 2010.

Figura 39:MP-05 MAPA DELIMITACION DE CUENCA HIDROGRAFICA



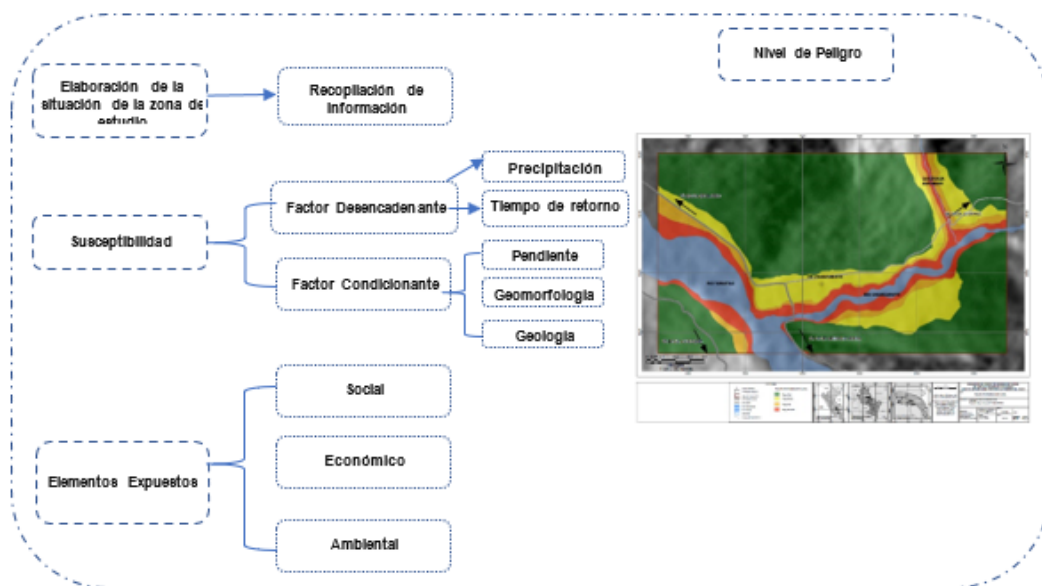
5. CAPITULO V

DETERMINACION DEL PELIGRO

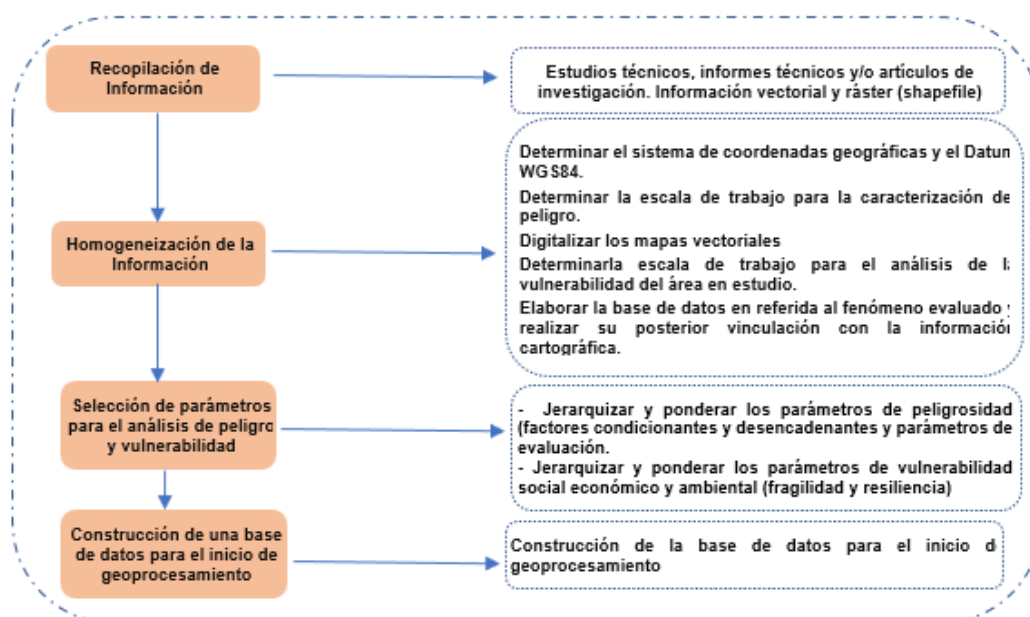
5.1.1. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL PELIGRO.

Para determinar el nivel de peligro por Inundación Fluvial en el sector del centro poblado de Chamcamayo, se utilizó la metodología propuesta por el (CENEPRED, Centro Nacional de Estimacion, Prevncion y Reduccion del Riesgo de Desastres, 2014) para identificar y caracterizar la peligrosidad (parámetros de evaluación, la susceptibilidad en función de los factores condicionantes y desencadenantes y los elementos expuestos). Para su determinación se consideran los parámetros y para cada parámetro sus descriptores, ponderándolos mediante el método SAATY. Para una adecuada identificación de las áreas probables de influencia de un determinado fenómeno natural, La metodología para la determinación de la peligrosidad se detalla en el siguiente gráfico.

Figura 40: Metodología general para determinar el nivel de peligrosidad del C.P. de Chamcamayo.



Nota: Adaptado de del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión (CENEPRED, Centro Nacional de Estimacion, Prevncion y Reduccion del Riesgo de Desastres, 2014).



Nota: Adaptado de (CENEPRED, Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres, 2014)

A continuación, se muestra la tabla número 20 donde demuestra que no se registró ningún evento o fenómeno de inundaciones en el Centro Poblado de Chamcamayo en el periodo de los años 2003 al 2024.

Tabla 19: Cuadro resumen del registro de inundaciones fluviales de la plataforma SIMPAD de INDECI

CUADRO RESUMEN DE REGISTRO DE INUNDACIONES FLUVIALES DE LA PLATAFORMA SIMPAD DE INDECI					
FECHA	FENOMENO	DEPARTAMENTO	DISTRITO	REFERENCIA	DETALLE
2003	inundación	cusco	quellouno	cp. Chamcamayo	no registrado
2004	inundación	cusco	quellouno	cp. Chamcamayo	no registrado
2005	inundación	cusco	quellouno	cp. Chamcamayo	no registrado
2006	inundación	cusco	quellouno	cp. Chamcamayo	no registrado
2007	inundación	cusco	quellouno	cp. Chamcamayo	no registrado
2008	inundación	cusco	quellouno	cp. Chamcamayo	no registrado
2009	inundación	cusco	quellouno	cp. Chamcamayo	no registrado
2010	inundación	cusco	quellouno	cp. Chamcamayo	no registrado
2011	inundación	cusco	quellouno	cp. Chamcamayo	no registrado
2012	inundación	cusco	quellouno	cp. Chamcamayo	no registrado
2013	inundación	cusco	quellouno	cp. Chamcamayo	no registrado
2014	inundación	cusco	quellouno	cp. Chamcamayo	no registrado
2015	inundación	cusco	quellouno	cp. Chamcamayo	no registrado
2016	inundación	cusco	quellouno	cp. Chamcamayo	no registrado
2017	inundación	cusco	quellouno	cp. Chamcamayo	no registrado
2018	inundación	cusco	quellouno	cp. Chamcamayo	no registrado
2019	inundación	cusco	quellouno	cp. Chamcamayo	no registrado
2020	inundación	cusco	quellouno	cp. Chamcamayo	no registrado
2021	inundación	cusco	quellouno	cp. Chamcamayo	no registrado
2022	inundación	cusco	quellouno	cp. Chamcamayo	no registrado
2023	inundación	cusco	quellouno	cp. Chamcamayo	no registrado
2024	inundación	cusco	quellouno	cp. Chamcamayo	no registrado

Fuente: (INDECI, SIMPAD V2.0, s.f.)

También se recopiló información necesaria disponible como:

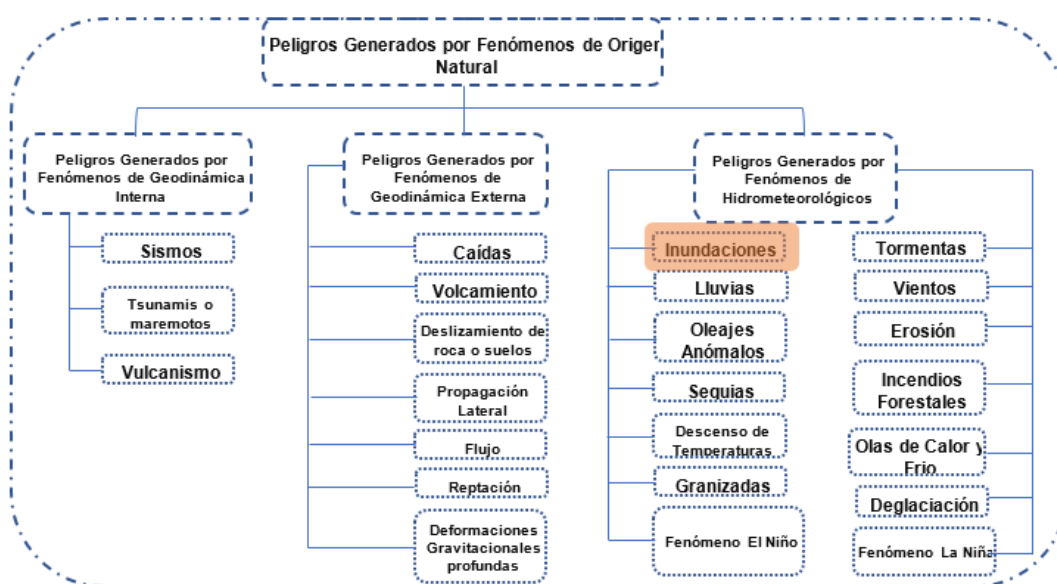
- ✓ Umbrales y precipitaciones absolutas, SENAMHI (2014).
- ✓ Mapa geológico a escala 1: 50,000, del cuadrángulo de Cusco (26q), de INGEMMET (2010).
- ✓ Imágenes satelitales disponibles en el Google Earth, SAS PLANET de diferentes años (hasta el 2018).

5.1.2. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL PELIGRO

De acuerdo la ley N° 29664, del Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres – SINAGERD, aprobada por el D.S. N° 074-2014-PCM; peligro, es la probabilidad que un fenómeno físico, potencialmente dañino, de origen natural o inducido por la acción humana, se presenta en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un período de tiempo y frecuencia definidos.

A los peligros generados por fenómenos de origen natural; el Centro Nacional de Estimación y Prevención de Riesgo de Desastres – CENEPRED (SIGRID), clasifica de acuerdo a la figura 42, donde destacaremos los peligros generados por fenómenos hidrometeorológicos, oceanográficos donde se ubica el peligro por inundación. Tomando en cuenta la pendiente, geomorfología y la geología de la zona de influencia se ha determinado que ante una precipitación anómala positiva están expuestos al Peligro por Inundación con mayor importancia el río Chamcamayo. Por el incremento del caudal del río y la geomorfología de la zona de estudio.

Figura 42: Peligros generados por fenómenos de origen natural.



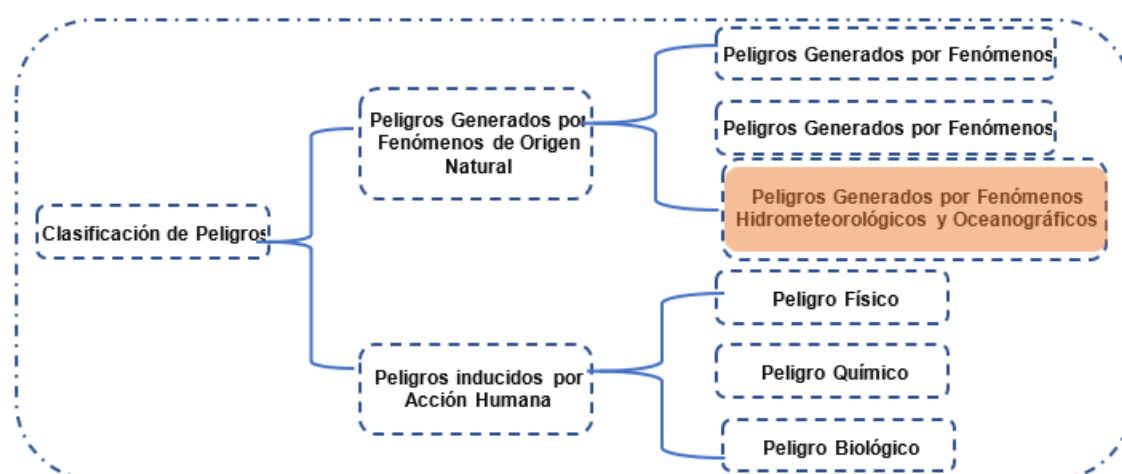
Nota: Adaptado de (CENEPRED, 2014)

5.1.3. PELIGRO IDENTIFICADO EN LA ZONA

Teniendo en cuenta el estudio de geodinámica externa realizada en la zona y de acuerdo a la clasificación de peligros generados por fenómenos de origen natural figura 42, en la zona de estudio se tiene: peligros generados por fenómenos de geodinámica externa y peligros generados por fenómenos hidrometeorológicos.

- Entre los peligros más recurrentes de Fenómenos hidrometeorológicos y oceanográficos se identificó las inundaciones fluviales que son generados por fenómenos hidrometeorológicos.

Figura 43:Diagrama de clasificación de peligros.

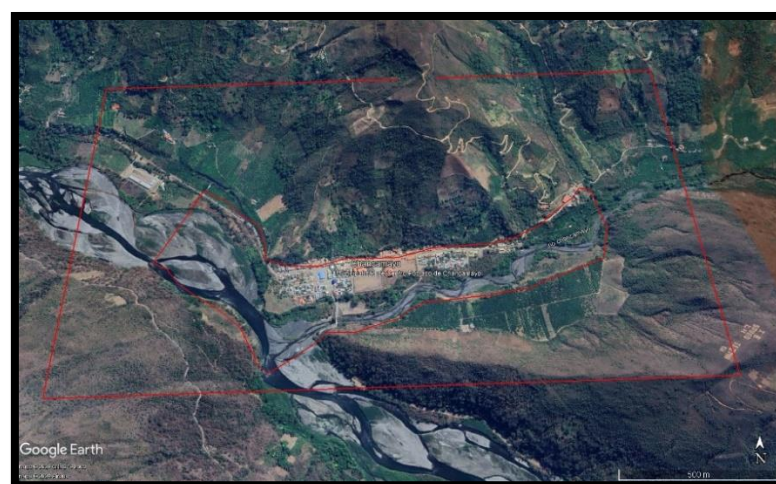


Nota: Adaptado de (CENEPRED, 2014)

5.1.4. IDENTIFICACION PROBABLE DEL AMBITO DE INFLUENCIA

El ámbito de evaluación identificada en al número de elementos expuestos y a nivel del centro poblado de Chamcamayo, en principal la población, servicios básicos, infraestructura vial, puentes, etc.

Figura 44:Probable ámbito de influencia.



Fuente: Imagen de (Google, 2023)

5.1.5. PARAMETROS DE EVALUACION

Para el presente caso, se ha considerado como único parámetro de evaluación a “Frecuencia de la intensidad” considerando como descriptores el periodo de retorno con máximas precipitaciones expresado en años. Para la obtención de los pesos ponderados de los descriptores de este parámetro de evaluación, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 20: descriptores para la frecuencia de intensidad para un tiempo de retorno de 100 años.

PARAMETRO	DESCRIPTOR	Nº DE DESCRIPTORES	DESCRIPTORES
FRECUENCIA DE INTENSIDADES PARA UN TIEMPO DE RETORNO DE 100 AÑOS	FINT 1	5	FINT > 35 mm/h
	FINT 2		28 mm/h < FINT ≤ 35 mm/h
	FINT 3		21 mm/h < FINT ≤ 28 mm/h
	FINT 4		14 mm/h < FINT ≤ 21 mm/h
	FINT 5		FINT < 14 mm/h

Tabla 21: Matriz de comparación de pares para el Parámetro frecuencia de intensidad para un tiempo de retorno de 100 años.

FRECUENCIA DE INTENSIDAD	FINT > 35 mm/h	28 mm/h < FINT ≤ 35 mm/h	21 mm/h < FINT ≤ 28 mm/h	14 mm/h < FINT ≤ 21 mm/h	FINT < 14 mm/h
INT > 35 mm/h	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
28 mm/h < INT ≤ 35 mm/h	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
21 mm/h < INT ≤ 28 mm/h	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
14 mm/h < INT ≤ 21 mm/h	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
INT < 14 mm/h	0.13	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.04	3.92	7.75	13.50	21.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Tabla 22: Matriz de normalización de pares para el Parámetro frecuencia de para un tiempo de retorno de 100 años.

FRECUENCIA DE INTENSIDAD	FINT > 35 mm/h	28 mm/h < FINT ≤ 35 mm/h	21 mm/h < FINT ≤ 28 mm/h	14 mm/h < FINT ≤ 21 mm/h	FINT < 14 mm/h	Vector Priorización
FINT > 35 mm/h	0.490	0.511	0.516	0.444	0.381	0.468
28 mm/h < FINT ≤ 35 mm/h	0.245	0.255	0.258	0.296	0.286	0.268
21 mm/h < FINT ≤ 28 mm/h	0.122	0.128	0.129	0.148	0.190	0.144
14 mm/h < FINT ≤ 21 mm/h	0.082	0.064	0.065	0.074	0.095	0.076
FINT < 14 mm/h	0.061	0.043	0.032	0.037	0.048	0.044
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabla 23: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de análisis Jerárquico para el parámetro frecuencia de intensidad para un tiempo de retorno de 100 años.

IC	0.012
RC	0.010

5.1.6. SUSCEPTIBILIDAD DEL TERRITORIO

Se entiende por susceptibilidad, a la probabilidad de que ocurra un evento sobre un determinado ámbito geográfico o a que un ámbito geográfico esté expuesto a la ocurrencia de un evento determinado; ya sea teniendo en cuenta la existencia de información de la ocurrencia de eventos similares o teniendo en cuenta las características, geológicas, climáticas, hidrológicas, etc., de la zona de estudio; por lo tanto la susceptibilidad está en función de los factores desencadenantes y condicionantes del evento.

De acuerdo a la información recopilada y los estudios de geodinámica externa realizados en el área de estudio, se identificaron y localizaron los peligros generados por fenómenos de Geodinámica externa y peligros generados por fenómenos Hidrometeorológicos para los cuales se ha determinado los factores desencadenantes y factores condicionantes.

Figura 45: Esquema de los peligros generados por fenómenos de origen natural y sus factores desencadenantes y condicionantes evaluados en la zona de estudio.

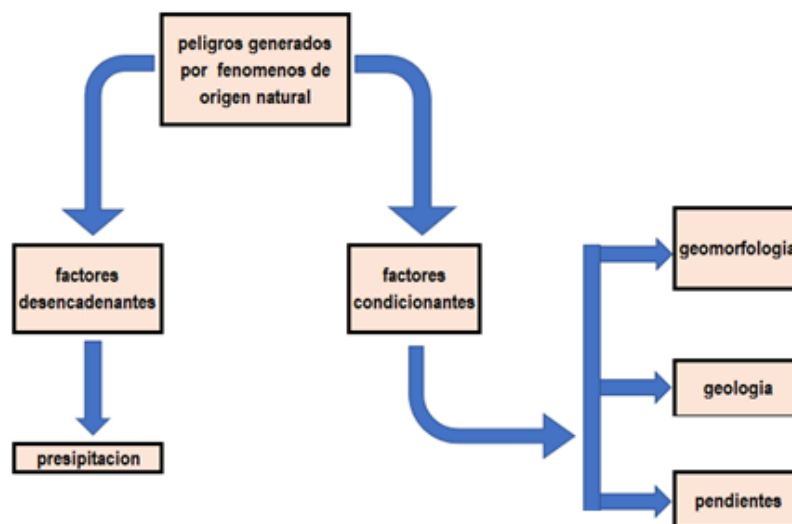


Tabla 24: Parámetros para considerar en la evaluación de la susceptibilidad.

Factores desencadenantes		Factores condicionantes		
Precipitación	Pendiente	Unidades geomorfológicas	Unidades geológicas	litológica -

5.1.7. ANÁLISIS DEL FACTOR DESENCADENANTE

Para la evaluación de todos los peligros generados por fenómenos de origen natural, analizados en la zona de estudio se ha considerado como factor desencadenante a las fuertes precipitaciones pluviales, tomando en cuenta los datos de umbrales de precipitación máximas diarias.

5.1.7.1. PRECIPITACIONES MÁXIMAS ESTACIONES QUILLABAMBA Y QUEBRADA HONDA (YANATILE)

Para la obtención de los pesos ponderados del parámetro del factor desencadenante, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes.

Tabla 25: Umbrales de Precipitación del distrito de las estaciones de Quillabamba y Quebrada Honda (Yanatile).

PARAMETRO	DESCRIPTOR	Nº DE DESCRIPTORES	DESCRIPTORES
PRECIPITACIONES MAXIMAS ESTACION QUILLABAMBA Y YANATILE	PM1	5	Extremadamente lluvioso $PP > 48,2$ mm
	PM2		Muy lluvioso $28,1 \text{ mm} < PP \leq 48,2$ mm
	PM3		Lluvioso $20,8 \text{ mm} < PP \leq 28,1$ mm
	PM4		Moderadamente lluvioso $10,5 \text{ mm} < PP \leq 20,8$ mm
	PM5		Poco lluvioso $10,5 \text{ mm} \leq PP$

Fuente: (SENAMHI, Datos Hidrometeorologicos a Nivel Nacional, 2024)

Tabla 26: Matriz de comparación de pares del parámetro precipitación.

DESCRIPTORES	Extremadamente lluvioso PP>48,2 mm	Muy lluvioso 28,1 mm < PP≤ 48,2 mm	Lluvioso 20,8 mm < PP≤ 28,1 mm	Moderadamente lluvioso 10,5 mm < PP≤ 20,8 mm	Poco lluvioso 10,5 mm ≤ PP
Extremadamente lluvioso PP>48,2 mm	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Muy lluvioso 28,1 mm < PP≤ 48,2 mm	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Lluvioso 20,8 mm < PP≤ 28,1 mm	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Moderadamente lluvioso 10,5 mm < PP≤ 20,8 mm	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Poco lluvioso 10,5 mm ≤ PP	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Tabla 27: Matriz de normalización de pares para el Parámetro Precipitación.

DESCRIPTOR S	Extremadament e lluvioso PP>48,2 mm	Muy lluvioso 28,1 mm < PP≤ 48,2 mm	Lluvioso 20,8 mm < PP≤ 28,1 mm	Moderadament e lluvioso 10,5 mm < PP≤ 20,8 mm	Poco lluvioso 10,5 mm ≤ PP	Vector Priorizació n
Extremadamente lluvioso PP>48,2 mm	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Muy lluvioso 28,1 mm < PP≤ 48,2 mm	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Lluvioso 20,8 mm < PP≤ 28,1 mm	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Moderadamente lluvioso 10,5 mm < PP≤ 20,8 mm	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Poco lluvioso 10,5 mm ≤ PP	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabla 28: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de análisis Jerárquico para el parámetro Precipitación

IC	0.061
RC	0.054

5.1.8. ANÁLISIS DE LOS FACTORES CONDICIONANTES

Para la obtención de los pesos ponderados de los parámetros de los factores condicionantes se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

5.1.8.1. Parámetro Pendiente

Tabla 29: Matriz de comparación de pares del parámetro Pendiente

DESCRIPTORES	De 0° a 8 °	De 8° a 15°	De 15° a 25°	De 25° a 50°	Mayor a 50°
De 0° a 8 °	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
De 8° a 15°	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
De 15° a 25°	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
De 25° a 50°	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Mayor a 50°	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.95	3.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.51	0.27	0.10	0.06	0.04

Tabla 30: Matriz de normalización de pares del parámetro Pendiente

DESCRIPTORES	De 0° a 8 °	De 8° a 15°	De 15° a 25°	De 25° a 50°	Mayor a 50°	Vector Priorización
De 0° a 8 °	0.512	0.544	0.524	0.429	0.360	0.474
De 8° a 15°	0.256	0.272	0.315	0.306	0.280	0.286
De 15° a 25°	0.102	0.091	0.105	0.184	0.200	0.136
De 25° a 50°	0.073	0.054	0.035	0.061	0.120	0.069
Mayor a 50°	0.057	0.039	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 31: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Pendiente.

IC	0.047
RC	0.043

5.1.8.2. Parámetro Geomorfología

Tabla 32: Matriz de comparación de pares del parámetro Geomorfología.

DESCRIPTORES	Unidades geomorfológicas próximas al cauce natural y Tb: Terrazas Bajas	Tm: Terrazas Medias	Ta: Terrazas Altas, Q: Quebradas	L: Laderas	Lm: Lomadas, Co: Colinas
Unidades geomorfológicas próximas al cauce natural y Tb: Terrazas Bajas	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Tm: Terrazas Medias	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Ta: Terrazas Altas, Q: Quebradas	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
L: Laderas	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Lm: Lomadas, Co: Colinas	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Tabla 33: Matriz de normalización de pares del parámetro Geomorfología

DESCRIPTORES	Unidades geomorfológicas próximas al cauce natural y Tb: Terrazas Bajas	Tm: Terrazas Medias	Ta: Terrazas Altas, Q: Quebradas	L: Laderas	GEOM5	Vector priorización
Unidades geomorfológicas próximas al cauce natural y Tb: Terrazas Bajas	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Tm: Terrazas Medias	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Ta: Terrazas Altas, Q: Quebradas	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
L: Laderas	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
GEOM5	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 34: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Geomorfología

IC	0.061
RC	0.054

5.1.8.3. Parámetro Geología.

Tabla 35: Matriz de comparación de pares del parámetro Geología

DESCRIPTORES	Unidades geológicas próximas al cauce natural	Qh-al: Depósito Aluvial	Qh-col: Depósito Coluvial	SD-Fa: Formación Ananea	Om- Sj: Grupo San José
Unidades geológicas próximas al cauce natural	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Qh-al: Depósito Aluvial	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Qh-col: Depósito Coluvial	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
SD-Fa: Formación Ananea	0.14	0.20	0.33	1.00	2.00
Om- Sj: Grupo San José	0.11	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.50	24.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Tabla 36: Matriz de normalización de pares del parámetro Geología

DESCRIPTORES	Unidades geológicas próximas al cauce natural	Qh-al: Depósito Aluvial	Qh-col: Depósito Coluvial	SD-Fa: Formación Ananea	Om- Sj: Grupo San José	Vector Priorización
Unidades geológicas próximas al cauce natural, depósitos fluviales	0.560	0.642	0.524	0.424	0.375	0.505
Qh-al: Depósito Aluvial	0.187	0.214	0.315	0.303	0.292	0.262
Qh-col: Depósito Coluvial	0.112	0.071	0.105	0.182	0.208	0.136
SD-Fa: Formación Ananea	0.080	0.043	0.035	0.061	0.083	0.060
Om- Sj: Grupo San José	0.062	0.031	0.021	0.030	0.042	0.037
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 37: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Geología.

IC	0.047
RC	0.042

5.1.9. ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS DEL FACTOR CONDICIONANTE

Tabla 38: Relación de parámetros del factor condicionante.

PARAMETROS	Nº DE PARAMETROS	PARAMETROS
FC1	3	PENDIENTE
FC2		GEOMORFOLOGÍA
FC3		GEOLOGÍA

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

PARAMETROS	FC1	FC2	FC3
FC1	1.00	3.00	5.00
FC2	0.33	1.00	3.00
FC3	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.53	4.33	9.00
1/SUMA	0.65	0.23	0.11

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

PARAMETROS	FC1	FC2	FC3	Vector Priorización
FC1	0.652	0.692	0.556	0.633
FC2	0.217	0.231	0.333	0.260
FC3	0.130	0.077	0.111	0.106
	1.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 41 Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para los parámetros utilizados en el factor condicionante:

IC	0.019
RC	0.037

5.1.10. DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

Se ha considerado que el escenario más alto presenta una tendencia a ocurrir Por lo menos cada 50 años, es cuando se presenta precipitaciones extraordinarias ocasionando Inundaciones localizadas en las laderas de montaña escarpadas. Ocasionando daños en los elementos expuestos en sus dimensiones social y económica” del Centro poblado de Chamcamayo.

5.1.10.1. NIVELES DE PELIGRO POR INUNDACIÓN FLUVIAL

Los niveles de peligro por inundación fluvial, cuyos valores de los rangos fueron obtenidos por el método del proceso de análisis jerárquico, son:

Tabla 42: Niveles del peligro - inundación fluvial del río Chamcamayo.

NIVEL	RANGO PELIGRO			
MUY ALTO	0.267	≤	P	≤ 0.485
ALTO	0.138	≤	P	< 0.267
MEDIO	0.071	≤	P	< 0.138
BAJO	0.039	≤	P	< 0.071

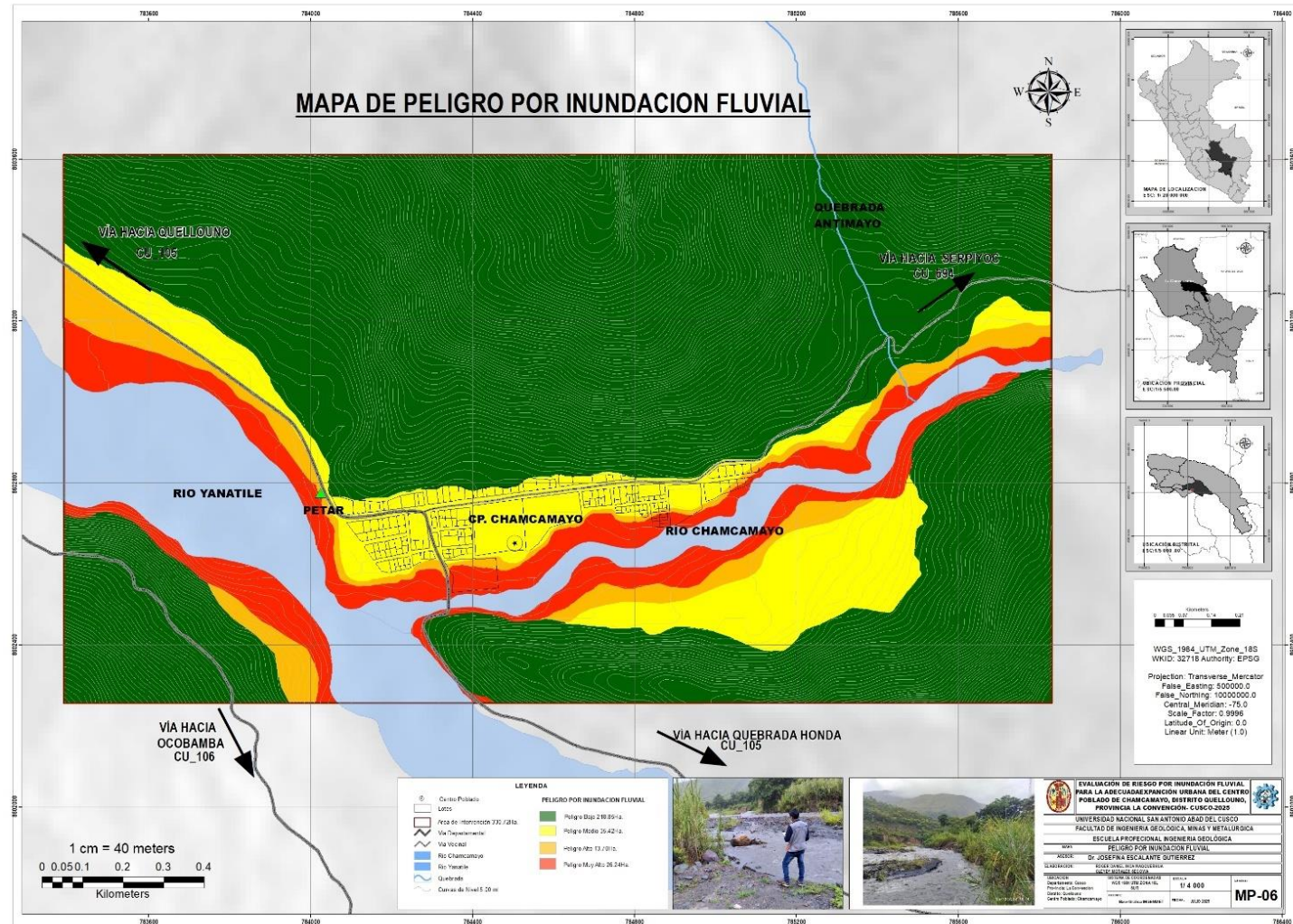
5.1.11. ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE PELIGRO

En el siguiente cuadro se muestra la matriz de peligros obtenido:

Tabla 43: Estratificación del peligro - Inundación fluvial del río Chamcamayo.

NIVEL DE PELIGRO	DESCRIPCION	RANGO
PELIGRO MUY ALTO	Predominan las unidades geomorfológicas de terrazas bajas donde se dan fenómenos de Inundaciones fluviales con intensidades muy altas, desarrolladas en pendientes de 0-4%, ocasionada por precipitaciones pluviales de $20.8 < PP \leq 28.1$ mm/día, en el cauce del río constituido por depósitos fluviales.	0.267 ≤ P ≤ 0.485
PELIGRO ALTO	Predominan las unidades geomorfológicas de terrazas bajas donde se dan fenómenos de Inundaciones fluviales con intensidades altas, desarrolladas en pendientes de 4-8%, ocasionada por precipitaciones $20.8 < PP \leq 28.1$ mm/día, constituido por depósitos aluviales.	0.138 ≤ P < 0.267
PELIGRO MEDIO	Predominan las unidades geomorfológicas de terrazas medias donde se dan fenómenos de Inundaciones fluviales con intensidades medias, desarrolladas en pendientes de 4-8%, ocasionada por precipitaciones pluviales $20.8 < PP \leq 28.1$ mm/día, constituido por depósitos aluviales.	0.071 ≤ P < 0.138
PELIGRO BAJO	Predominan las unidades geomorfológicas de colinas y lomadas, donde no se dan fenómenos de Inundaciones fluviales, desarrolladas en pendientes mayores a 8%, ocasionada por precipitaciones pluviales $20.8 < PP \leq 28.1$ mm/día, constituido por depósitos coluviales y formaciones geológicas.	0.039 ≤ P < 0.071

Figura 46:MP-06 MAPA DEL NIVEL DE PELIGRO



5.2. APLICACIÓN DEL MODELADO CON HEC-RAS

La aplicación del modelado con HEC-RAS se desarrolló basado en la imagen siguiente, que fue tomada con dron para facilitar la información necesaria requerida para trabajar con este software.

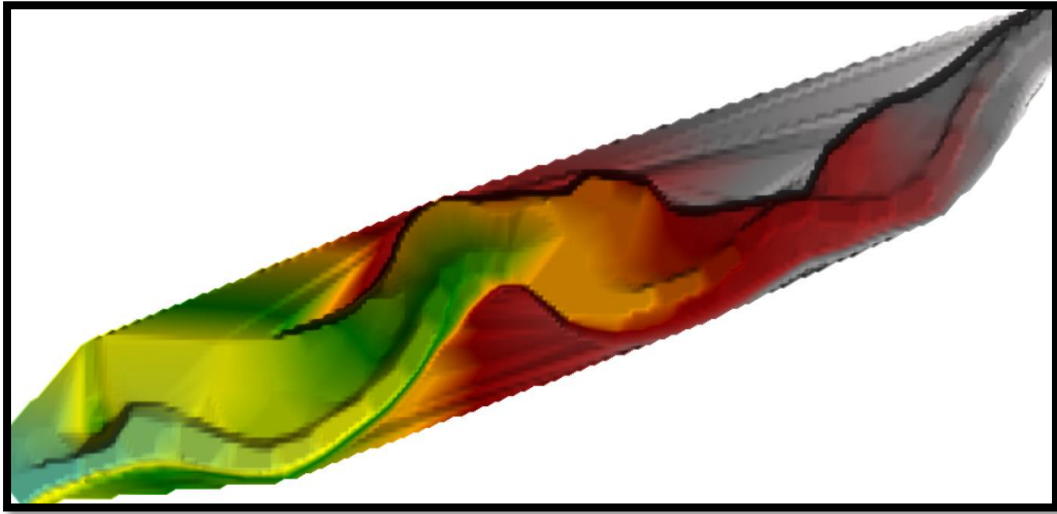
Figura 47: imagen de dron C.P. Chamcamayo



5.2.1. Geometría del terreno.

Haciendo uso del programa HEC-RAS se logró determinar la geometría del ámbito de estudio para luego ya delimitarlo directamente a la zona de estudio y así insertar los límites máximos de inundación.

Figura 48: Geometría del terreno



5.2.2. *Coefficiente de Manning.*

Los coeficientes de rugosidad “n” de Manning fueron seleccionados de acuerdo a las condiciones del terreno, dentro de ellas las condiciones físicas de los márgenes del cauce del río Chamcamayo, esta información fue verificada luego de las visitas programadas a campo específicamente en la zona de estudio, es así que se obtuvieron los coeficientes de Manning luego de aplicar las tablas propuestas por Chow.

Figura 49: Coeficientes de rugosidad considerados para el río Chamcamayo en el tramo del C.P. de Chamcamayo.

Edit Manning's n or k Values

River: ☒ Edit Interpolated XS's Channel n Values have a light green background

Reach:

Selected Area Edit Options

	River Station	Frctn (n/K)	n #1	n #2	n #3
1	1010	n	0.035	0.04	0.035
2	1000	n	0.035	0.04	0.035
3	989.9999	n	0.035	0.04	0.035
4	980	n	0.035	0.04	0.035
5	969.9999	n	0.035	0.04	0.035
6	960.0001	n	0.035	0.04	0.035
7	950	n	0.035	0.04	0.035
8	940.0964	n	0.035	0.04	0.035
9	930.184	n	0.035	0.04	0.035
10	920.1074	n	0.035	0.04	0.035
11	910.5278	n	0.035	0.04	0.035
12	899.918	n	0.035	0.04	0.035
13	890.6277	n	0.035	0.04	0.035
14	879.9999	n	0.035	0.04	0.035
15	870	n	0.035	0.04	0.035
16	860	n	0.035	0.04	0.035
17	850	n	0.035	0.04	0.035
18	840	n	0.035	0.04	0.035
19	830	n	0.035	0.04	0.035
20	820.0001	n	0.035	0.04	0.035
21	809.9999	n	0.035	0.04	0.035
22	800	n	0.035	0.04	0.035
23	790.2314	n	0.035	0.04	0.035
24	779.6526	n	0.035	0.04	0.035

5.2.3. Periodo de retorno

El periodo de retorno utilizado está basado según los lineamientos y la Normativa Nacional del ANA donde describe un tiempo de retorno de 100 años para zonas urbanas.

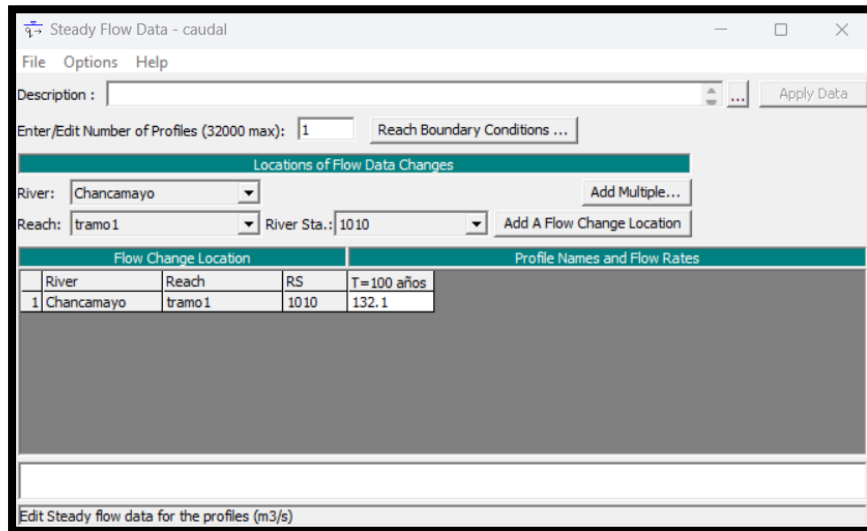
Figura 50: Data del periodo de retorno.

Profile Output Table - Standard Table 1												
File Options Std. Tables Locations Help												
HEC-RAS Plan: chancamayo River: Chancamayo Reach: tramo1 Profile: T=100 años												Reload Data
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
tramo1	1010	T=100 años	132.10	934.00	936.28	935.84	936.56	0.003879	2.51	59.39	42.06	0.55
tramo1	1000	T=100 años	132.10	934.00	935.95	935.95	936.48	0.009633	3.43	43.97	41.81	0.85
tramo1	989.9999	T=100 años	132.10	933.85	935.76	935.80	936.37	0.010939	3.67	41.03	40.18	0.89
tramo1	980	T=100 años	132.10	933.06	934.51	935.15	936.09	0.035598	5.65	24.43	22.45	1.57
tramo1	969.9999	T=100 años	132.10	933.00	934.22	934.74	935.69	0.038386	5.56	25.61	28.76	1.61
tramo1	960.0001	T=100 años	132.10	932.85	933.98	934.35	935.21	0.043305	5.34	29.04	45.49	1.67
tramo1	950	T=100 años	132.10	932.00	933.50	933.96	934.82	0.034175	5.26	28.06	38.40	1.50
tramo1	940.0964	T=100 años	132.10	932.00	933.59	933.86	934.44	0.018179	4.30	36.06	47.02	1.12
tramo1	930.184	T=100 años	132.10	932.00	933.52	933.73	934.23	0.015787	4.05	39.67	52.41	1.06
tramo1	920.1074	T=100 años	132.10	931.83	933.12	933.40	934.01	0.026412	4.57	35.16	60.23	1.33
tramo1	910.5278	T=100 años	132.10	931.00	932.49	933.00	933.72	0.025900	5.06	29.32	37.17	1.34
tramo1	899.918	T=100 años	132.10	931.00	932.42	932.71	933.37	0.022890	4.75	37.85	80.38	1.28
tramo1	890.6277	T=100 años	132.10	931.00	932.06	932.35	933.09	0.040530	5.23	35.02	83.53	1.62
tramo1	879.9999	T=100 años	132.10	931.00	932.43	932.18	932.69	0.007334	2.23	59.27	54.77	0.68
tramo1	870	T=100 años	132.10	930.18	931.99	931.99	932.55	0.015964	3.33	39.72	35.39	1.00
tramo1	860	T=100 años	132.10	930.00	931.89	931.40	932.07	0.003968	1.91	69.27	50.80	0.52
tramo1	850	T=100 años	132.10	930.00	931.40	931.38	931.97	0.014853	3.34	39.50	33.31	0.98
tramo1	840	T=100 años	132.10	930.00	931.31	931.31	931.78	0.016356	3.04	43.47	46.25	1.00
tramo1	830	T=100 años	132.10	929.22	930.68	930.92	931.50	0.038426	4.01	32.92	43.96	1.48
tramo1	820.0001	T=100 años	132.10	929.00	930.41	930.58	931.13	0.031079	3.77	35.04	43.16	1.34
tramo1	809.9999	T=100 años	132.10	928.75	930.25	930.35	930.80	0.024551	3.29	40.13	51.24	1.19
tramo1	800	T=100 años	132.10	928.00	929.56	929.86	930.48	0.033989	4.24	31.18	34.43	1.42
tramo1	790.2314	T=100 años	132.10	928.00	930.03	929.49	930.14	0.002940	1.46	90.47	80.12	0.44
tramo1	779.6526	T=100 años	132.10	928.00	929.99		930.11	0.003225	1.53	86.29	75.78	0.46
tramo1	769.835	T=100 años	132.10	928.00	929.53	929.53	930.02	0.011342	3.37	44.32	45.16	0.90
tramo1	759.8494	T=100 años	132.10	927.20	929.55	929.08	929.77	0.003172	2.29	65.06	43.76	0.50
tramo1	749.9999	T=100 años	132.10	927.00	928.81	928.81	929.65	0.015329	4.07	32.45	19.38	1.00
tramo1	739.7293	T=100 años	132.10	927.00	928.28	928.65	929.42	0.033550	5.06	29.28	35.44	1.49
tramo1	729.6678	T=100 años	132.10	926.90	928.10	928.37	929.03	0.030838	4.65	31.95	40.83	1.41
tramo1	719.7021	T=100 años	132.10	926.00	927.47	927.89	928.71	0.028730	5.15	29.02	35.52	1.41
tramo1	709.9216	T=100 años	132.10	926.00	927.32	927.67	928.38	0.027844	4.87	32.27	46.98	1.37
tramo1	699.9655	T=100 años	132.10	926.00	927.10	927.38	928.05	0.032204	4.75	33.44	57.61	1.45
tramo1	689.4043	T=100 años	132.10	925.38	926.69	927.05	927.70	0.030749	4.84	32.72	50.43	1.43
tramo1	680.324	T=100 años	132.10	925.00	926.34	926.72	927.43	0.025971	4.86	31.20	41.50	1.35

5.2.4. Evaluación del Caudal máximo

Los caudales máximos de crecidas o avenidas para el río Chancamayo calculados en eventos extraordinarios a través del método directo mediante el programa de HEC-RAS, muestran a continuación los resultados siguientes.

Figura 51:caudal para el periodo de retorno establecido.



5.2.5. Secciones del Rio Chamcamayo

Este software permite aplicar secciones representativas según el TR a 100 años a lo largo del cauce del rio Chamcamayo, como se muestra en las siguientes imágenes.

Figura 52: Sección 01 del rio Chamcamayo en tiempo de retorno de 100 años.

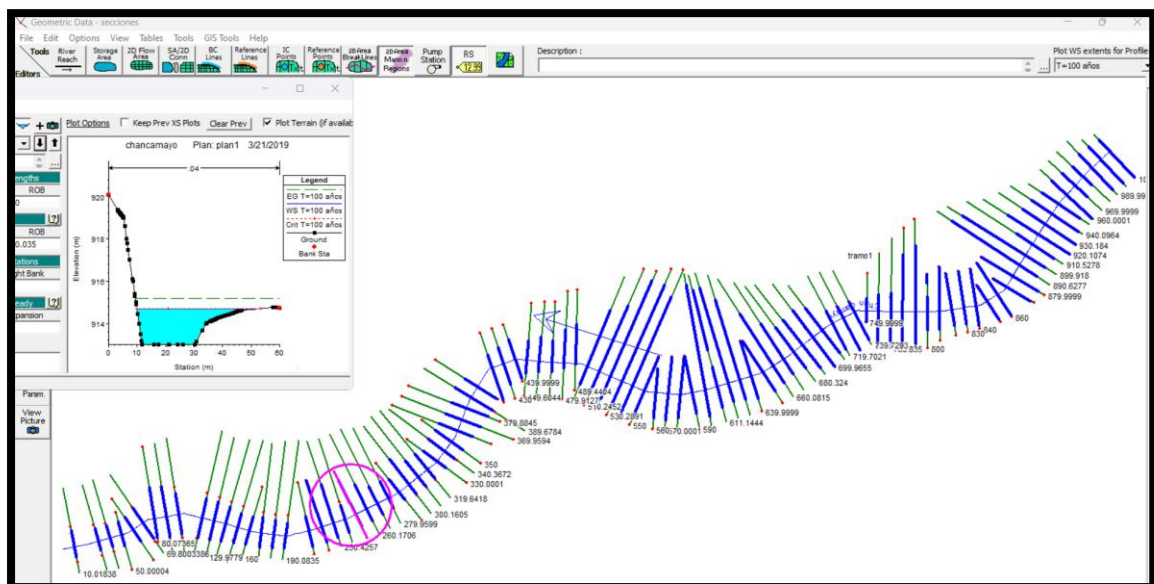
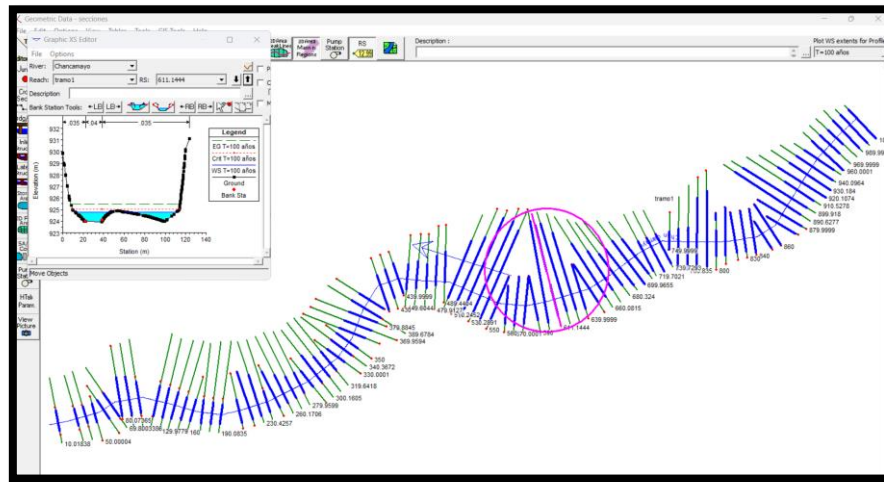


Figura 53: Sección 02 del río Chamcamayo en tiempo de retorno de 100 años.



5.2.6. Modelamiento hidráulico

Estos resultados del análisis hidráulico se ven reflejados en la simulación hecha con el software HEC-RAS, se observa que ambas márgenes del río son vulnerables al riesgo por inundación fluvial para un caudal de crecida de 100 años de retorno, afectando las áreas de cultivo, la zona urbana, la población del C.P. de Chamcamayo, las vías de comunicación, etc.

Figura 54: Niveles de agua para $Q=132.1 \text{ m}^3/\text{s}$ y un $TR=100$ años.

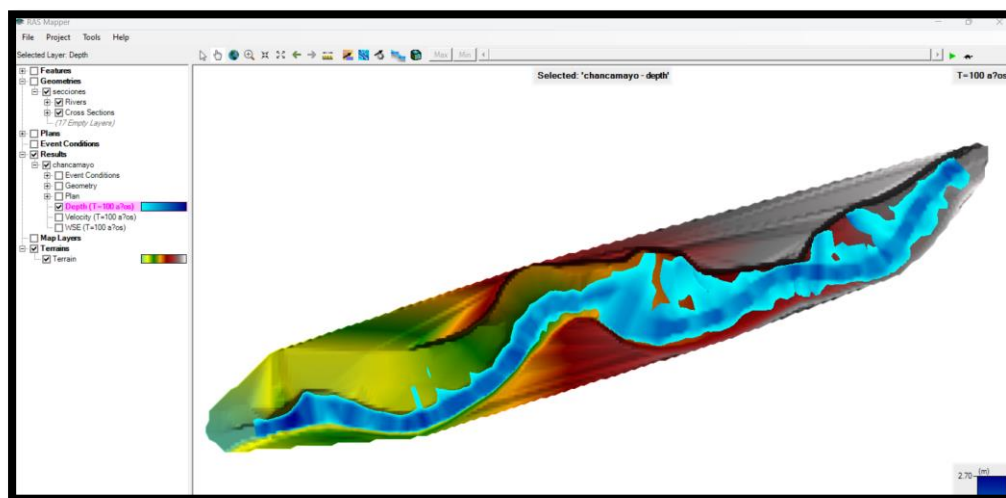
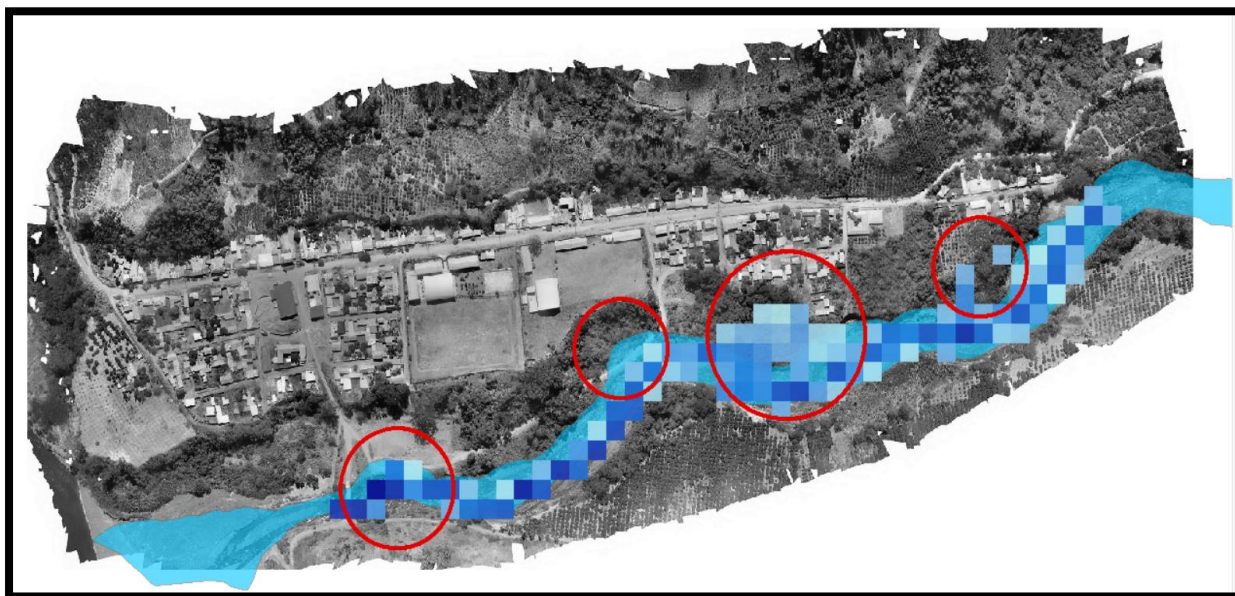


Figura 55: Identificación del resultado del modelamiento en la imagen de dron del C.P. de Chamcamayo.



6. CAPITULO VI

DETERMINACION DEL LA VULNERABILIDAD

En el marco de la ley N° 29664 del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y su Reglamento (D.S. N° 048-2011-PCM) se define la vulnerabilidad como la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza.

Para el presente estudio, se efectuó el análisis de tres dimensiones de la vulnerabilidad (social, económica y ambiental); considerando los tres factores (exposición, fragilidad y resiliencia), en cada dimensión.

Figura 56: Dimensiones consideradas para el análisis de la vulnerabilidad.

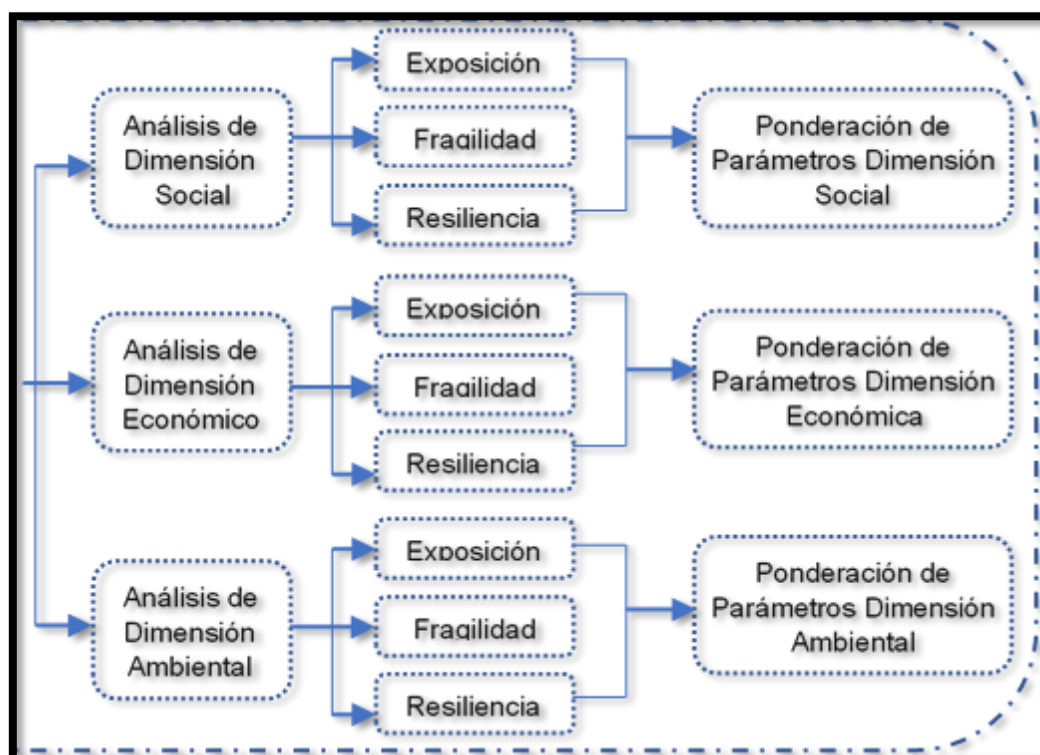


Tabla 44: Matriz de comparación de pares de los parámetros del análisis de la vulnerabilidad.

PARAMETROS DE ANALISIS DE VULNERABILIDAD	DIMENSIÓN ECONÓMICA	DIMENSIÓN SOCIAL	DIMENSIÓN AMBIENTAL
DIMENSIÓN ECONÓMICA	1.00	2.00	3.00
DIMENSIÓN SOCIAL	0.50	1.00	2.00
DIMENSIÓN AMBIENTAL	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.83	3.50	6.00
1/SUMA	0.55	0.29	0.17

Tabla 45: Matriz de normalización de pares de los parámetros del análisis de la vulnerabilidad.

PARAMETROS DE ANALISIS DE VULNERABILIDAD	DIMENSIÓN ECONÓMICA	DIMENSIÓN SOCIAL	DIMENSIÓN AMBIENTAL	Vector Priorización
DIMENSIÓN ECONÓMICA	0.545	0.571	0.500	0.539
DIMENSIÓN SOCIAL	0.273	0.286	0.333	0.297
DIMENSIÓN AMBIENTAL	0.182	0.143	0.167	0.164
	1.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 46: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los parámetros del análisis de la vulnerabilidad.

IC	0.005
RC	0.009

6.1. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD EN LA DIMENSIÓN SOCIAL

Se determina la población expuesta dentro del área de influencia del fenómeno de origen natural, identificando la población vulnerable y no vulnerable, para posteriormente incorporar

el análisis de la fragilidad social y resiliencia social en la población vulnerable. Esto ayuda a identificar los niveles de vulnerabilidad social.

Tabla 47: Matriz de comparación de pares de los Parámetros de dimensión Social.

PARAMETROS	EXPOSICIÓN SOCIAL	FRAGILIDAD SOCIAL	RESILIENCIA SOCIAL
EXPOSICIÓN SOCIAL	1.00	3.00	5.00
FRAGILIDAD SOCIAL	0.33	1.00	3.00
RESILIENCIA SOCIAL	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.53	4.33	9.00
1/SUMA	0.65	0.23	0.11

Tabla 48: Matriz de normalización de pares de los Parámetro de dimensión Social.

PARAMETROS	EXPOSICIÓN SOCIAL	FRAGILIDAD SOCIAL	RESILIENCIA SOCIAL	Vector Priorización
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
	1.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 49: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: dimensión Social.

IC	0.019
RC	0.037

6.2. EXPOSICIÓN SOCIAL

Tabla 50: Parámetro del factor exposición social.

PARÁMETROS DEL FACTOR EXPOSICIÓN SOCIAL	P. DESCRIPTOR
Población por lote	1.00

Tabla 51: Matriz de comparación de pares del parámetro Grado de Instrucción.

GRADO DE INSTRUCCIÓN	≥6 Habitantes	4-5 Habitantes	2-3 Habitantes	1 Habitante	Sin Habitantes
≥6 Habitantes	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
4-5 Habitantes	0.33	1.00	2.00	3.00	5.00
2-3 Habitantes	0.20	0.50	1.00	2.00	3.00
1 Habitante	0.14	0.33	0.50	1.00	2.00
Sin Habitantes	0.11	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.79	5.03	8.83	13.50	20.00
1/SUMA	0.56	0.20	0.11	0.07	0.05

Tabla 52: Matriz de normalización de pares del parámetro Grado de Instrucción.

GRADO DE INSTRUCCIÓN	≥6 Habitantes	4-5 Habitantes	2-3 Habitantes	1 Habitante	Sin Habitantes	≥6 Habitantes
≥6 Habitantes	0.560	0.596	0.566	0.519	0.450	0.538
4-5 Habitantes	0.187	0.199	0.226	0.222	0.250	0.217

2-3 Habitantes	0.112	0.099	0.113	0.148	0.150	0.125
1 Habitante	0.080	0.066	0.057	0.074	0.100	0.075
Sin Habitantes	0.062	0.040	0.038	0.037	0.050	0.045
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 53: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro Grado de Instrucción.

IC	0.012
RC	0.011

6.3. FRAGILIDAD SOCIAL

Tabla 54: Parámetro del factor fragilidad social.

PARÁMETROS DEL FACTOR FRAGILIDAD SOCIAL	P. descriptor
Grupo etario según vulnerabilidad	1.00

6.3.1. Parámetro Grupo etario del Centro Poblado de Chamcamayo.

Se define a este grupo por el rango de edades que tienen la población, considerándose al grupo de entre 5 a 12 y 60 a 65 años como el más vulnerable y el grupo de 30 a 50 como el menos vulnerable.

Tabla 55: Matriz de comparación de pares del parámetro Grupo Etario.

GRUPO ETARIO SEGÚN VULNERABILIDAD	De 0 a 5 y mayor a 65 años	De 5 a 12 y 60 a 65 años	De 12 a 15 y 50 a 60 años	De 15 a 30 años	De 30 a 50 años
De 0 a 5 y mayor a 65 años	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
De 5 a 12 y 60 a 65 años	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
De 12 a 15 y 50 a 60 años	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
De 15 a 30 años	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
De 30 a 50 años	0.14	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.18	4.03	6.83	11.50	18.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.09	0.06

Tabla 56: Matriz de normalización de pares del parámetro Grupo Etario.

GRUPO ETAREO SEGÚN VULNERABILIDAD	De 5 a 12 y 60 a 65 años	De 12 a 15 y 50 a 60 años	De 15 a 30 años	De 30 a 50 años	Vector Priorización
De 0 a 5 y mayor a 65 años	0.496	0.439	0.435	0.389	0.444
De 5 a 12 y 60 a 65 años	0.248	0.293	0.261	0.278	0.262
De 12 a 15 y 50 a 60 años	0.124	0.146	0.174	0.167	0.153
De 15 a 30 años	0.083	0.073	0.087	0.111	0.089
De 30 a 50 años	0.050	0.049	0.043	0.056	0.053
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 57: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro Grupo Etario.

IC	0.007
RC	0.006

6.4. RESILIENCIA SOCIAL

Tabla 58: Parámetros del factor Resiliencia social.

PARÁMETROS DEL FACTOR RESILIENCIA SOCIAL	P. DESCRIPTOR
Conocimiento de algún evento de inundación fluvial	0.50
Capacitación en Gestión del Riesgo de Desastres	0.50

➤ **Parámetro Conocimiento de algún evento de inundación fluvial.**

Tabla 59: Matriz de comparación de pares del parámetro Conocimiento de algún evento de inundación fluvial.

CONOCIMIENTO ALGUN EVENTO DE INUNDACION FLUVIAL	Desconoce	Muy poco	Poco	Regular	Tiene conocimiento
Desconoce	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Muy poco	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
Poco	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
Regular	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
Tiene conocimiento	0.13	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.04	3.92	7.75	13.50	21.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Tabla 60: Matriz de normalización de pares del parámetro Conocimiento de algún evento de inundación fluvial.

CONOCIMIENTO ALGUN EVENTO DE INUNDACION FLUVIAL	Desconoce	Muy poco	Poco	Regular	Tiene conocimiento	Vector priorización
Desconoce	0.490	0.511	0.516	0.444	0.381	0.468
Muy poco	0.245	0.255	0.258	0.296	0.286	0.268
Poco	0.122	0.128	0.129	0.148	0.190	0.144
Regular	0.082	0.064	0.065	0.074	0.095	0.076
Tiene conocimiento	0.061	0.043	0.032	0.037	0.048	0.044
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 61: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro Conocimiento de algún evento de inundación fluvial

IC	0.012
RC	0.010

➤ **Parámetro Capacitación en Gestión de Riesgos de Desastres.**

Tabla 62: Matriz de comparación de pares del parámetro Capacitación en Gestión de Riesgos de Desastres.

CAPACITACIÓN EN GESTION DEL RIESGO DE DESASTRES	Desconoce	Nunca	Poco	Regular	Siempre
Desconoce	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Nunca	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Poco	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Regular	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Siempre	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Tabla 63: Matriz de normalización de pares del parámetro Capacitación en Gestión de Riesgos de Desastres.

CAPACITACIÓN EN GESTION DEL RIESGO DE DESASTRES	Desconoce	Nunca	Poco	Regular	Siempre	Vector Priorización
Desconoce	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Nunca	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Poco	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Regular	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Siempre	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 64: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro Capacitación en Gestión de Riesgos de Desastres

IC	0.061
RC	0.054

6.5. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD EN LA DIMENSIÓN ECONOMICA

Para el análisis de la vulnerabilidad en su dimensión económica, se evaluaron los siguientes parámetros.

Tabla 65: Matriz de comparación de pares de los Parámetros de dimensión Económica.

PARAMETROS DE ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD	Exposición Económica	Fragilidad Económica	Resiliencia Económica
EXPOSICIÓN ECONÓMICA	1.00	3.00	5.00
FRAGILIDAD ECONÓMICA	0.33	1.00	3.00
RESILIENCIA ECONÓMICA	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.53	4.33	9.00
1/SUMA	0.65	0.23	0.11

Tabla 66: Matriz de normalización de pares de los Parámetros de dimensión Económica

PARAMETROS DE ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD	Exposición Económica	Fragilidad Económica	Resiliencia Económica	Vector Priorización
Exposición Económica	0.652	0.692	0.556	0.633
Fragilidad Económica	0.217	0.231	0.333	0.260
Resiliencia Económica	0.130	0.077	0.111	0.106
	1.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 67: Índice de Compacidad (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los parámetros de la dimensión económica.

IC	0.019
RC	0.037

6.6. EXPOSICIÓN ECONÓMICA.

Tabla 68: Parámetro del factor exposición económica.

PARAMETROS DEL FACTOR EXPOSICIÓN ECONÓMICA	Vector de priorización
Localización de la edificación respecto al área de impacto del peligro	1.00

➤ **Parámetro: Localización de la Edificación Respecto al Área de Impacto del Peligro.**

Tabla 69: Matriz de comparación de pares del parámetro Localización de la Edificación Respecto al Área de Impacto del Peligro.

LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN RESPECTO AL ÁREA DE IMPACTO DEL PELIGRO	Muy cercana (menor a 10 m)	Cercana (10 a 30 m)	Regular (30 a 50 m)	Alejada (50 a 70 m)	Muy alejada (mayor a 70 m)
Muy cercana (Menor a 10 m)	1.00	3.00	5.00	7.00	8.00
Cercana (10 a 30 m)	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Regular (30 a 50 m)	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Alejada (50 a 70 m)	0.14	0.20	0.33	1.00	2.00
Muy alejada (Mayor a 70 m)	0.13	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.80	4.68	9.53	16.50	23.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Tabla 70: Matriz de normalización de pares del parámetro Localización de la Edificación Respecto al Área de Impacto del Peligro.

LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN RESPECTO AL ÁREA DE IMPACTO DEL PELIGRO	Muy Cercana (Menor A 10 M)	Cercana (10 A 30 M)	Regular (30 A 50 M)	Alejada (50 A 70 M)	Muy Alejada (Mayor A 70 M)	Vector Priorización
Muy cercana (Menor a 10 m)	0.555	0.642	0.524	0.424	0.348	0.499
Cercana (10 a 30 m)	0.185	0.214	0.315	0.303	0.304	0.264
Regular (30 a 50 m)	0.111	0.071	0.105	0.182	0.217	0.137
Alejada (50 a 70 m)	0.079	0.043	0.035	0.061	0.087	0.061
Muy alejada (Mayor a 70 m)	0.069	0.031	0.021	0.030	0.043	0.039
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 71: Índice Compacidad (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro Localización de la Edificación Respecto al Área de Impacto del Peligro.

IC	0.053
RC	0.048

6.7. FRAGILIDAD ECONÓMICA

Tabla 72: Matriz de comparación de pares de los parameros de la fragilidad económica

PARAMENTROS DEL FACTOR EXPOSICIÓN ECONÓMICA	Ingreso Promedio Mensual Familiar	Uso De Suelo	Material Predominante De Construcción	Estado De Conservación De Vivienda	Niveles De Edificación
Ingreso promedio mensual familiar	1.00	2.00	4.00	5.00	7.00
Uso de suelo	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
Material predominante de construcción	0.25	0.50	1.00	2.00	3.00
Estado de conservación de vivienda	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Niveles de edificación	0.14	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.09	4.03	7.83	11.50	18.00
1/SUMA	0.48	0.25	0.13	0.09	0.06

Tabla 73: Matriz de normalización de pares de los parámetros de la fragilidad económica

PARAMENTROS DEL FACTOR EXPOSICIÓN ECONÓMICA	Ingreso Promedio Mensual Familiar	Uso De Suelo	Material Predominante De Construcción	Estado De Conservación De Vivienda	Niveles De Edificación	Vector Priorización
Ingreso promedio mensual familiar	0.478	0.496	0.511	0.435	0.389	0.462
Uso de suelo	0.239	0.248	0.255	0.261	0.278	0.256
Material predominante de construcción	0.119	0.124	0.128	0.174	0.167	0.142
Estado de conservación de vivienda	0.096	0.083	0.064	0.087	0.111	0.088
Niveles de edificación	0.068	0.050	0.043	0.043	0.056	0.052
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 74: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico de pares de los parámetros de la fragilidad económica

IC	0.010
RC	0.009

6.7.1. Parámetro: Ingreso Promedio Mensual Familiar

Tabla 75: Matriz de comparación de pares: Ingreso Promedio Mensual Familiar

INGRESO PROMEDIO MENSUAL FAMILIAR	<1000	1000-1800	1800-2500	2500-3000	3000 <
<1000	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
1000-1800	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
1800-2500	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
2500-3000	0.14	0.20	0.33	1.00	2.00
3000 <	0.11	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.50	24.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Tabla 76: Matriz de normalización: Ingreso Promedio Mensual Familiar

INGRESO PROMEDIO MENSUAL FAMILIAR	<1000	1000-1800	1800-2500	2500-3000	3000 <	Vector Priorización
<1000	0.560	0.642	0.524	0.424	0.375	0.505
1000-1800	0.187	0.214	0.315	0.303	0.292	0.262
1800-2500	0.112	0.071	0.105	0.182	0.208	0.136
2500-3000	0.080	0.043	0.035	0.061	0.083	0.060
3000 <	0.062	0.031	0.021	0.030	0.042	0.037
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 77: Índice de Compacidad (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: Ingreso Promedio Mensual Familiar

IC	0.047
RC	0.042

6.7.2. Parámetro: Uso De Suelo

Tabla 78: Matriz de comparación de pares: Uso De Suelo

USO DE SUELO	Vivienda	Vivienda Comercio	Vivienda Taller	Comercio	Equipamiento y Otros
Vivienda	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Vivienda comercio	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Vivienda taller	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Comercio	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Equipamiento y otros	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
Suma	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/suma	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Tabla 79: Matriz de normalización: Uso De Suelo

USO DE SUELO	Vivienda	Vivienda Comercio	Vivienda Taller	Comercio	Equipamiento y Otros	Vector Priorización
Vivienda	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Vivienda comercio	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Vivienda taller	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Comercio	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Equipamiento y otros	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 80: Índice de Compacidad (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: Uso De Suelo

IC	0.054
RC	0.049

6.7.3. Parámetro: Material Predominante De Construcción.

Tabla 81: Matriz de comparación de pares: material predominante de construcción.

MATERIAL PREDOMINANTE DE CONSTRUCCION	Precario	Madera	Drywall	Adobe	Concreto
Precario	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Madera	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Drywall	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Adobe	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Concreto	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Tabla 82: Matriz de normalización: material predominante de construcción.

MATERIAL PREDOMINANTE DE CONSTRUCCION	Precario	Madera	Drywall	Adobe	Concreto	Vector Priorización
Precario	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Madera	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Drywall	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Adobe	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Concreto	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 83: Índice Compacidad (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: material predominante de construcción.

IC	0.054
RC	0.049

6.7.4. Parámetro: Estado De Conservación De Vivienda

Tabla 84: Matriz de comparación de pares: estado de conservación de vivienda

ESTADO DE CONSERVACIÓN DE VIVIENDA	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno
Muy malo	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
Malo	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Regular	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Bueno	0.14	0.20	0.33	1.00	2.00
Muy bueno	0.11	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.95	3.68	9.53	16.50	24.00
1/SUMA	0.51	0.27	0.10	0.06	0.04

Tabla 85: Matriz de normalización: estado de conservación de vivienda

ESTADO DE CONSERVACIÓN DE VIVIENDA	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno	Vector Priorización
Muy malo	0.512	0.544	0.524	0.424	0.375	0.476
Malo	0.256	0.272	0.315	0.303	0.292	0.287
Regular	0.102	0.091	0.105	0.182	0.208	0.138
Bueno	0.073	0.054	0.035	0.061	0.083	0.061
Muy bueno	0.057	0.039	0.021	0.030	0.042	0.038
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 86: Índice de Compacidad (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: estado de conservación de vivienda

IC	0.034
RC	0.030

6.7.5. Parámetro: Niveles De Edificación

Tabla 87: Matriz de comparación de pares: niveles de edificación

NIVELES DE EDIFICACIÓN	Mas De 3 Niveles	3 Niveles	2 Niveles	1 Niveles	0 Nivel
MAS DE 3 NIVELES	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
3 NIVELES	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
2 NIVELES	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
1 NIVELES	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
0 NIVEL	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Tabla 88: Matriz de normalización: niveles de edificación

NIVELES DE EDIFICACIÓN	Mas De 3 Niveles	3 Niveles	2 Niveles	1 Niveles	0 Nivel	Vector Priorización
MAS DE 3 NIVELES	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
3 NIVELES	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
2 NIVELES	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
1 NIVELES	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
0 NIVEL	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 89: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: niveles de edificación

IC	0.077
RC	0.069

6.8. RESILIENCIA ECONÓMICA.

Para la obtención de los pesos ponderados de los parámetros del factor resiliencia de la dimensión económica, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 90: Matriz de comparación de pares de los parameros de la resiliencia económica

PARAMETROS DE ANALISIS DE VULNERABILIDAD	Servicios Básicos por Vivienda	Actitud Frente al Riesgo	Campañas de Difusión De GRD
SERVICIOS BASICOS POR VIVIENDA	1.00	2.00	3.00
ACTITUD FRENTE AL RIESGO	0.50	1.00	2.00
CAMPAÑAS DE DIFUCION DE GRD	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.83	3.50	6.00
1/SUMA	0.55	0.29	0.17

Tabla 91: Matriz de normalización de pares de los parameros de la resiliencia económica

PARAMETROS DE ANALISIS DE VULNERABILIDAD	Servicios Básicos por Vivienda	Actitud Frente Al Riesgo	Campañas De Difusión De GRD	Vector Priorización
Servicios básicos por vivienda	0.545	0.571	0.500	0.539
Actitud frente al riesgo	0.273	0.286	0.333	0.297
Campañas de difusión de GRD	0.182	0.143	0.167	0.164
	1.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 92: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: niveles de edificación

IC	0.005
RC	0.01

6.8.1. Parámetro: Servicios Básicos Por Vivienda

Tabla 93: Matriz de comparación de pares: servicios básicos por vivienda

SERVICIOS BASICOS POR VIVIENDA	No Cuenta con Ningún Servicio	Instalación Precaria y Sin Uso	Cuenta con un Solo Servicio	Cuenta con dos Servicios	Cuenta con Agua, Desagüe y Luz de la Red Publica
No cuenta con ningún servicio	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
Instalación precaria y sin uso	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Cuenta con un solo servicio	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Cuenta con dos servicios	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Cuenta con agua, desagüe y luz de la red publica	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.95	3.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.51	0.27	0.10	0.06	0.04

Tabla 94: Matriz de normalización: servicios básicos por vivienda

SERVICIOS BASICOS POR VIVIENDA	No Cuenta con Ningún Servicio	Instalación Precaria y sin Uso	Cuenta con un Solo Servicio	Cuenta con Dos Servicios	Cuenta con Agua, Desagüe y Luz de la Red Publica	Vector Priorización
No cuenta con ningún servicio	0.512	0.544	0.524	0.429	0.360	0.474
Instalación precaria y sin uso	0.256	0.272	0.315	0.306	0.280	0.286
Cuenta con un solo servicio	0.102	0.091	0.105	0.184	0.200	0.136
Cuenta con dos servicios	0.073	0.054	0.035	0.061	0.120	0.069
Cuenta con agua, desagüe y luz de la red publica	0.057	0.039	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 95: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: servicios básicos por vivienda

IC	0.047
RC	0.043

6.8.2. Parámetro: Actitud Frente Al Riesgo

Tabla 96: Matriz de comparación de pares: actitud frente al riesgo

ACTITUD FRENTE AL RIESGO	Fatalista y Conformista	Escasamente Previsora	Parcialmente Previsora, sin Medidas de Prevención	Parcialmente Previsora, con Escasas Medidas de Prevención	Actitud Previsora e Implementando Medidas de Prevención y Riesgo
Fatalista y conformista	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Escasamente previsora	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Parcialmente previsora, sin medidas de prevención.	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Parcialmente previsora, con escasas medidas de Prevención.	0.14	0.20	0.33	1.00	2.00
Actitud Previsora e implementando medidas de prevención y riesgo	0.11	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.50	24.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Tabla 97: Matriz de normalización: actitud frente al riesgo

ACTITUD FRENTE AL RIESGO	Fatalista y Conformista	Escasamente Previsora	Parcialment e Previsora, sin Medidas de Prevención.	Parcialment e Previsora, con Escasas Medidas de Prevención.	Actitud Previsora e Implementa ndo Medidas de Prevención y Riesgo	Vector Priorizació n
Fatalista y conformista	0.560	0.642	0.524	0.424	0.375	0.505
Escasamente previsora	0.187	0.214	0.315	0.303	0.292	0.262
Parcialmente previsora, sin medidas de prevención.	0.112	0.071	0.105	0.182	0.208	0.136
Parcialmente previsora, con escasas medidas de Prevención.	0.080	0.043	0.035	0.061	0.083	0.060
Actitud Previsora e implementando medidas de prevención y riesgo	0.062	0.031	0.021	0.030	0.042	0.037
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 98: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro:
actitud frente al riesgo

IC	0.079
RC	0.071

6.8.3. Parámetro: Campañas De Difusión De Gestión De Riesgos De Desastres

Tabla 99: Matriz de comparación de pares: campañas de difusión de Gestión de Riesgos de Desastres

CAMPAÑAS DE DIFUSION DE GRD	Desconoce	1 Vez Al Año	2 Veces Al Año	3 Veces Al Año	Cada Tres Meses Y Organización Comunal.
Desconoce	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
1 vez al año	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
2 veces al año	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
3 veces al año	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
Cada tres meses y organización comunal.	0.13	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.04	3.92	7.75	13.50	21.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Tabla 100: Matriz de normalización: campañas de difusión de Gestión de Riesgos de Desastres

CAMPAÑAS DE DIFUSION DE GRD	Desconoce	1 vez al año	2 veces al año	3 veces al año	Cada tres meses y organización comunal.	Vector priorización
Desconoce	0.490	0.511	0.516	0.444	0.381	0.468
1 vez al año	0.245	0.255	0.258	0.296	0.286	0.268
2 veces al año	0.122	0.128	0.129	0.148	0.190	0.144
3 veces al año	0.082	0.064	0.065	0.074	0.095	0.076
Cada tres meses y organización comunal.	0.061	0.043	0.032	0.037	0.048	0.044
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 101: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro campañas de difusión de Gestión de Riesgos de Desastres

IC	0.012
RC	0.010

6.9. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD EN LA DIMENSIÓN AMBIENTAL

Para el análisis de la vulnerabilidad en su dimensión ambiental, se evaluaron los siguientes parámetros.

Tabla 102: Matriz de comparación de pares: Parámetros de la dimensión ambiental

PARAMETROS DE ANALISIS DE VULNERABILIDAD	Exposición Ambiental	Fragilidad Ambiental	Resiliencia Ambiental
Exposición ambiental	1.00	3.00	5.00
Fragilidad ambiental	0.33	1.00	3.00
Resiliencia ambiental	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.53	4.33	9.00
1/SUMA	0.65	0.23	0.11

Tabla 103: Matriz de normalización: Parámetros de la dimensión ambiental

PARAMETROS DE ANALISIS DE VULNERABILIDAD	Exposición Ambiental	Fragilidad Ambiental	Resiliencia Ambiental	Vector Priorización
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
	1.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 104: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los parámetros: de la dimensión ambiental

IC	0.019
RC	0.037

6.10. EXPOSICIÓN AMBIENTAL.

Tabla 105: Parámetro del factor exposición ambiental

PARÁMETROS DEL FACTOR EXPOSICIÓN AMBIENTAL	Vector Priorización
Uso de área verde por vivienda	1.00

6.10.1. Parámetro: Uso De Área Verde Por Vivienda

Tabla 106: Matriz de comparación de pares: uso de área verde por vivienda

USO DE AREA VERDE POR VIVIENDA	No Tiene	Ornamentación	Jardín	Huerto	Chacra
No tiene	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Ornamentación	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
Jardín	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Huerto	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Chacra	0.14	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.18	4.03	6.83	11.50	18.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.09	0.06

Tabla 107: Matriz de normalización de pares: uso de área verde por vivienda

USO DE AREA VERDE POR VIVIENDA	No Tiene	Ornamentación	Jardín	Huerto	Chacra	Vector Priorización
No tiene	0.460	0.496	0.439	0.435	0.389	0.444
Ornamentación	0.230	0.248	0.293	0.261	0.278	0.262
Jardín	0.153	0.124	0.146	0.174	0.167	0.153
Huerto	0.092	0.083	0.073	0.087	0.111	0.089
Chacra	0.066	0.050	0.049	0.043	0.056	0.053
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 108: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: uso de área verde por vivienda

IC	0.066
RC	0.060

6.11. FRAGILIDAD AMBIENTAL.

Tabla 109: Parámetros del factor de la fragilidad ambiental.

PARÁMETROS DEL FACTOR FRAGILIDAD AMBIENTAL	VECTOR PRIORIZACIÓN
Servicio de recolección de residuos solidos	0.50
Frecuencia de recolección de residuos solidos	0.50

6.11.1. Parámetro: Servicio De Recolección De Residuos Solidos

Tabla 110: Matriz de comparación de pares: servicio de recolección de residuos solidos

SERVICIO DE RECOLECCION DE RESIDUOS SOLIDOS	No Cuenta Con Servicio De Recolección De RR.SS.	Quema De RR. SS. O Bota Al Rio	Entierra En Composteras	Desecha En Vías y Calles	Cuenta con Servicio de Recolección de RR.SS.
No cuenta con servicio de recolección de RR.SS.	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Quema de RR. SS. O bota al rio	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Entierra en Composteras	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Desecha en vías y calles	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Cuenta con servicio de recolección de RR.SS.	0.11		0.20	0.33	1.00
		0.14			
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Tabla 111: Matriz de normalización de pares: servicio de recolección de residuos solidos

SERVICIO DE RECOLECCION DE RESIDUOS SOLIDOS	No Cuenta con Servicio de Recolección De RR.SS.	Quema De RR.SS. O Bota Al Rio	Entierra en Composteras	Desecha en Vías y Calles	Cuenta con Servicio de Recolección De RR.SS.	Vector Priorización
No cuenta con servicio de recolección de RR.SS.	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Quema de RR.SS. o bota al rio	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Entierra en Composteras	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Desecha en vías y calles	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Cuenta con servicio de recolección de RR.SS.	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 112: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro:
servicio de recolección de residuos sólidos

IC	0.174
RC	0.156

6.11.2. Parámetro: Frecuencia De Recolección De Residuos Sólidos

Tabla 113: Matriz de comparación de pares: frecuencia de recolección de residuos sólidos

FRECUENCIA DE RECOLECCION DE RESIDUOS SOLIDOS	Una Vez Al Mes O No Cuenta Con El Servicio	Cada 15 Días	Semanas	2 Veces Por Semana	Diario
Una vez al mes o no cuenta con el servicio	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Cada 15 días	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
Semanas	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
2 veces por semana	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
Diario	0.13	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.04	3.92	7.75	13.50	21.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Tabla 114: Matriz de normalización de pares: frecuencia de recolección de residuos solidos

FRECUENCIA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS	Una Vez Al Mes O No Cuenta Con El Servicio	Cada 15 Días	Semanas	2 Veces Por Semana	Diario	Vector Priorización
Una vez al mes o no cuenta con el servicio	0.490	0.511	0.516	0.444	0.381	0.468
Cada 15 días	0.245	0.255	0.258	0.296	0.286	0.268
Semanas	0.122	0.128	0.129	0.148	0.190	0.144
2 veces por semana	0.082	0.064	0.065	0.074	0.095	0.076
Diario	0.061	0.043	0.032	0.037	0.048	0.044
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 115: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro

: frecuencia de recolección de residuos solidos

IC	0.012
RC	0.010

6.12. RESILIENCIA AMBIENTAL

Tabla 116: Parámetros del factor de la resiliencia ambiental.

CAPACITACIONES AMBIENTALES	VECTOR PRIORIZACIÓN
Conocimiento en temas ambientales	0.50
Manejo de residuos solidos	0.50

6.12.1. Parámetro: Conocimiento En Temas Ambientales

Tabla 117: Matriz de comparación de pares: conocimiento en temas ambientales.

CONOCIMIENTO EN TEMAS AMBIENTALES	Ninguna	Por Otras Personas	Por Radio y Tv	Por Medios de Internet	Sensibilización
Ninguna	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
Por otras personas	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Por radio y TV	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Por medios de internet	0.14	0.20	0.33	1.00	2.00
Sensibilización	0.11	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.95	3.68	9.53	16.50	24.00
1/SUMA	0.51	0.27	0.10	0.06	0.04

Tabla 118: Matriz de normalización de pares: conocimiento en temas ambientales.

CONOCIMIENTO EN TEMAS AMBIENTALES	Ninguna	Por Otras Personas	Por Radio y Tv	Por Medios de Internet	Sensibilización	Vector Priorización
Ninguna	0.512	0.544	0.524	0.424	0.375	0.476
Por otras personas	0.256	0.272	0.315	0.303	0.292	0.287
Por radio y TV	0.102	0.091	0.105	0.182	0.208	0.138
Por medios de internet	0.073	0.054	0.035	0.061	0.083	0.061
Sensibilización	0.057	0.039	0.021	0.030	0.042	0.038
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 119: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro

: conocimiento en temas ambientales

IC	0.034
RC	0.030

6.12.2. Parámetro: Manejo De Residuos Solidos

Tabla 120: Matriz de comparación de pares: manejo de residuos sólidos.

MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS	Degrad a el Suelo	Conserva el Suelo	Ornamentación y Jardinería	Revegetación y Reforestación	Conservación de Especies Nativas
No segrega y no entrega al carro recolector	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
No segrega, le da al carro recolector	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Segrega orgánico e inorgánico, le da al carro recolector	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Segrega orgánico y aprovecha en animales y abono, inorgánico da al carro recolector	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Segrega orgánico y aprovecha en animales y abono, inorgánico recicla y le da al carro recolector	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Tabla 121: Matriz de normalización de pares: manejo de residuos solidos

MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS	No segrega y no entrega al carro recolector	No segrega, le da al carro recolector	Segrega orgánico e inorgánico, le da al carro recolector	Segrega orgánico y aprovecha en animales y abono, inorgánico da al carro recolector	Segrega orgánico y aprovecha en animales y abono, inorgánico recicla y le da al carro recolector	Vector priorización
No segrega y no entrega al carro recolector	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
No segrega, le da al carro recolector	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Segrega orgánico e inorgánico, le da al carro recolector	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Segrega orgánico y aprovecha en animales y abono, inorgánico da al carro recolector	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Segrega orgánico y aprovecha en animales y abono, inorgánico recicla y le da al carro recolector	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 122: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro

: manejo de residuos solidos

IC	0.061
RC	0.054

6.13. NIVELES DE VULNERABILIDAD

En el siguiente cuadro, se muestran los niveles de vulnerabilidad y sus respectivos rangos obtenidos a través de utilizar el Proceso de Análisis Jerárquico.

Tabla 123: Niveles de Vulnerabilidad

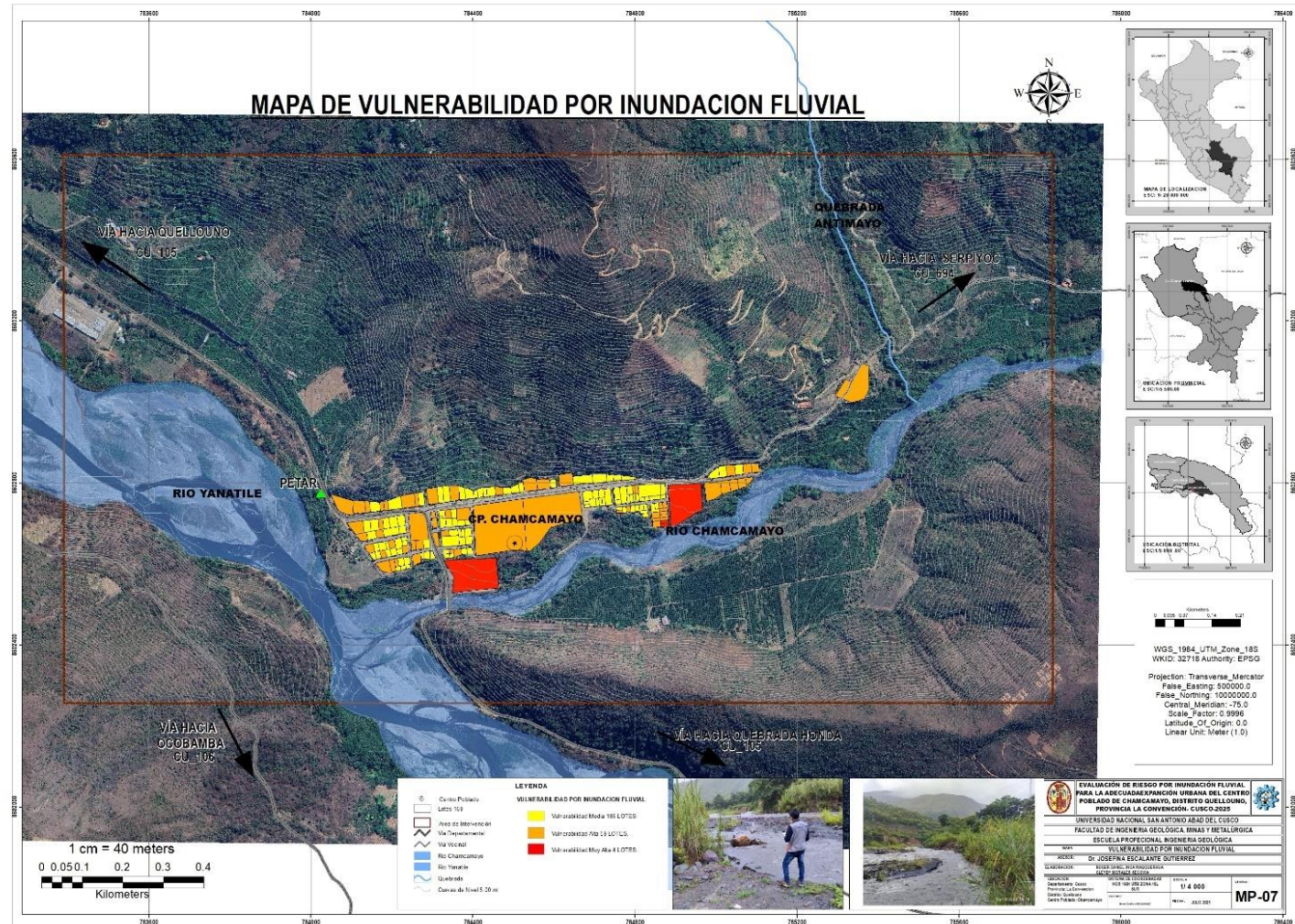
NIVELES DE VULNERABILIDAD	RANGOS				
MUY ALTO	0.248	≤	V	<	0.497
ALTO	0.137	≤	V	<	0.248
MEDIO	0.074	≤	V	<	0.137
BAJO	0.044	≤	V	<	0.074

6.14. ESTRATIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

Tabla 124: Estratificación - Síntesis de la Vulnerabilidad

NIVEL DE VULNERABILIDAD	DESCRIPCION	RANGOS
MUY ALTO	Grupo etario entre 0 a 5 y mayor a 65 años, desconocen sobre los peligros en la zona de influencia, desconoce sobre capacitaciones en temas de Gestión del riesgo de Desastres (GRD), la infraestructura está muy cercana respecto al área de impacto del peligro por inundación fluvial de los ríos Chamcamayo, el material de construcción en su mayoría es precario, con un estado de conservación muy malo, y niveles de edificación de 3 a más niveles, desconoce de la normativa del reglamento nacional de edificaciones, no conoce acerca de temas ambientales, no cuenta con área verde y con ingreso familiar promedio mensual menor al sueldo mínimo.	$0.248 \leq V \leq 0.497$
ALTO	Grupo etario entre 5 - 12 y 60 a 65 años, conoce muy poco acerca de los peligros de la zona, nunca recibe capacitación en temas de gestión del riesgo de desastres, se localiza cerca al área de impacto del peligro, Con ingreso familiar promedio mensual entre 1000 a 1800 soles, cuenta con servicio de recolección de residuos sólidos dos veces a la semana, unas veces entrega al carro recolector sin separar lo orgánico e inorgánico, no cumple con la normatividad del reglamento nacional de edificaciones, no conoce acerca de temas ambientales, el material de construcción en su mayoría es de madera.	$0.137 \leq V \leq 0.248$
MEDIO	Grupo etario entre de 12 a 15 y 50 a 60 años, conoce poco sobre peligros en la zona, recibe poca capacitación en temas de gestión del riesgo de desastres, el material de construcción es adobe, el estado de conservación es regular, cuenta con 2 niveles de edificación, conoce, pero no cumple con la normatividad del reglamento nacional de edificaciones, con ingreso familiar promedio mensual entre 1800 a 2500 soles, cuenta con servicio de recolección de residuos sólidos de 2 veces por semana, conoce en temas ambientales por medios de radio y TV, cuenta con áreas verdes.	$0.074 \leq V \leq 0.137$
BAJO	Grupo etario de entre 15 a 30 años y de 30 a 50 años, tiene conocimiento sobre el peligro en la zona, se localiza lejos a muy lejos del área de impacto del peligro, material de construcción de concreto y adobe, estado de conservación buena a muy buena, edificaciones de 1 a 2 pisos, con ingreso familiar promedio mensual mayores a 2500 soles, cuenta con servicio de recolección de residuos sólidos de 2 veces por semana, tienen conocimiento en temas de gestión de riesgos. Con actitud previsoras frente al riesgo.	$0.044 \leq V \leq 0.074$

Figura 57: MP-07 MAPA DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD



7. CAPITULO VII

ESTIMACION DEL RIESGO

7.1. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO

Para determinar el cálculo del riesgo de la zona de influencia, se utiliza la siguiente metodología que considera emplear una matriz de doble entrada en la que se multiplique cada nivel de peligro con cada nivel de vulnerabilidad usando la fórmula de la (ilustración 16), de modo que se obtenga una matriz de celdas resultantes de cada multiplicación. A partir de los valores de cada celda de matriz se pueden obtener los niveles de riesgos

Figura 58: Formula para determinar el nivel de riesgo

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

Dónde:

R= Riesgo.
f= En función
P_i =Peligro con la intensidad mayor o igual a i durante un período de exposición t
V_e = Vulnerabilidad de un elemento expuesto e

Fuente: (CENEPRED, Centro Nacional de Estimacion, Prevencion y Reduccion del Riesgo de Desastres, 2014)

Figura 59: Calculo de los valores del nivel de riesgo.

PELIGRO	VULNERABILIDAD	VALOR DE RIESGO
0.485	0.497	0.241
0.267	0.248	0.066
0.138	0.137	0.019
0.071	0.074	0.005
0.039	0.044	0.002

7.2. NIVELES DE RIESGO

Siendo el riesgo el resultado de relacionar el peligro con la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos y consecuencias sociales, económicas y ambientales asociadas al fenómeno por Inundación Fluvial del río Chamcamayo del Centro Poblado de Chamcamayo. Los niveles de riesgo finales son riesgo muy alto, alto, medio y bajo.

Tabla 125: Niveles de Riesgo.

NIVEL DE RIESGO	RANGO		
MUY ALTO	0.066	$\leq R \leq$	0.241
ALTO	0.019	$\leq R <$	0.066
MEDIO	0.005	$\leq R <$	0.019
BAJO	0.002	$\leq R <$	0.005

7.3. ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO

Tabla 126: Estratificación del nivel de riesgo

NIVEL DE RIESGO	DESCRIPCION	RANGO
RIESGO MUY ALTO	Predominan las unidades geomorfológicas de terrazas bajas donde se dan fenómenos de Inundaciones fluviales con intensidades muy altas, desarrolladas en pendientes de 0-4%, ocasionada por precipitaciones pluviales de $20.8 < PP \leq 28.1$ mm/día, en el cauce del río constituido por depósitos fluviales. Grupo etario entre 0 a 5 y mayor a 65 años, desconocen sobre los peligros en la zona de influencia, desconoce sobre capacitaciones en temas de Gestión del riesgo de Desastres (GRD), la infraestructura está muy cercana respecto al área de impacto del peligro por inundación fluvial de los ríos Chamcamayo, el material de construcción en su mayoría es precario, con un estado de conservación muy malo, y niveles de edificación de 3 a más niveles, desconoce de la normativa del reglamento nacional de edificaciones, no conoce acerca de temas ambientales, no cuenta con área verde y con ingreso familiar promedio mensual menor al sueldo mínimo.	$0.066 \leq R \leq 0.241$
RIESGO ALTO	Predominan las unidades geomorfológicas de terrazas medias donde se dan fenómenos de Inundaciones fluviales con intensidades altas, desarrolladas en pendientes de 4° a 8°, con escasa cobertura vegetal, con tirante de agua de 0.15 a 0.18m, ocasionada por fuertes precipitaciones pluviales mayores a 48.2 mm/día, constituido por depósitos aluviales y cono-aluviales. Grupo etario entre 5 - 12 y 60 a 65 años, conoce muy poco acerca de los peligros de la zona, no recibe capacitación en temas de gestión del riesgo de desastres, se localiza cerca al área de impacto del peligro, Con ingreso familiar promedio mensual entre 1000 a 1800 soles, cuenta con servicio de recolección de residuos sólidos dos veces a la semana, unas veces entrega al carro recolector sin separar lo orgánico e inorgánico, no cumple con la normatividad del reglamento nacional de edificaciones, no conoce acerca de temas ambientales, el material de construcción en su mayoría es de adobe.	$0.019 \leq R < 0.066$
RIESGO MEDIO	Predominan las unidades geomorfológicas de terrazas medias donde se dan fenómenos de Inundaciones fluviales con intensidades medias, desarrolladas en pendientes de 4-8%, ocasionada por precipitaciones pluviales $20.8 < PP \leq 28.1$ mm/día, constituido por depósitos aluviales. Grupo etario entre de 12 a 15 y 50 a 60 años, conoce poco sobre peligros en la zona, recibe poca capacitación en temas de gestión del riesgo de desastres, el material de construcción es adobe, el estado de conservación es regular, cuenta con 1 y 2 niveles de edificación, conoce, pero no cumple con la normatividad del reglamento nacional de edificaciones, con ingreso familiar promedio mensual entre 1800 a 2500 soles, cuenta con servicio de recolección de residuos sólidos de 2 veces por semana, conoce en temas ambientales por medios de radio y TV.	$0.005 \leq R < 0.019$

RIESGO BAJO	Predominan las unidades geomorfológicas de colinas y lomadas, donde no se dan fenómenos de Inundaciones fluviales, desarrolladas en pendientes mayores a 8%, ocasionada por precipitaciones pluviales $20.8 < PP \leq 28.1$ mm/día, constituido por depósitos coluviales y formaciones geológicas. Grupo etario de entre 15 a 30 años y de 30 a 50 años, tiene conocimiento sobre el peligro en la zona, se localiza lejos a muy lejos del área de impacto del peligro, material de construcción de concreto, estado de conservación buena a muy buena, edificaciones de 1 a 2 piso, con ingreso familiar promedio mensual mayores a 2500 soles, cuenta con servicio de recolección de residuos sólidos de 2 veces por semana, tienen conocimiento en temas de gestión de riesgos. Con actitud previsoras frente al riesgo	$0.002 \leq R < 0.005$
------------------------	--	---

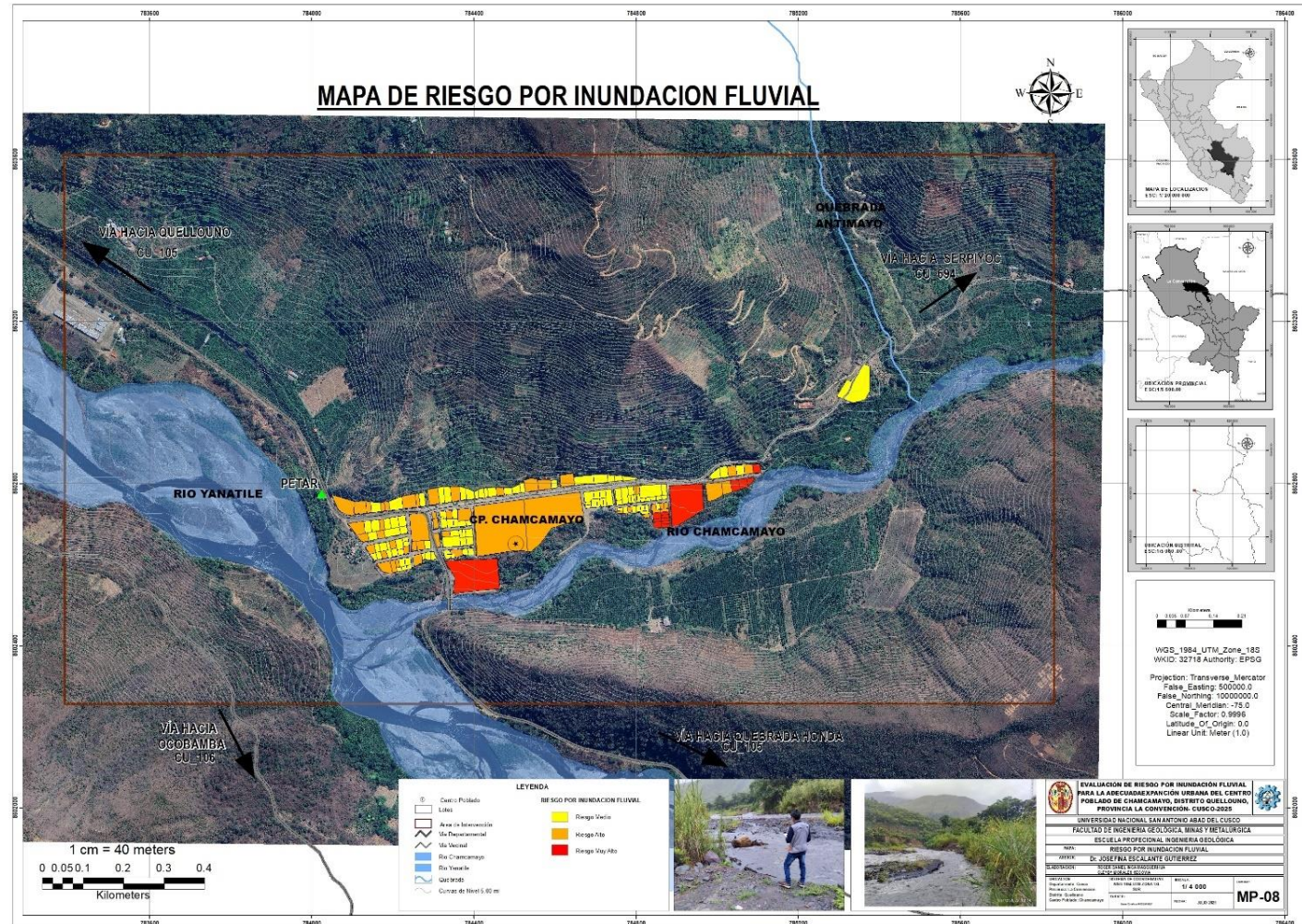
7.4. MATRIZ DE RIESGO

La matriz de riesgo originado por erosión Fluvial del ríos Chamcamayo del Centro Poblado de Chamcamayo es la siguiente:

Tabla 127: Matriz de Riesgo.

PMA	0.485	0.036	0.066	0.120	0.241
PA	0.267	0.020	0.036	0.066	0.133
PM	0.138	0.010	0.019	0.034	0.069
PB	0.071	0.005	0.010	0.018	0.035
		0.074	0.137	0.248	0.497
		VB	VM	VA	VMA

Figura 60:MP-08 MAPA DEL NIVEL DE RIESGO



7.5. CÁLCULO DE EFECTOS PROBABLES (DAÑOS Y PERDIDAS)

En esta parte de la evaluación, se estiman los efectos probables que podrían generarse en el área de influencia del “Centro Poblado de Chamcamayo”, a consecuencia del impacto del peligro por Inundación fluvial del río Chamcamayo. Se muestra a continuación los efectos probables, siendo estos de carácter netamente referencial. El monto probable asciende a S/ 570,000.00, de los cuales S/ 410,000.00 corresponde a los daños probables y S/ 160,000.00 corresponde a las pérdidas probables.

Tabla 128: Efectos probables del área de influencia del Centro Poblado de Chamcamayo.

CANTIDAD	EFECTOS PROBABLES	S/.	DAÑOS PROBABLES	PERDIDAS PROBABLES
1	Sección De Drenaje	S/.	S/ 150,000.00	
600 m	Trocha Carrozable	S/.	S/ 100,000.00	
11	Viviendas	S/.	S/ 140,000.00	
	Costo Adquisición Carpas	S/.		S/ 50,000.00
	Costo Adquisición Módulos De Viviendas	S/.		S/ 70,000.00
	Gastos De Atención En Emergencia	S/.		S/ 40,000.00
	Área Agrícola	S/.	S/ 20,000.00	
TOTAL			S/ 410,000.00	S/ 160,000.00

Tabla 129: Sumatoria del cálculo de efectos probables del área de influencia del Centro Poblado de Chamcamayo

$$\text{DAÑOS PROBABLES} + \text{PERDIDAS PROBABLES} = \text{S/ 570,000.00}$$

8. CAPITULO VII

CONDICIONES PARA UNA ADECUADA EXPANSIÓN URBANA EN EL C.P. DE CHAMCAMAYO.

Este estudio explora las condiciones fundamentales para una adecuada expansión urbana en el centro poblado de Chamcamayo, analizando el marco normativo vigente, los desafíos estructurales y las oportunidades de mejora, con el objetivo de delinear una adecuada área de expansión para el centro poblado libre de peligro por inundación fluvial. (Perú, 2021)

8.1. El Retrato de una Expansión Desbordada

Esta dinámica ha generado un paisaje urbano fragmentado y desigual. En el centro poblado de Chamcamayo se evidencia una necesidad de crecimiento poblacional de baja densidad que encarece la provisión de infraestructura y servicios, y consume extensiones de suelo, en muchos casos de valor ecológico. El resultado es un déficit habitacional que, solo en el centro Poblado de Chamcamayo, afecta a hogares, y una creciente vulnerabilidad ante desastres naturales como la inundación fluvial, exacerbada por el cambio climático.

8.2. Condiciones para la Transformación Urbana

Frente a este panorama, la transición hacia una expansión urbana adecuada no es una opción, sino una necesidad. Esto requiere de la articulación de un conjunto de condiciones que aborden la problemática desde múltiples dimensiones:

8.3. Marco Normativo y Planificación Vinculante:

El Perú ha dado pasos importantes con la promulgación de la **Ley N° 31313, Ley de Desarrollo Urbano Sostenible (DUS)**, y su reglamento. Esta normativa establece un marco

moderno para la planificación y gestión del suelo, promoviendo un enfoque de desarrollo urbano compacto, inclusivo y sostenible. Sin embargo, el principal desafío reside en su efectiva implementación.

8.3.1. Condiciones Clave:

8.3.1.1. Planes de Desarrollo Urbano (PDU) actualizados y vinculantes: Los gobiernos locales, en su rol de principales gestores del territorio, deben contar con PDUs que no solo delimiten las áreas de expansión, sino que también establezcan densidades adecuadas, zonas de protección ecológica y áreas de riesgo no mitigable. Es crucial que estos planes sean de cumplimiento obligatorio y se articulen con los planes de inversión pública. (Ministerio de Vivienda C. y., 2022)

8.3.1.2. Reglamentación clara y ágil: La normativa secundaria debe facilitar y no obstaculizar la implementación de los planes, ofreciendo procedimientos claros para la habilitación urbana, la regularización de la propiedad y la ejecución de proyectos urbanos. (Ministerio de Vivienda C. y., 2022)

8.4. Gestión del Suelo y Financiamiento Urbano:

Una expansión ordenada requiere de una gestión proactiva del suelo y de mecanismos de financiamiento que permitan a las ciudades costear su crecimiento. ((CEPLAN))

8.4.1. Condiciones Clave:

- **Bancos de suelo:** La creación de bancos de suelo públicos permite a los municipios adquirir y gestionar terrenos estratégicos para el desarrollo de proyectos de vivienda de interés social, equipamiento urbano y áreas verdes, contrarrestando la especulación inmobiliaria. ((CEPLAN))

- **Instrumentos de financiamiento innovadores:** Además de las transferencias gubernamentales y la recaudación predial, es necesario explorar y aplicar instrumentos como la participación en plusvalías, los derechos de edificabilidad transferibles y las contribuciones por mejoras, que permiten capturar parte del valor generado por la inversión pública y privada para reinvertirlo en la ciudad. El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) ha comenzado a promover la capacitación en estos instrumentos. (Ministerio de Vivienda C. y., 2022)

8.5. Vivienda Social y Asequible:

El déficit habitacional es uno de los motores de la expansión informal. Una política de vivienda efectiva es, por tanto, una condición indispensable para un crecimiento ordenado.

8.5.1. Condiciones Clave:

- **Promoción de la Vivienda de Interés Social (VIS):** La Ley DUS y la **Política Nacional de Vivienda y Urbanismo (PNVU)** buscan incentivar la construcción de VIS en áreas urbanas consolidadas y con acceso a servicios, a través de mecanismos como la densificación y la designación de Zonas Especiales de Interés Social (ZEIS).
- **Diversificación de la oferta de vivienda:** Es necesario promover una variedad de soluciones habitacionales que se adapten a las diferentes necesidades y capacidades económicas de la población, incluyendo el alquiler social y las cooperativas de vivienda. ((CEPLAN))

8.6. Sostenibilidad Ambiental y Mitigación de Riesgos:

El crecimiento urbano no puede darse a costa del medio ambiente ni de la seguridad de la población. ((CEPAL))

8.6.1. Condiciones Clave:

- **Incorporación del enfoque de gestión de riesgos:** Los planes de desarrollo urbano deben identificar y delimitar las zonas de riesgo no mitigable, prohibiendo la ocupación en ellas. Asimismo, deben promover medidas de mitigación y adaptación al cambio climático, como la construcción de infraestructura verde y sistemas de drenaje sostenibles. ((CEPAL))
- **Protección de ecosistemas frágiles:** La expansión urbana debe respetar las áreas de valor ambiental, integrándolos como parte de la infraestructura ecológica de la ciudad. ((CEPAL))

8.7. Participación Ciudadana y Gobernanza Multinivel:

La construcción de ciudades más justas y sostenibles es una tarea compartida. ((CEPAL))

8.7.1. Condiciones Clave:

- **Participación ciudadana efectiva:** Los procesos de planificación urbana deben ser genuinamente participativos, involucrando a la comunidad, al sector privado y a la academia en la definición de la visión de futuro de su ciudad. La Ley DUS establece la obligatoriedad de la consulta pública, pero es necesario fortalecer estos mecanismos para que sean más inclusivos y vinculantes. ((CEPLAN))
- **Coordinación interinstitucional:** La planificación y gestión urbana requieren de una estrecha coordinación entre el gobierno nacional (a través del MVCS y otros ministerios), los gobiernos regionales y los gobiernos locales (provinciales y

distritales). Es fundamental superar la fragmentación de competencias y trabajar de manera articulada. (Ministerio de Vivienda C. y., 2022)

8.8. Por lo tanto, un Nuevo Contrato Social Urbano

La expansión urbana en el Centro poblado de Chamcamayo es un fenómeno inevitable, pero su dirección y sus consecuencias no lo son. El país cuenta hoy con un marco normativo y político que puede sentar las bases para un crecimiento más ordenado y sostenible. Sin embargo, la brecha entre la norma y la realidad sigue siendo profunda. ((CEPLAN))

Superar esta brecha requiere de un compromiso decidido de todos los niveles de gobierno para hacer cumplir la ley, de la innovación en la gestión del suelo, financiamiento urbano y la construcción de un nuevo contrato social urbano que ponga en el centro la calidad de vida de las personas, la sostenibilidad del territorio junto a la gestión del riesgo de desastres. Solo así el Perú podrá transformar el desafío de la expansión urbana en una oportunidad para construir ciudades más justas, prósperas y resilientes para las generaciones presentes y futuras. ((CEPLAN)).

CONCLUSIONES

1. Se identifico unidades geomorfológicas como son terrazas bajas de 13.7 Ha. Terrazas medias 52.73 Ha. Terrazas Altas 47.80 Ha. Quebradas 2.5Ha, Lomadas 0.9 Ha. Laderas 153.32 Ha, Colinas 23.71 Ha. De igual manera unidades geológicas como son depósitos fluviales de 0.32Ha, depósitos aluviales 82.62 Ha, depósitos coluviales, 47.15 Ha, Formación Ananea 113.65 Ha y el Grupo San José de 50.20 Ha. Como también se identificó el umbral de precipitación promedio de 22-23 mm/h y un caudal de 132.1 m³/s. determinando así los niveles de peligro por inundación fluvial del río Chamcamayo en el Centro Poblado de Chamcamayo, donde se caracterizó los niveles Muy Alto con 26.24 Ha. Afectando a **dos** Equipamiento urbano como son el centro de salud y el campo deportivo, Alto con 13.7 Ha, Medio con 35.42 Ha y bajo con 218.85 Ha de peligrosidad.
2. La vulnerabilidad en el Centro Poblado de Chamcamayo presenta niveles Muy Alto, Alto y Medio, considerando las Dimensiones Social, Económica y Ambiental cuyos parámetros de evaluación son la exposición, la fragilidad y la resiliencia evaluada en cada dimensión, se identificó 4 lotes con vulnerabilidad Muy Alta que representa el 2.37% dentro de estos se encuentran 2 equipamientos, como son el centro de salud y la cancha deportiva, 59 lotes con vulnerabilidad Alta que representa el 34.91% donde encontramos 9 equipamientos urbanos y 106 lotes con vulnerabilidad Media que representan el 62.72%.
3. Para el cálculo del riesgo por inundación fluvial del río Chamcamayo del Centro Poblado de Chamcamayo, se estableció los niveles de riesgo muy alto, alto y medio, identificando así: 14 lotes con riesgo Muy Alto que representan el 8.28%siendo, dentro de estos el equipamiento de salud y la cancha deportiva, como también los lotes de la zona Este del centro poblado, 50 lotes con riesgo Alto que representan el 29.59% y 105 lotes con riesgo Medio que representan el 62.13%.
4. Se ha levantado y procesado la información de campo mediante la técnica de observación y reconocimiento in-situ, en donde se registraron características intrínsecas de la geología,

geomorfología, pendientes del terreno para así poder identificar las posibles zonas más seguras del centro poblado de Chamcamayo, la cual se encuentra ubicada a aproximadamente 120 m del lado Norte del Centro Poblado de Chamcamayo con una extensión de 6.88 Ha, representada gráficamente en el mapa de adecuada expansión urbana del centro poblado de Chamcamayo.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda para la mitigación del peligro por inundación fluvial la delimitación de las fajas marginales del río Chamcamayo. Realizando como medida estructural la construcción de la defensa ribereña con Gaviones o rocas al volteo con una altura 4 metros de alto y un ancho de 3.50 metros., con el fin de evitar el desbordamiento y la erosión de las riberas del río Chamcamayo.
2. Se sugiere para la reducción de la vulnerabilidad tomar medidas no estructurales promoviendo la participación de los pobladores del centro poblado de Chamcamayo en capacitaciones de GRD. Donde identifiquen, señalen las rutas de evacuación, conozcan las zonas seguras y se desarrolle un sistema de alerta temprana ante inundación fluvial del río Chamcamayo.
3. Se recomienda la actualización o elaboración del Plan de Desarrollo Urbano (PDU) para el centro poblado de Chamcamayo, que incorpore de manera obligatoria y vinculante los resultados del estudio de evaluación de riesgos por inundación fluvial, restringiéndolas zonas de alto riesgo no mitigable, priorizando la sostenibilidad territorial.
4. Se recomienda para el proceso de aprobación del área expansión en el centro poblado de Chamcamayo, priorizando estudios geotécnicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agua, A. N. (2008). *Delimitación y codificación de unidades hidrográficas del Perú aplicando la metodología Pfafstetter*.
- Aguilar Chavez , Y., & Caceres Quispe, J. (2021). *EVALUACIÓN DEL RIESGO GEOLÓGICO PARA LA ADECUADA EXPANSIÓN DEL BORDE URBANO EN EL SECTOR QUILQUE, DISTRITO- CUSCO – CUSCO*. Cusco.
- Alfaro, L. L. (2014). *Estimación de umbrales de precipitaciones extremas para la emisión de avisos meteorológicos*. Senamhi.
- Alfieri, L. (2016). Proyecciones globales del riesgo de inundaciones fluviales en un mundo más cálido. *AGU*.
- ANA. (2020). *Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos del Perú*.
- Arquimides, C. P., & Yericca, I. R. (2017). *INFLUENCIA DE LA INUNDACIÓN EN EL RIESGO DE DESASTRE DEL DISTRITO DE MOYA DE LA PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE HUANCABELICA*. HUANCABELICA.
- Brambilla Serra, D., & Sánchez Aguas, D. (2025). Riesgo por inundaciones y sus potenciales implicaciones en la población ecuatoriana. *Ciencia Y Reflexión*, 249-267.
- Casagrande, A. (1952). *Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)*.
- CENEPRED. (2014). *Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres*. Obtenido de <https://www.gob.pe/cenepred>

- CENEPRED. (2014). *Manual para la Evaluacion de Riesgos Originados Inundaciones Fluviales*. Obtenido de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1836686/Manual%20para%20la%20Evaluaci%C3%B3n%20de%20Riesgos%20por%20Fen%C3%B3menos%20Naturales%20V.2.pdf?v=1619213020>
- Cerecedo. (2019). *nevaluacion del riesgo por inundacion fluvial de la carretera Fernando Belaunde Terry*.
- Chávez-Jiménez, J., Timana-de la Flor, J., & Zapata-Cruz, M. (2019). Evaluación del peligro por inundación fluvial en la cuenca baja del río Piura utilizando modelos hidrológicos e hidráulicos. *Revista Científica de la Universidad Nacional de Piura*, 157-166.
- Corbetta, P. (2003). *Metodología y técnicas de investigación social*. Madrid.
- Cuba Huaman, M., & Santos Huaman, E. (2020). *evaluación de riesgos por inundación fluvial en los márgenes del río Pichari en la Provincia La Convención - Cusco*.
- Cusco, M. P. (2017-2037). *Plan de desarrollo metropolitano del Cusco*. Cusco.
- Cusco, M. P. (2023-2033). *Plan de desarrollo urbano del Cusco*. Cusco.
- Dávila Burga, J. (2011). *Diccionario Geológico. Lima-Perú*. INGEMMET.
- E.U.C.P - Chamcamayo. (2023; 2033). Quillabamba.
- Emergencias, A. F. (s.f.). *FEMA*. Obtenido de <https://www.fema.gov/flood>
- Escobar Potes, C. E. (2017). *Geotecnia para el trópico andino*.

García, G., Pícolo, M., & Bohn, V. (2021). Estimación de la susceptibilidad a inundaciones en la cuenca inferior del Río Negro, Argentina.

García-Vega, J. &.-V. (2021). Análisis de vulnerabilidad física frente a inundaciones en la ciudad de Trujillo, Perú . *Revista de la Escuela de Postgrado de la Universidad Nacional de Trujillo*, 81-88.

Hernandez Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigacion*. Mexico.

INDECI. (s.f.). *Instituto Nacional de Defensa Civil*. Obtenido de <https://www.gob.pe/indeci>

INGEMMET. (s.f.). *INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO*. Obtenido de <https://www.gob.pe/ingemmet>

International, A. (2017). *Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions*. (ASTM D3080).

Medina. (2014). *el ordenamiento territorial como políticas de estado en la legislación, funciones y competencias de los niveles de gobierno del Perú*.

Mena Benavidas, M., Schffczyk, K., & Urrutia, M. (2021). *Evaluación del riesgo de inundación en Ecuador*. Ecuador.

Mendoza Solis, J. M. (2017). *Evaluación del riesgo por inundación en la quebrada Romero*. Cajamarca.

Ministerio de Vivienda, C. y. (2022). *Decreto Supremo N° 012-2022-VIVIENDA*. Lima-Perú.

ONU. (2005-2015). *Marco de Acción de Hyogo 2005-2015. de la Estrategia internacional para la Reducción del Riesgo de Desastres - EIRD*. Huogo, Japon.

ONU. (s.f.). 5.1.1. *Antecedente Nacional* .

Paucar Ramos, C. (2024). *Evaluacion del riesgo por inundacion fluvial y deslizamientos para la adecuada planificacion urbana del centro poblado de Segakiato*.

Quellouno, M. D. (2021). *“Mejoramiento de los Servicios de Zonificación Ecológica y Económica para el Ordenamiento Territorial del ámbito distrital de Quellouno*. Quellouno.

Ramírez-Ochoa, F., & Ñaupari-Valdizan, J. (2018). Modelamiento hidrológico e hidráulico para la delimitación de áreas inundables en la cuenca del río Huaycoloro. *Revista Peruana Geo-Ambiental* , 47-56.

ROJAS, N., & KOEHLIN, J. (2017). *Migración Haitiana hacia el Sur Andino*. BIMID.

Silva-Lluylla, J., & Tarazona-Miller, M. (2020). Análisis de la susceptibilidad a inundaciones mediante el uso de SIG y AHP en la cuenca del río Rímac. *Revista de Investigación de la Escuela de Ingeniería Geográfica*, 15-24.

SINAGERD. (2021). Ley N° 29664, Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.

SINAGERD. (s.f.). *Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres*. Obtenido de <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/biblioteca?c=SINAGERD>

StudySmarter. (s.f.). *studysmarter*. Obtenido de <https://www.studysmarter.es/>

Tellman, B., Sullivan, J., & Kuhn, C. (2021). "Satellite imaging reveals increased proportion of population exposed to floods". *Nature*.

United Nations, O. (2015-2030). *Marco de Sendai para la Reduccion del Riesgo de Desastres 2015-2030*.

Villacorta, S. P. (2018). Evolución geomorfológica del cono aluvial del río Rímac, Lima, Perú. *Revista de Geociencias*, 409-424.

ANEXOS

Figura 61: Levantamiento de información mediante encuestas por vivienda, del centro poblado de Chamcamayo.



Figura 62: Levantamiento de información mediante encuestas por vivienda, del centro poblado de Chamcamayo.



Figura 63: Formato de encuestas.

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR PELIGRO DE INUNDACIÓN FLUVIAL EN EL CENTRO POBLADO DE CHAMCAMAYO, DISTRITO DE QUELLOUNO-LA
CONVENCIÓN-CUSCO**

ENCUESTA DE EVALUACIÓN DE RIESGOS – DATOS RECOPIADOS EN CAMPO POR ENCUESTAS A FAMILIAS.

DATOS GENERALES:

MANZANA	LOTE	FECHA

NOMBRE DEL ENCUESTADOR
Roger Daniel Inca Maquerhua

DIMENSIÓN SOCIAL:

VALORES FÍSICOS POR LOTE PARA LA DIMENSIÓN SOCIAL			
EXPOSICIÓN SOCIAL	FRAGILIDAD SOCIAL	RESILIENCIA SOCIAL	
POBLACIÓN POR LOTE	GRUPO ETARIO VULNERABLE POR LOTE	CONOCIMIENTO ALGÚN EVENTO DE INUNDACIÓN FLUVIAL	CAPACITACIÓN EN GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES
1. a6 (habitantes) 2. 4-5 (habitantes) 3. 2-3 (habitantes) 4. 1 (habitantes) 5. Sin habitantes	1. De 0 a 5 y mayor a 65 años 2. De 6 a 12 y 60 a 65 años 3. De 13 a 15 y 50 a 59 años 4. De 16 a 30 años 5. De 31 a 49 años	1. Desconoce 2. Muy poco 3. Poco 4. Regular 5. Tiene conocimiento	1. Desconoce 2. Nunca 3. Poco 4. Regular 5. Siempre
ES_POB_LT	FS_GR_ET	CON_EVENT	CAP_GRD

DIMENSIÓN ECONÓMICA:

VALORES FÍSICOS POR LOTE PARA LA FRAGILIDAD ECONOMICA					VALORES FÍSICOS POR LOTE PARA LA RESILIENCIA ECONOMICA		
N° NIVEL	MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	ESTADO DE CONSERVACION	USO PREDOMINANTE DEL SUELO	SERVICIOS BASICOS POR VIVIENDA	INGRESO PROMEDIO	ACTITUD FRENTE AL RIESGO	CAMPAÑAS DE DIFUSION DE GRD
1. Mas de tres 2. Tres niveles 3. Dos niveles 4. Un nivel 5. 0 niveles	1. Precario (columna, triplay) 2. Madera 3. Adobe 4. Concreto o ladrillo 5. Sin construcción	1. Ruinoso 2. Malo 3. Regular 4. Bueno 5. Vivienda Nueva	1. Vivienda 2. Vivienda comercio 3. Vivienda taller 4. Comercio 5. Equipamiento y otros	1. No cuenta con ningún servicio 2. Instalación precaria y sin uso 3. Cuenta con un solo servicio 4. Cuenta con dos servicios 5. Cuenta con agua, desagüe y luz de la red pública	1. <3000 2. 3000-1800 3. 1800-2500 4. 2500-3000 5. >3000	1. Fatalista y conformista 2. Escasamente previsor 3. Parcialmente previsor, sin medidas de prevención. 4. Parcialmente previsor, con escasas medidas de prevención. 5. Actividad previsor e implementando medidas de prevención y riesgo	1. Desconoce 2. Una vez al año 3. Tres veces al año 4. Cuatro veces al año 5. Cada tres meses y organización comunal
NIV_EDIF	MAT_CONST	EST_CONS	OSO_SUEL	SERV_BASIC	ING_PROM	ACT_FREN_R	CAMP_DIFUS

DIMENSIÓN AMBIENTAL:

FRAGILIDAD AMBIENTAL		RESILIENCIA AMBIENTAL	
SERVICIO DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS	FRECUENCIA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS	CONOCIMIENTO EN TEMAS AMBIENTALES	MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS
1. No cuenta con servicio de recolección de RR.SS. 2. Quema de RR. SS. o bota al río 3. Entierra en Composteras 4. Desecha en vías y calles 5. Cuenta con servicio de recolección de RR.SS.	1. Una vez al mes o no cuenta con el servicio 2. Cada 15 días 3. Semanas 4. Dos veces por semana 5. Diario	1. Ninguna 2. Por otras personas 3. Por radio y TV 4. Por medios de internet 5. Sensibilización	1. No separa y no entrega al carro recolector 2. No separa, le da al carro recolector 3. Separa orgánico e inorgánico, le da al carro recolector 4. Separa orgánico y aprovecha en animales y abono, inorgánico da al carro recolector 5. Separa orgánico y aprovecha en animales y abono, inorgánico recicla y le da al carro recolector
SV_RC_RRSS	FRC_R_RRSS	CON_T_AMB	MAN_RRSS

Figura 66: Reconocimiento de unidades geológicas



Figura 64: Reconocimiento de peligro de la quebrada Antimayo.



Figura 65: Reconocimiento de campo de zonas críticas del río Chamcamayo.



Figura 66: MP_10 MEDIDAS ESTRUCTURALES, OBRAS DE MITIGACION

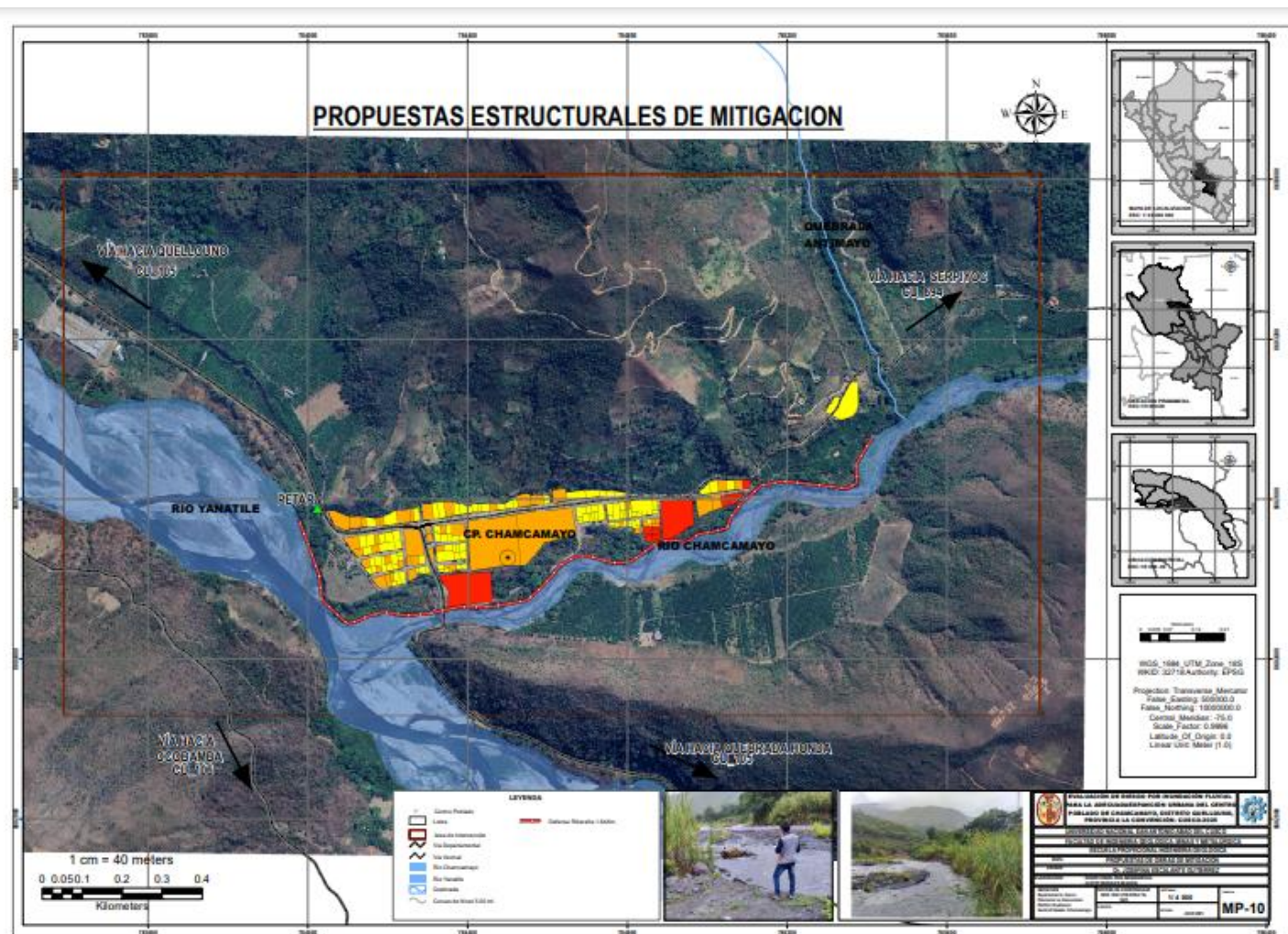


Figura 67: MP_11 MEDIDAS NO ESTRUCTURALES

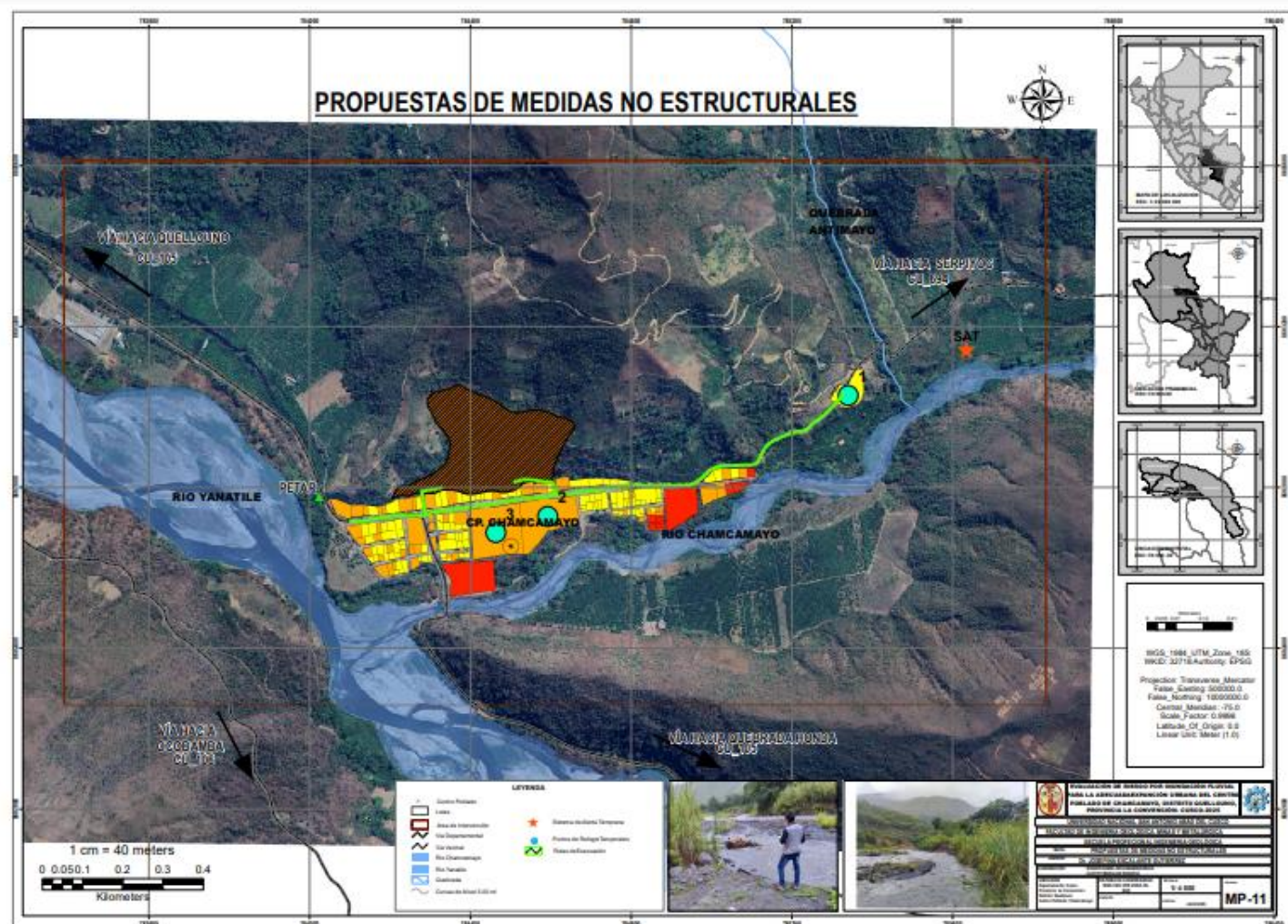


Figura 68: MP_12 CATASTRO URBANO CHAMCAMAYO

