

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y
CIVIL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**Evaluación del perfil de riesgo por inundación del río
Omaya - localidad de Omaya - distrito Pichari - provincia
La Convención - Cusco, 2023**

PRESENTADO POR:

Bach. Ronald MAURICIO QUISPE

Asesor:

Msc. Ing. Jaime BENDEZÚ PRADO

Para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

AYACUCHO - PERÚ

2023

RESUMEN

Este estudio examina la hidrología de la cuenca del río Omayá y su hidráulica, con el fin de evaluar y delimitar zonas de inundación y flujos preferenciales en el distrito de Pichari, Perú. Incluye un análisis detallado de las características fisio-geomorfológicas de la cuenca (29.81km²) con ayuda de software especializado. El trabajo se enfoca en las precipitaciones máximas de 24 horas que generan caudales pico, aplicando modelos probabilísticos para evaluar si los datos se ajustan a las distribuciones Log Pearson tipo III, Gumbel y Log Gumbel, concluyendo que las últimas son las que mejor se ajustan al fenómeno de las crecidas. La precipitación máxima en un periodo de 24 horas sobre la cuenca es determinada mediante el método de Thiessen, y se desarrolla la curva Intensidad-Duración-Frecuencia para resaltar las intensidades máximas. Para calcular el caudal de inundación, se emplean técnicas directas, empíricas, hidrograma unitario y el modelo hidrológico Hec-HMS. En el aspecto hidráulico, se utiliza el modelo Iber 2.3.2 para simular el flujo turbulento en condiciones no estacionarias y evaluar las áreas susceptibles a inundación, identificando así la profundidad del agua y el espacio inundado. Finalmente, el estudio culmina con la identificación del riesgo de inundación en las zonas en análisis.

Palabras claves: simulación, inundaciones, hidráulica, hidrológica, hidrograma,

INTRODUCCIÓN

Los fenómenos naturales extremos, potenciados por los cambios climáticos, se han vuelto cada vez más frecuentes y erráticos, oscilando entre sequías e inundaciones devastadoras. En respuesta a estos eventos extremos hidrometeorológicos, es esencial mejorar nuestra preparación y resiliencia. Las inundaciones representan uno de los principales desastres en nuestro país, causando daños considerables a las áreas agrícolas, la economía local y el medio ambiente. En particular, las áreas agrícolas de la cuenca de Omayá están en alto riesgo, vulnerables a las inundaciones generadas por eventos de precipitaciones extremas.

El sector de Omayá, situado 1+000 km río arriba, enfrenta desafíos adicionales como la delimitación imprecisa de las fronteras del río, caminos de vigilancia y propiedades marginales. En este contexto, la presente tesis busca aportar un análisis crucial, destinado a identificar las áreas en riesgo de inundación y a proponer estrategias para mitigar los daños potenciales.

Este trabajo incorpora un estudio hidrológico exhaustivo, centrado en las precipitaciones máximas de 24 horas, y simula flujos de agua utilizando el modelo Hec-HMS para calcular caudales máximos. Adicionalmente, se aplica una simulación hidráulica con el software Iber 2.3.2 para evaluar la profundidad y la extensión de las áreas de inundación durante diversos períodos de retorno. A partir de estos análisis, el estudio proyecta la identificación de áreas en riesgo y la creación de mapas de riesgo de inundación, ofreciendo así un valioso recurso para la gestión de desastres en la región de Omayá.

DEDICATORIA

El presente trabajo dedico en especial a mi primo hermano Luis Kenyo Quispe Gamboa, quien en vida fue una persona muy sencilla, empático y muy importante en la familia, gracias por siempre haber coadyuvado en todo los proyectos que emprendí, te dedico esta tesis por haberte visto crecer y formarte como una excelente persona y profesional.

Fuiste y serás el mejor primo de la familia, desde aquí un fuerte abrazo hasta el cielo nunca te olvidare por siempre vivirás en mi recuerdos luchito “ccoachin”.

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincera gratitud a Dios, fuente inagotable de fortaleza y guía en mi vida. A mis padres, Simón Mauricio Valenzuela y Delia Quispe Huamán, les debo mi amor incondicional y profundo agradecimiento. Han sido mi soporte, inspirándome y contribuyendo a mi crecimiento tanto personal como profesional.

Mis sinceras gracias al MSc. Ing. Jaime L. Bendezu Prado, su mentoría ha sido indispensable. Su vasto conocimiento científico y capacidad han sido una fuente de inspiración, y su inmensa paciencia durante el desarrollo de esta tesis.

Quisiera también reconocer la valiosa contribución de mi amigo, Ing. Samuel A. Infante Leva. Sus conocimientos y perspectivas pertinentes han sido esenciales para la realización de esta tesis.

Mi agradecimiento va dirigido a este hermoso distrito de Pichari por haberme dado la oportunidad de formarme como profesional y también al Gerente de Infraestructura de la Municipalidad Distrital de Pichari el Ing. Edelmiro Orlando Sulca Barrón, por haberme motivado a concluir con mi profesión y el apoyo moral.

Y para finalizar, también agradezco a mis hermanos Richard, Fredy, Cirilo, Javier, David, Ángel, a mi tío Maxi Quispe, a todos mis compañeros de la universidad.

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA

AYACUCHO, JUNIO DEL 2023

RONALD MAURICIO QUISPE - ROMAQUI

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
INTRODUCCIÓN	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS	IV
ÍNDICE GENERAL.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE CUADROS.....	IX
GLOSARIO.....	XI
ACRÓNIMOS.....	XIII
1 Planteamiento del Problema.....	1
1.1 Descripción de la Realidad Problemática.....	1
1.1.1 Problemática Mundial	1
1.1.2 Problemática Nacional	1
1.1.3 Problemática Regional	2
1.2 Delimitación del Problema.....	3
1.2.1 Espacial	3
1.2.2 Temporal	4
1.2.3 Temática y Unidad de Análisis	5
1.3 Formulación del Problema	5
1.3.1 Problema General.....	5
1.3.2 Problemas Específicos.....	5
1.4 Justificación e Importancia.....	5
1.5 Limitaciones de la Investigación.....	6
1.6 Objetivos	6
1.6.1 Objetivo General	6
1.6.2 Objetivos Específicos.....	6
2 Marco Teórico.....	8
2.1 Antecedentes	8
2.1.1 Investigaciones Internacionales.....	8
2.1.2 Investigaciones Nacionales	9
2.2 Bases Teóricas.....	11
2.2.1 Hidrología.....	11
2.2.2 Cuenca Hidrológica.....	11
2.2.3 Morfometría de la Cuenca Hidrográfica	11
2.2.4 Caracterización Hidrometeorológica.....	16
2.2.5 Tránsito de Avenidas.....	25
2.2.6 Hidráulica	26
2.2.7 Riesgo por Inundación	30

2.2.8	Mapa de Niveles de Riesgo de Inundación	30
2.2.9	Cálculo de Riesgo.....	30
2.2.10	Mitigación de Riesgo de Inundación.....	32
2.2.11	Gestión del Riesgo de Desastres	32
2.2.12	Estratificación de Peligrosidad.....	33
2.2.13	Estratificación de Vulnerabilidad.....	33
2.2.14	Estratificación de Riesgo.....	34
2.3	Marco Conceptual	35
2.3.1	Caudal	35
2.3.2	Avenidas Máximas	36
2.3.3	Faja Marginal	36
2.3.4	Vulnerabilidad.....	36
2.3.5	Peligro	36
2.3.6	Riesgo.....	37
3	Método de la Investigación	38
3.1	Enfoque	38
3.2	Alcance.....	38
3.3	Diseño de Investigación	38
3.4	Población y Muestra.....	39
3.4.1	Población.....	39
3.4.2	Muestra.....	39
3.5	Hipótesis.....	39
3.5.1	Hipótesis General	39
3.5.2	Hipótesis Específicas.....	39
3.6	Operacionalización de las Variables	40
3.7	Técnicas e Instrumentos	40
3.7.1	Técnicas.....	40
3.7.2	Instrumentos	40
3.8	Técnicas Estadísticas para el Procesamiento de la Información	40
3.9	Desarrollo del Trabajo de Tesis	41
3.9.1	Delimitación del Lugar de Trabajo	41
3.9.2	Análisis Hidrológico	42
3.9.3	Análisis Hidráulico.....	54
3.9.4	Estimación de la Peligrosidad	59
3.9.5	Estimación de la vulnerabilidad	68
3.9.6	Estimación del Riesgo	91
4	Resultados	95
4.1	Contrastación de Hipótesis.....	95
4.2	Análisis e Interpretación.....	95

CAPITULO V	96
5 Conclusiones	96
5.1 Conclusiones	96
5.1.1 Del Objetivo General	96
5.1.2 De Los Objetivos Secundarios	96
5.2 Recomendaciones.....	97
6 Referencias Bibliográficas	98
7 Anexos.....	99

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Crecidas del río Omayá	2
Figura 2 Cauce del río Omayá	3
Figura 3 Delimitación de la zona de estudio	4
Figura 4 Precipitación Total.....	13
Figura 5 Distribución Normal	19
Figura 6 Distribución Log Normal.....	21
Figura 7 Hietograma de lluvia de 24 horas SCS	22
Figura 8 Hidrograma unitario triangular	23
Figura 9 Hidrograma Adimensional.....	24
Figura 10 Matriz de Peligro y Vulnerabilidad.	31
Figura 11 Vista satelital del sector de estudio del río Omayá	41
Figura 12 Cuenca del río Omayá	42
Figura 13 Hietograma de Precipitación para un TR = 50 años	51
Figura 14 Hietograma de Precipitación para un TR = 100 años	51
Figura 15 Hidrograma de Avenida para un TR = 50 años	52
Figura 16 Hidrograma de Avenida para un TR = 100 años	53
Figura 17 Mapa de calados máximos para un TR: 50 años.....	55
Figura 18 Mapa de perfil longitudinal de calados máximos para un TR: 50 años.....	56
Figura 19 Sección transversal de calado máximo para un TR: 50 años.....	57
Figura 20 Mapa de calados máximos para un TR: 100 años.....	57
Figura 21 Mapa de perfil longitudinal de calados máximos para un TR: 100 años.....	58
Figura 22 Sección transversal de calado máximo para un TR: 100 años.....	58
Figura 23 Levantamiento topográfico del cauce del río Omayá.	99
Figura 24 Levantamiento topográfico del cauce del río Omayá.	99
Figura 25 Levantamiento topográfico del cauce del río Omayá	100
Figura 26 Levantamiento topográfico del cauce del río Omayá.	100
Figura 27 Levantamiento topográfico del cauce del río Omayá.	101
Figura 28 Levantamiento topográfico del cauce del río Omayá.	101

ÍNDICE DE CUADROS

Tabla 1 CN de escorrentía (condición de humedad antecedente II).....	15
Tabla 2 Valores de Kn para la prueba de datos dudosos.....	18
Tabla 3 Valores para el cálculo del coeficiente de rugosidad	29
Tabla 4 Estratificación de la Peligrosidad.....	33
Tabla 5 Estratificación de Vulnerabilidad.....	34
Tabla 6 Estratificación de Riesgo.....	35
Tabla 7 Operacionalización de Variables.....	40
Tabla 8 Parámetros Fisiográficos de la cuenca del río Omayá.....	42
Tabla 9 Precipitación máxima en 24 horas (mm).....	43
Tabla 10 Análisis de datos dudosos de precipitaciones.....	45
Tabla 11 Prueba de bondad de Ajuste Smirnov Kolgomorov	46
Tabla 12 Precipitaciones máximas para cada T de la estación Quillabamba	47
Tabla 13 Precipitaciones máximas para cada T de la estación Quillabamba corregida	47
Tabla 14 Distribución de Lluvia Máxima para un TR = 50 años	48
Tabla 15 Distribución de Lluvia Máxima para un TR = 100 años	49
Tabla 16 Caudales máximos para un TR = 100 años y TR = 50 años	53
Tabla 17 Procedimiento de evaluación Tiempo de Retorno	59
Tabla 18 Procedimiento del factor desencadenante Precipitación anómala.....	61
Tabla 19 Procedimiento de ponderación de parámetros.....	62
Tabla 20 Procedimiento del factor desencadenante Geomorfología	63
Tabla 21 Procedimiento del factor desencadenante Geología.....	64
Tabla 22 Procedimiento del factor desencadenante Pendiente.....	65
Tabla 23 Resumen de cálculo de la Peligrosidad	66
Tabla 24 Cálculo de niveles de Peligrosidad.....	66
Tabla 25 Niveles de Peligrosidad.....	67
Tabla 26 Estratificación del nivel de Peligro	67
Tabla 27 Mapa de Peligrosidad.....	68
Tabla 28 Normalización de dimensión social, económico y ambiental	69
Tabla 29 Vector de priorización de factores de dimensión	70
Tabla 30 Vector de priorización de los parámetros empleado en el factor fragilidad.....	70
Tabla 31 Normalización de parámetros empleado en el factor resiliencia de dimensión social	71
Tabla 32 Normalización de parámetros empleados en el factor fragilidad de dimensión Económica	72
Tabla 33 Vector de priorización de parámetros empleados en factor resiliencia de la dimensión económico	73
Tabla 34 Vector de priorización de parámetros empleados en factor fragilidad de dimensión ambiental	73
Tabla 35 Vector de priorización de los empleados utilizados en factor resiliencia de dimensión Ambiental.....	73
Tabla 36 Procedimiento de Matriz de normalización del descriptor grupo etario, del factor fragilidad de la dimensión social.....	74
Tabla 37 Procedimiento de Matriz de normalización del descriptor cercanía de la vivienda, del factor fragilidad de la dimensión social	75
Tabla 38 Procedimiento de Matriz de normalización del descriptor Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres, del factor resiliencia de dimensión social.....	76
Tabla 39 Procedimiento de Matriz de normalización del descriptor Capacitación en temas de Gestión de Riesgos, del factor resiliencia de dimensión social.....	77
Tabla 40 Procedimiento de Matriz de normalización del descriptor Interés de participar en campañas de prevención del riesgo, del factor resiliencia de dimensión social.....	78
Tabla 41 Procedimiento de Matriz de normalización del Material predominante Pared, del factor fragilidad de dimensión Económica	79
Tabla 42 Procedimiento de Matriz de normalización del Material predominante techo, del factor fragilidad de dimensión Económica.....	80

Tabla 43 Procedimiento de Matriz de normalización del Estado de conservación de la vivienda, del factor fragilidad de dimensión Económica.....	81
Tabla 44 Procedimiento de Matriz de normalización de ocupación principal, del factor resiliencia de dimensión Económica.	82
Tabla 45 Procedimiento de Matriz de normalización del Organización comunitaria, del factor resiliencia de dimensión Económica	83
Tabla 46 Procedimiento de Matriz de normalización del Manejo y disposición de residuos sólidos, del factor fragilidad de dimensión Ambiental	84
Tabla 47 Procedimiento de Matriz de normalización de conocimiento de reciclaje, del factor resiliencia de dimensión Ambiental	85
Tabla 48 Resumen de las dimensiones parámetros y descriptores	86
Tabla 49 Procedimiento de cálculo del valor de dimensión social.....	87
Tabla 50 Procedimiento de cálculo del valor de dimensión económica.....	87
Tabla 51 Procedimiento de cálculo del valor de dimensión ambiental	87
Tabla 52 Niveles de Vulnerabilidad	88
Tabla 53 Estratificación de los niveles de vulnerabilidad	89
Tabla 54 Mapa de Vulnerabilidad	90
Tabla 55 Procedimiento de cálculo del valor de riesgo.....	91
Tabla 56 Niveles de riesgo	91
Tabla 57 Matriz de riesgo.....	92
Tabla 58 Estratificación del nivel de Riesgo	93
Tabla 59 Mapa de riesgo	94

GLOSARIO

PERSONAS AFECTADAS: Personas que directa o indirectamente han sufrido daño, lesión, enfermedad u otros efectos en la salud como resultado de un evento peligroso.

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD: Una evaluación del estado actual de los elementos de vulnerabilidad: exposición, vulnerabilidad y resiliencia de las personas y sus medios de vida.

ASISTENCIA HUMANITARIA: Las entidades del SINAGERD deben tomar medidas rápidas, adecuadas y temporales para aliviar el sufrimiento, garantizar la supervivencia y proteger los derechos y la dignidad de las personas afectadas por los desastres naturales.

AUTOAYUDA: Ayuda inmediata, desinteresada y espontánea que ofrecen las personas en el lugar de una emergencia o desastre con el objetivo de ayudar a los afectados.

CENTRO DE OPERACIONES DE EMERGENCIA (COE): Entidad que realiza un seguimiento continuo de amenazas, emergencias y desastres y gestiona y comparte información para la toma de decisiones de las autoridades del sistema en sus respectivas jurisdicciones.

UNA CULTURA DE PREVENCIÓN: La sociedad está capacitada para responder de manera efectiva ante emergencias o desastres a través de un conjunto de principios, valores, sabiduría y comportamientos que involucran a todos los actores en los procesos de reconocimiento, prevención, mitigación, preparación, respuesta y recuperación.

MALDICIÓN: Un individuo o familia cuya salud o propiedad se ve parcial o totalmente afectada por una emergencia o desastre y que carece temporalmente de resiliencia socioeconómica.

DESARROLLO SOSTENIBLE: Proceso de cambio natural, económico, social, cultural e institucional destinado a mejorar las condiciones de vida de las personas y producir bienes y servicios sin dañar el medio ambiente.

DESASTRE: Daño y pérdida para la salud, los medios de subsistencia, el hábitat, la infraestructura, la economía y el medio ambiente causados por un peligro o amenaza que interrumpe gravemente el funcionamiento de las unidades sociales y supera las capacidades locales de afrontamiento.

EMERGENCIA: Condición que afecta la vida, el patrimonio y el medio ambiente debido a fenómenos naturales o humanos que altera las actividades cotidianas del área afectada.

EVACUACIÓN: El movimiento temporal de personas y recursos a un lugar seguro para su

protección antes, durante o después de un evento de riesgo.

EVALUACIÓN DE DAÑOS Y ANÁLISIS DE NECESIDADES (EDAN): Este es el proceso de determinar y documentar, tanto cuantitativa como cualitativamente, el alcance, la intensidad y la ubicación del impacto de un evento adverso.

GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES: Implementación de políticas y estrategias de reducción del riesgo de desastres destinadas a prevenir nuevas amenazas, reducir las amenazas existentes y eliminar los riesgos excesivos, aumentar la capacidad de adaptación y reducir las pérdidas por desastres.

ACRÓNIMOS

COEL.- Centro de Operaciones de Emergencia Local

CONAGERD.- Consejo Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres

DDE.- Declaratoria de Estado de Emergencia

ER.- Escala de Richter EIRD.- Estrategia Internacional de Reducción del Riesgo de Desastres

GIRED.- Grupo de Intervención Rápida en Emergencias y Desastres

GRD.- Gestión del Riesgo de Desastres

GTGRD-GGRR.- Grupo de Trabajo de la Gestión del Riesgo de Desastres Regional

GTGRD-GLL.- Grupo de Trabajo de la Gestión del Riesgo de Desastres Local

ICEN.- Índice Costero El Niño INDECI.- Instituto Nacional de Defensa Civil INEI.- Instituto Nacional de Estadística e Informática

IGN.- Instituto Geográfico Nacional

PESPAD.- Programa de Educación Superior en Prevención y Atención de Desastres PIP.- Proyectos de Inversión Pública

PLANAGERD.- Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres

PREDES.- Centro de Estudios y Prevención de Desastres

PREVAED.- Programa Presupuestal Estratégico, Reducción de Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres 0068

SAP.- Servicio de Alerta Permanente

SENAMHI.- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú

SINAGERD.- Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres

VIVIENDA.- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

VRAEM.- Valle de los ríos Apurímac, Ene y Mantaro

Capítulo I

1 Planteamiento del Problema

1.1 Descripción de la Realidad Problemática

1.1.1 *Problemática Mundial*

Las inundaciones son uno de los riesgos naturales más comunes y causan grandes pérdidas económicas, sociales y ambientales en todo el mundo. Por lo tanto, muchos países han comenzado a implementar planes de contingencia para prevenir estos desastres. Asia y Norte América son las zonas donde las inundaciones son más intensas debido a la sobrepoblación en Asia y a las áreas planas propensas a tornados y vientos fuertes en Norte América.

El cambio climático también juega un papel importante en el aumento de las inundaciones, ya que el aumento de la temperatura en la superficie terrestre causa eventos climáticos extremos. Colombia ha implementado sistemas de reducción de caudal que han resultado efectivos en la prevención de inundaciones. Otros países deberían considerar implementar medidas similares para combatir este fenómeno.

1.1.2 *Problemática Nacional*

En el año 2017, se ha evidenciado en Perú una falta de atención hacia los fenómenos naturales, especialmente las inundaciones. A pesar de haber sufrido las consecuencias de este fenómeno en años anteriores, no se tomaron medidas para prevenirlo, lo que causó daños a numerosas familias y pérdidas económicas. Además, no se observa que las autoridades responsables estén implementando un plan de prevención de desastres naturales para proteger a estos asentamientos. Debido a la geomorfología y variedad de climas que cuenta

Perú, es uno de los países más propensos a las inundaciones. Sin planes de contingencia adecuados y sin informar a la población, las inundaciones continúan causando daños humanos, materiales y económicos, así como daños indirectos a la población afectada, como daños psicológicos y traumas. Es importante que el Perú implemente medidas para prevenir y prepararse para este riesgo natural, ya que, de lo contrario, estos desastres podrían tener un impacto aún mayor debido al crecimiento de la población.

Figura 1

Crecidas del río Omayá



Nota: Obtenido de (PROVRAEM, 2021a)

1.1.3 Problemática Regional

La expansión poblacional cerca del río Omayá ha llevado a prácticas inapropiadas de ocupación y uso de zonas peligrosas, propensas a inundaciones durante temporadas de lluvia intensa. La falta de estudios de zonificación de riesgos ha resultado en pérdidas significativas de infraestructura, servicios, viviendas, ganado y cultivos, los medios de vida

económicos de los residentes, a causa de estos desastres recurrentes cada año entre enero y marzo.

El riesgo constante de desbordamientos del río, especialmente durante las lluvias, pone en alerta a la comunidad debido a la posible pérdida de áreas agrícolas, como ha ocurrido en el pasado.

Este estudio investiga la relación entre las inundaciones y las estructuras del río Omayá en Pichari, La Convención, Cusco. Busca identificar, zonificar áreas de riesgo en varios períodos de retorno y definir las áreas marginales para controlar el crecimiento urbano y la agricultura en dichas regiones.

Figura 2

Cauce del río Omayá



Nota: Obtenido de (PROVRAEM, 2021b)

1.2 Delimitación del Problema

1.2.1 Espacial

La delimitación espacial de la zona de estudio.

País : Perú

Departamento : Cusco

Provincia : La Convención

Distrito : Pichari

Localidad : Omayá

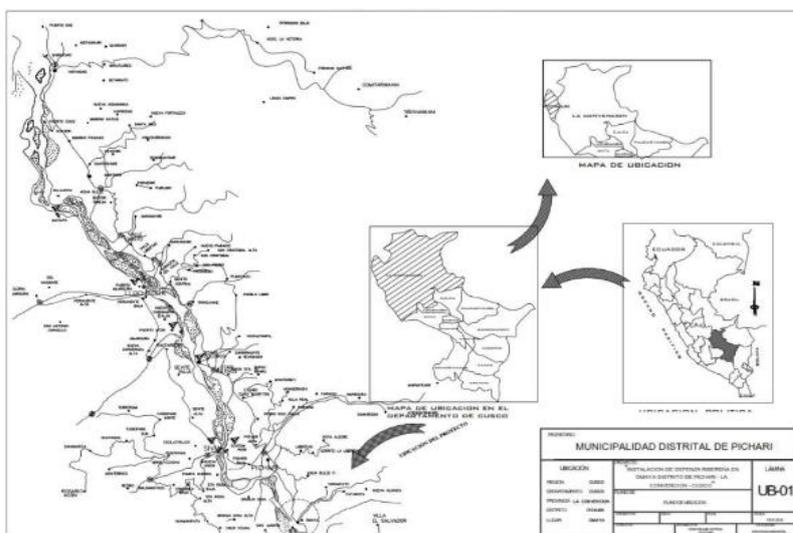
Longitud : 73°54'29.02" N

Latitud : 12°27'20"E

Altitud : 525 msnm

Figura 3

Delimitación de la zona de estudio



Nota: Obtenido de (PROVRAEM, 2021b)

1.2.2 Temporal

La presente investigación se realizará durante un periodo de 4 meses durante los meses de abril, mayo, junio y julio del año 2023.

1.2.3 Temática y Unidad de Análisis

Temática: El tema de la investigación es la determinación de riesgo por inundación en la cuenca del río Omayá – distrito de Pichari – Cusco, 2022.

Unidad de Análisis: La unidad de análisis es el río Omayá.

1.3 Formulación del Problema

1.3.1 Problema General

¿Cuál es el nivel de perfil de riesgo por inundación en la cuenca del río Omayá, localidad de Omayá, distrito de Pichari, para el año 2023?

1.3.2 Problemas Específicos

- a. ¿Cuál es el nivel de Peligrosidad en la cuenca del río Omayá, localidad de Omayá, distrito de Pichari, para el año 2023?
- b. ¿Cuál es el nivel de Vulnerabilidad en la cuenca del río Omayá, localidad de Omayá, distrito de Pichari, para el año 2023?
- c. ¿Qué magnitud de caudal máximo causó mayor daño en la cuenca del río Omayá, localidad de Omayá, distrito de Pichari, para el año 2023?

1.4 Justificación e Importancia

Este proyecto de investigación se justifica por varias razones importantes.

En primer lugar, la localidad de Omayá sufre constantemente daños económicos, sociales y ambientales debido a inundaciones causadas por el desborde del río Omayá. Por lo tanto, es necesario e imprescindible llevar a cabo un estudio titulado "Evaluación del perfil de riesgo por inundación del río Omayá - localidad de Omayá - distrito Pichari - provincia La Convención - Cusco, 2023" para prevenir, reducir y evitar daños y pérdidas en la localidad de Omayá en caso de una posible inundación.

Además, este estudio cuenta con una fundamentación social y económica ya que facilitará

la adopción de acciones preventivas y de mitigación de riesgos a través de la implementación de estrategias, actividades y programas de índole estructural y no estructural. También proporcionará un recurso esencial para la administración del medio ambiente y la ordenación del territorio, lo cual permitirá optimizar el uso de recursos financieros y humanos.

Dependiendo de los grados de vulnerabilidad y peligrosidad encontrados en el área de estudio, se propondrán acciones correctivas para reducir o eliminar estos indicadores, todas enmarcadas en los objetivos principales de la investigación.

1.5 Limitaciones de la Investigación

Este proyecto de investigación, debido a su naturaleza, requiere datos de estaciones meteorológicas y encuestas para poder llevarse a cabo. Sin embargo, la participación de los residentes de la localidad de Omayá es insuficiente, lo que demuestra una falta de interés en el proyecto. Por ello, es necesario proveer los recursos y solucionar las limitaciones en el acceso a la información sin que esto afecte el valor de la investigación. Es importante involucrar a la comunidad en el proceso de investigación para obtener una mayor precisión y significancia en los resultados obtenidos.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo General

Estimar el nivel de perfil de riesgo por inundación en la cuenca del río Omayá, localidad de Omayá, distrito de Pichari, para el año 2023.

1.6.2 Objetivos Específicos

- a. Estimar el nivel de peligrosidad en la cuenca del río Omayá, localidad de Omayá, distrito de Pichari, para el año 2023.3

- b. Estimar el nivel de vulnerabilidad en la cuenca del río Omayá, localidad de Omayá, distrito de Pichari, para el año 2023.
- c. Estimar el caudal máximo en la cuenca del río Omayá, localidad de Omayá, distrito de Pichari, para el año 2023.

Capítulo II

2 Marco Teórico

2.1 Antecedentes

2.1.1 *Investigaciones Internacionales*

Holguin y Guillemes (2022) en el artículo " Modelos de evaluación del riesgo de desastres y su clasificación de los niveles de riesgo" destaca que la mayoría de los métodos actuales brindan un análisis detallado limitado de grandes áreas, ofrecen métodos probabilísticos que utilizan grandes cantidades de datos y clasifican cualitativamente los riesgos sin tener en cuenta la definición cuantitativa del PNUD. Por lo tanto, este documento intenta examinar los enfoques actuales de evaluación del riesgo de desastres y señalar áreas para mejorar o agregar.

Rodríguez (2016) en su tesis "El desarrollo de un método de evaluación del riesgo de inundación libre de datos en Colombia" concluyó que la elección del modelo de Turner y su adaptación a las condiciones específicas del caso de estudio mediante la selección de variables relacionadas con la exposición, la sensibilidad y la capacidad permitió conocer la realidad que enfrentan las comunidades afectadas.

Hernández et al. (2016) en el artículo " Análisis del riesgo de inundación: métodos y aplicaciones para la cuenca de Atmayak" describe un enfoque para el análisis del riesgo de inundación en cuencas hidrográficas urbanas, utilizando dos modelos complementarios: un modelo determinista y un modelo paramétrico. El primer modelo genera un mapa de riesgo que muestra los posibles daños por inundaciones, mientras que el segundo modelo conceptualiza la vulnerabilidad en términos de vulnerabilidad social, económica, física y

ambiental, y aborda los factores complejos que constituyen la vulnerabilidad.

Pérez (2018) en la tesis "Análisis de riesgos de zonas vulnerables por inundación en el municipio de Juárez Chiapas", determina que las áreas más afectadas en Juárez, Chiapas, incluyen la Ranchería, Las Mirandas, Ejido Santa Cruz Tepate Abajo, entre otras, debido principalmente a inundaciones y acumulación de agua durante la temporada de lluvias y frentes fríos.

Rodríguez (2016) En su trabajo "Desarrollo metodológico ante la falta de información para la evaluación del riesgo de inundación en Colombia", concluyó que la elección del modelo de Turner y su adaptación a las condiciones específicas del caso de investigación mediante la elección de variables relacionadas con la exposición, la sensibilidad y la capacidad permitieron conocer la realidad que enfrentan las comunidades afectadas.

2.1.2 Investigaciones Nacionales

Sánchez & Atoche (2021) En su estudio "Evaluación de la situación de riesgo por inundaciones en la región Tumbes - 2018", el artículo tiene como objetivo evaluar la situación de riesgo por inundaciones en la región Tumbes, utilizando modelos probabilísticos para el cálculo de amenazas y vulnerabilidades, así como cuantificar el riesgo expresado en términos de daños y posibles pérdidas. Los resultados muestran que una vez que ocurre una inundación en la ciudad de Tumbes, es probable que cause daños y pérdidas económicas, siendo las viviendas las más afectadas.

Cano (2022) en la tesis doctoral "Estimación del riesgo de desastres en la subcuenca baja del Río Shullcas zona urbana de la ciudad de Huancayo" identifica 85 áreas críticas de riesgo medio a alto en la subcuenca baja del Río Shullcas en Huancayo, validado por simulaciones

de desastres con HEC RAS.

Loyola (2019) En su tesis de maestría “Evaluación del Riesgo de Inundaciones en el Cañón del Lecho del Río Grande en la Ciudad de Huamachuco, Provincia de Sanchescarrón-La Libertad desde el Puente Candopat al Puente Cambicos” concluyó que el cañón del Lecho del Río Grande en Huamachuco se encuentra en alto riesgo de inundación con importantes desafíos científicos, técnicos y educativos.

Aguirre (2021) En su investigación "Análisis de vulnerabilidad y riesgo de inundación de la ciudad de Nabal debido a la inundación del río Nabal durante lluvias intensas utilizando modelos matemáticos" establece que un análisis hidráulico del río Nabal indica que la ciudad de Nabal está sujeta a inundaciones severas con un período de retorno de 100 años o más.

Vasquez (2021) en la tesis “Estimación del nivel de riesgo por inundación de la quebrada cruz blanca para la zona urbana - Cajamarca, 2020”, resalta que la zona urbana de Cajamarca, en la quebrada cruz blanca, presenta un alto nivel de riesgo de inundación, lo cual conlleva la posibilidad de graves pérdidas económicas y daños a la población.

Gómez (2022) Confirmó que los resultados de las simulaciones pueden identificar llanuras de inundación, 34 hectáreas de propiedades registradas y un número aún mayor de hectáreas de operaciones agrícolas y ganaderas no registradas, según el documento "Modelo hidrológico e hidráulico del río San Francisco Caserío para identificar zonas de inundación".

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Hidrología

Aparicio & Mijares (1992), mencionaron que se trata de la disciplina científica que examina el agua, su presencia, movimiento y reparto en la Tierra, junto con sus características físicas y químicas. Además, estudia su interacción con el entorno, incluyendo su relación con todas las formas de vida (p.13).

2.2.2 Cuenca Hidrológica

Según Villón (2002), el área de drenaje de una corriente se refiere al territorio donde todas las aguas procedentes de la precipitación convergen para constituir un único flujo de agua. Cada flujo de agua tiene un área de drenaje claramente delimitada, correspondiente a cada segmento de su trayecto. (p. 21)

2.2.3 Morfometría de la Cuenca Hidrográfica

Área de la Cuenca. - “El área de la cuenca se define como la superficie, en proyección horizontal, delimitada por el parteaguas” (Aparicio Mijares, 1992).

Pendiente de cuenca. - Según Cahuana & Yugar (2009), la inclinación promedio de una cuenca tiene un vínculo relevante, aunque complejo con aspectos como la infiltración, el flujo superficial, la humedad del suelo y la contribución del agua subterránea al caudal en los canales. Este factor físico tiene un papel determinante en la duración del flujo a través del terreno y ejerce un impacto directo en la intensidad de las inundaciones o desbordamientos (p. 23).

Pendiente del Cauce Principal Tiempo de Concentración. - Menciona Villón (2002), que el entendimiento de la inclinación del canal principal de una cuenca es un factor relevante para el estudio de las dinámicas del agua, como, por ejemplo, para definir las

condiciones óptimas para su uso hidroeléctrico o para resolver problemas de inundación. En términos generales, la pendiente de un segmento de un cauce fluvial puede entenderse como el resultado de dividir la diferencia de altura entre los extremos del segmento por la longitud horizontal del mismo (p. 54)

Tiempo de Concentración. - Según Villón, (2002), "Tiempo de concentración" es el lapso necesario para que una gota de agua caída en el punto más alejado de una cuenca llegue a su salida (estación de aforo), siendo influenciado por factores geográficos y topográficos de la cuenca (p. 251). Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2008), se han planteado diferentes formas de calcularlo, incluyendo la ecuación empírica propuesta por Temez:

$$T_c = 0.3 \left(\frac{L}{J^{1/4}} \right)^{0.76}$$

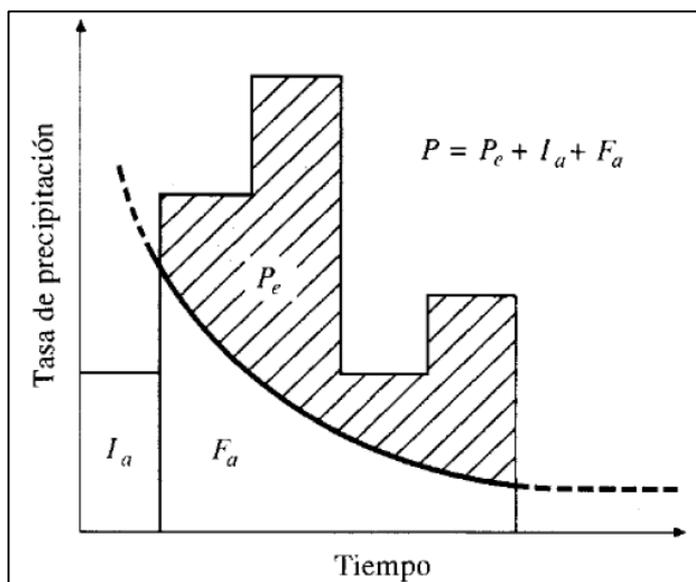
Donde:

T_c : Tiempo de concentración (h)

L : Longitud máxima de recorrido de agua (km)

J : Pendiente del recorrido más largo (m/m).

Número de Curva. - Chow et al., (1994) Se indicó que el El Servicio de Conservación de Suelos de Estados Unidos (1972) propuso un método para calcular las abstracciones de precipitación durante una tormenta. Toda la escorrentía directa o la profundidad de exceso de lluvia (P_e) nunca supera la profundidad de la precipitación (P). La abstracción inicial (I_a), que no produce escorrentía, se resta de la precipitación para determinar la escorrentía potencial, por lo que se expresa como $P - I_a$.

Figura 4*Precipitación Total*

Nota: obtenido de (Chow et al., 1994)

La premisa del método SCS sostiene que la relación entre las dos cantidades reales y las dos cantidades potenciales es la misma, es decir:

$$\frac{F_a}{S} = \frac{P_e}{P - I_a} \quad (2.2)$$

Del principio de continuidad

$$P = P_e + I_a + F_a \quad (2.3)$$

Juntando 2.2 y 2.3 y solucionando para P_e se obtiene

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S} \quad (2.4)$$

Esta es la ecuación fundamental para determinar la profundidad del exceso de lluvia o la escorrentía directa empleando el método SCS. Al examinar los resultados provenientes de numerosas cuencas experimentales pequeñas, se ha logrado establecer una relación empírica.

$$I_a = 0.2 * S \quad (2.5)$$

Campos et al., (2016), El Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos, con base en información recogida en el campo, formuló una ecuación para calcular la escorrentía efectiva:

$$P_e = \frac{(P - 0.2 * S)^2}{P + 0.8 * S} \quad (2.6)$$

Donde:

P_e : Escorrentía superficial (mm).

P : Precipitación (mm).

S : Diferencia potencial máxima entre P y Q (mm).

El número de curva (CN) es un indicador clave que refleja el tipo de suelo y la cobertura vegetal que afectan la escorrentía. Este parámetro se calcula mediante una fórmula específica:

$$P_e = \frac{25400}{254 + S} \quad (2.7)$$

De Dónde:

$$P_e = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (2.8)$$

Chow et al., (1994) Los números de curva, que fueron clasificados por el Servicio de Conservación de Suelos de los EE.UU. se basan en el uso de la tierra y el tipo de suelo. Hay cuatro grupos de suelos:

Grupo A: Suelos de arena profunda, depositados por el viento, limos agregados.

Grupo B: Suelos de marga arenosa y poco profundos, depositados por el viento.

Grupo C: Suelos de marga arenosa poco profunda, marga arcillosa, suelos con bajo contenido orgánico y alto contenido de arcilla.

Grupo D: Suelos con alta expansión cuando están mojados, arcillas altamente plásticas y algunos suelos salinos.

La Tabla 1 proporciona los valores del número de curva (CN) para distintos usos de terrenos y tipos de suelo. En caso de que una cuenca contenga múltiples tipos de suelos y variedad en la utilización del terreno, es viable calcular un CN compuesto (p. 153).

Tabla 1

CN de escorrentía (condición de humedad antecedente II)

Descripción de uso de la tierra		Grupo hidrológico del suelo			
		A	B	C	D
Tierra cultivada:	sin tratamiento de conservación	72	81	88	91
	con tratamiento de conservación	62	71	78	81
Pastizales	Condiciones pobres	68	79	86	89
	Condiciones óptimas	39	61	74	80
Vegas de ríos:	Condiciones óptimas	30	58	71	78
Bosques:	Troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas	45	66	77	83
	Cubierta buena	25	55	70	77

Áreas abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc.					
óptimas condiciones: cubierta de pasto en el 75% o más		39	61	74	80
condiciones aceptables: cubierta de pasto en el 50 al 75%		49	69	79	84
Áreas comerciales de negocios (85% impermeables)					
		89	92	94	95
Distritos industriales (72% impermeables)					
		81	88	91	93
Residencial:					
Tamaño promedio del lote	Porcentaje promedio impermeable				
1/8 acre o menos	65	77	85	90	92
1/4 acre	38	61	75	83	87
1/3 acre	30	57	72	81	86
1/2 acre	25	54	70	80	85
1 acre	20	51	68	79	84
Parqueaderos pavimentados, techos, accesos, etc.					
		98	98	98	98
Calles y carreteras:					
Pavimentados con cunetas y alcantarillados		98	98	98	98
grava		76	85	89	91
tierra		72	82	87	89

Nota: obtenido de (Chow et al., 1994)

2.2.4 Caracterización Hidrometeorológica

Análisis de Datos Dudosos. - Chow et al., (1994) señaló El método del Water Resources Council es útil para ajustar datos atípicos, que son valores que se desvían marcadamente del resto de los datos y pueden afectar significativamente los cálculos estadísticos, especialmente en muestras pequeñas. Para tratar estos datos, se deben seguir normas matemáticas e hidrológicas. Según este consejo, si la asimetría es superior a +0.4, se deben verificar primero los datos atípicos altos; si es inferior a -0.4, se deben revisar primero

los datos atípicos bajos. Si la asimetría está dentro de ± 0.4 , se debe comprobar tanto los datos atípicos altos como bajos antes de eliminar cualquier dato atípico.

A continuación, se presenta la ecuación de frecuencia para identificar datos atípicos altos:

$$Y_H = y + K_n * S_y \quad (2.9)$$

En la ecuación Y_H es el límite de los datos atípicos altos en términos logarítmicos, y K_n ; es un valor que se encuentra en la tabla 2 dependiendo del tamaño de la muestra n . El valor de K_n ; se utiliza en un análisis unidireccional para identificar anomalías, con un 10% de nivel de significancia en datos con distribución normal. Si los logaritmos de una muestra exceden Y_H , deberían tratarse como outliers altos. Tales picos de crecimiento, que aparecen como altamente atípicos, deben confrontarse con datos históricos y de crecimiento de regiones próximas. Los registros históricos proporcionan información sobre eventos anormales que el sistema no detecta. Conforme al Water Resources Council (1981), si se dispone de información que indica un outlier alto durante un largo periodo, debe eliminarse del análisis por ser datos de crecimiento históricos. Si no se cuenta con información histórica relevante para comparar con los outliers altos, estos deben ser incluidos en el registro sistemático. Para identificar outliers bajos se empleará la siguiente ecuación:

$$Y_H = y - K_n * S_y \quad (2.10)$$

En la ecuación Y_L representa el límite de datos atípicos bajos en términos logarítmicos. Los puntos de crecimiento considerados como datos atípicos bajos deben ser excluidos del registro. Para su manejo, se puede utilizar un ajuste de probabilidad condicional como el sugerido por el método Water Resources Council (1981) (p. 415-416).

Tabla 2*Valores de K_n para la prueba de datos dudosos*

n	K_n	n	K_n	n	K_n	n	K_n
10	2.036	24	2.467	38	2.661	60	2.837
11	2.088	25	2.486	39	2.671	65	2.866
12	2.134	26	2.502	40	2.682	70	2.893
13	2.175	27	2.519	41	2.692	75	2.917
14	2.213	28	2.534	42	2.700	80	2.940
15	2.247	29	2.549	43	2.710	85	2.961
16	2.279	30	2.563	44	2.719	90	2.981
17	2.309	31	2.577	45	2.727	95	2.000
18	2.335	32	2.591	46	2.736	100	2.017
19	2.361	33	2.604	47	2.744	110	2.049
20	2.385	34	2.616	48	2.753	120	2.078
21	2.408	35	2.628	49	2.760	130	2.104
22	2.429	36	2.639	50	2.768	140	2.129
23	2.448	37	2.650	55			

Nota: Nota: obtenido de (Chow et al., 1994)

Prueba de Bondad Ajuste. - Chow et al., (1994) afirma aa eficacia del ajuste de una distribución de probabilidad se puede verificar al cotejar los valores teóricos con los muestrales de las funciones de frecuencia relativa o acumulada (p. 378).

Prueba Kolmogorov – Smirnov. - Según (Aparicio, 1992), busca evaluar la mayor discrepancia absoluta, D , entre la función de distribución empírica $F_0(x_m)$ y la función de distribución teórica estimada $F(x_m)$.

$$D = \max|F_0(x_m) - F(x_m)| \quad (2.11)$$

El valor crítico se basa en el nivel de significancia elegido y la cantidad de datos. Si $\mathbf{D} < \mathbf{d}$, aceptamos la hipótesis nula. Esta prueba, a diferencia de la χ^2 , relaciona los datos con el

modelo estadístico sin la necesidad de agruparlos. La función de distribución de probabilidad observada se calcula de la siguiente manera:

$$F_0(x_m) = 1 - \frac{m}{n + 1} \quad (2.12)$$

Donde m representa número de orden del dato X_m en un registro de mayor a menor y n es el número de la cantidad total de datos (p. 279).

Distribuciones de Probabilidad. - Aparicio (1992) señala que, para determinar el flujo de diseño de la infraestructura en cuestión, generalmente se requiere hacer extrapolaciones a partir de los flujos máximos anuales registrados, una vez que se ha asignado un período de retorno, dado que raramente este período es menor al del registro de datos (p. 252).

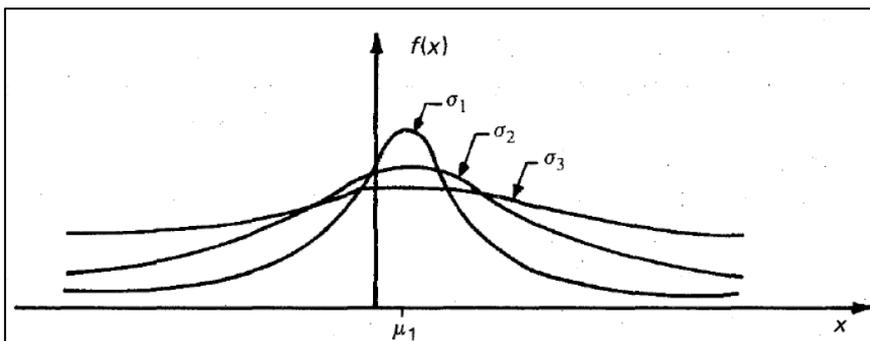
Distribución Normal. - Según Aparicio (1992), La función de densidad de probabilidad normal se especifica como:

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} * \sigma} * e^{-0.5\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad (2.13)$$

donde μ y σ representan los parámetros de la distribución. Dichos parámetros establecen tanto la forma de la función $F(x)$ como su ubicación en el eje x (figura 3). (p. 253-254).

Figura 5

Distribución Normal



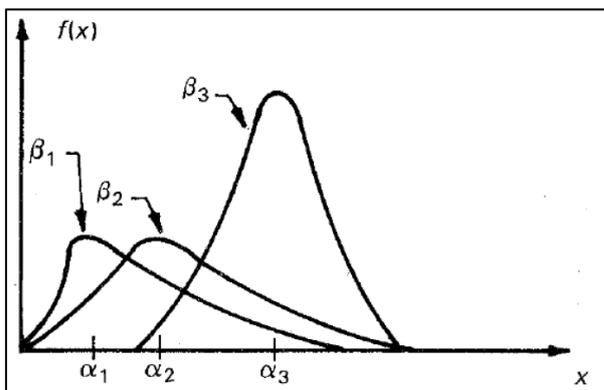
Nota: obtenido de (Aparicio, 1992)

Distribución Log-Normal. - Según Aparicio (1992), La función Log-Normal presupone que los logaritmos naturales de la variable aleatoria siguen una distribución normal. Su representación de función de densidad de probabilidad se exhibe de la siguiente manera:

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} * \frac{1}{x\beta} * e^{-0.5\left(\frac{\log x - \alpha}{\beta}\right)^2} \quad (2.14)$$

Aquí, los parámetros de la distribución son β y α . Analizando las ecuaciones 2.13 y 2.14, se puede inferir que β y α representan, respectivamente, la desviación estándar de los logaritmos y la media de la variable aleatoria. La figura 6 ilustra la gráfica de la función de densidad de probabilidad para diversos valores de β y α , indicando que la función no siempre presenta simetría. Los valores de β y α pueden estimarse mediante observaciones de X_i , donde i varía de 1 a n .

$$\alpha = \sum_{i=1}^n \frac{\ln x_i}{n} \quad (2.15)$$

Figura 6*Distribución Log Normal*

Nota: obtenido de (Aparicio, 1992)

Distribución Pearson III o Gamma de Tres Parámetros. - Aparicio (1992) señala que, la función de densidad de probabilidad de la distribución Pearson tipo III es representada de esta forma:

$$f(x) = \frac{1}{\alpha_1 * \Gamma\beta_1} * \left[\frac{x - \delta_1}{\alpha_1} \right]^{\beta_1 - 1} * e^{-\frac{x - \delta_1}{\alpha_1}} \quad (2.16)$$

La función Gamma se denomina $\Gamma\beta_1$, y sus parámetros son α_1 , β_1 y δ_1 . En el Apéndice A del documento se presenta una tabla de valores y las propiedades fundamentales de la función Gamma (p. 260).

Distribución Log Pearson Tipo III. - Chow et al. (1994) sostienen que, si el registro de x se adecua a una distribución Padre tipo III, entonces x se ajusta a una distribución log- Padre tipo III. Esta última distribución es la que se utiliza comúnmente en los Estados Unidos para analizar los mayores crecimientos anuales (Benson, 1968), y se detalla ampliamente en el Capítulo 12. En particular, cuando el registro de x es simétrico con respecto a su media, la distribución log- Padre tipo III se convierte en una distribución log-normal (p. 386).

Distribución de Lluvia Máxima

Periodo de Retorno. - El periodo de retorno T se interpreta como el intervalo promedio de años necesario para que un evento de tamaño Q se iguale o supere al menos una vez en ese plazo. Si un suceso de magnitud igual o mayor a Q ocurre una vez cada T años, entonces su probabilidad de suceder, P, es de 1 en T años (Villón, 2002).

$$P = \frac{1}{T} \quad (2.17)$$

Donde:

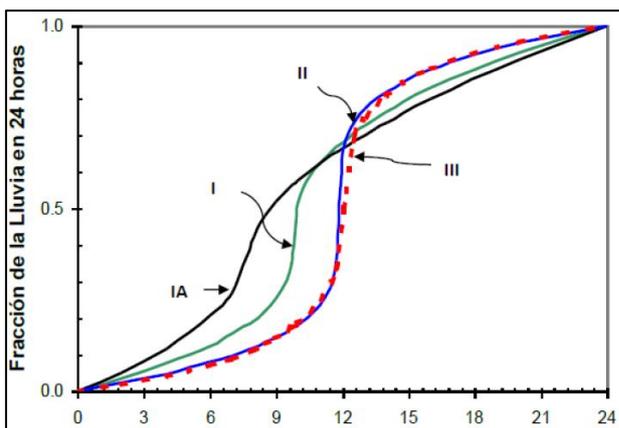
P : Probabilidad de ocurrencia.

T : Periodo de retorno.

Patrones de Distribución de Lluvia Basada en los Perfiles de Lluvia SCS. - Según Chow et al. (1994), El Soil Conservation Service del Departamento de Agricultura de EE. UU. elaboró hietogramas sintéticos de tormentas con duraciones de 6 y 24 horas para su uso en Estados Unidos, basándose en información provista por Miller, Hershfield, Tracey, Frederick y otros datos de tormentas adicionales. Se han generado cuatro tipos de tormentas (Tipo I, IA, II, III), cada una con una duración de 24 horas. La tabla 3 y la figura 5 presentan hietogramas acumulados. La figura 6 señala las áreas de Estados Unidos donde estos hietogramas son aplicables. Los tipos IA y I corresponden al clima marítimo del Pacífico con veranos secos e inviernos húmedos. El Tipo III es característico de las zonas costeras del Atlántico y el Golfo de México, donde las tormentas tropicales generan intensas lluvias de 24 horas. El Tipo II se aplica al resto del país (p. 471-472).

Figura 7

Hietograma de lluvia de 24 horas SCS



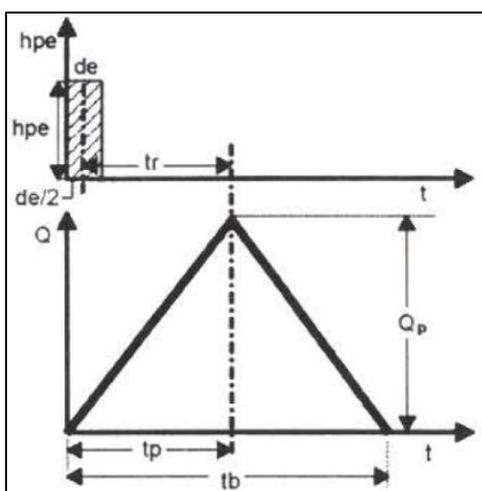
Nota: obtenido de (Chow et al., 1994)

Hidrogramas de avenida

Hidrograma Unitario (HU). - Mockus diseñó un hidrograma unitario sintético triangular que el SCS (Servicio de Conservación de Suelos) emplea. A pesar de su simplicidad, ofrece los parámetros esenciales del hidrograma: el pico de caudal Q_p , el tiempo base t_b y el tiempo en el que ocurre el pico t_p (Villón, 2002).

Figura 8

Hidrograma unitario triangular



Nota: obtenido de (Villón, 2007)

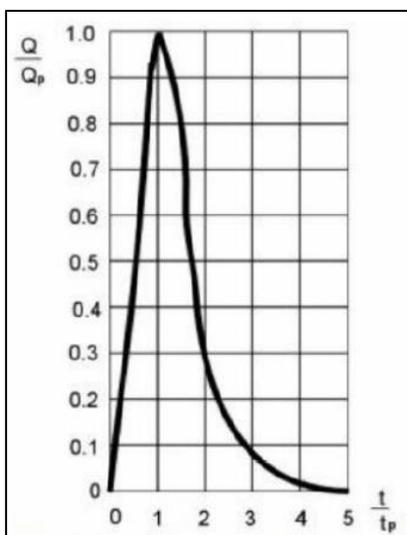
Los parámetros del hidrograma se definen de la siguiente manera:

- Tiempo pico en horas, $\mathbf{tp} = \frac{De}{2} + \mathbf{Tr}$
- Duración de lluvia en horas, $\mathbf{De} = 2\sqrt{\mathbf{Tc}}$
- Tiempo de retardo en horas, $\mathbf{Tr} = 0.6\mathbf{Tc}$
- Tiempo base en horas, $\mathbf{tb} = 2.67\mathbf{Tc}$
- Tiempo de concentración Tc en horas (Kirpich), $\mathbf{Tc} = 0.000325 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$

Hidrograma Adimensional. - De acuerdo con Villón (2002), se generaron hidrogramas adimensionales al analizar una amplia variedad de hidrogramas de cuencas hidrográficas. Estos hidrogramas se generan dividiendo la escala de tiempo por el momento en que se produce el pico (t_p) y la escala de caudales por el caudal máximo (Q_p), lo que da como resultado un hidrograma adimensional, que se ilustra en la Figura 10. Las coordenadas cartesianas de este hidrograma adimensional se indican en la Tabla 5.3.

Figura 9

Hidrograma Adimensional.



Nota: obtenido de (Villón, 2002)

Si se dispone de los datos del pico del hidrograma Q_p y t_p , utilizando la información de la tabla 5.3, se puede calcular el hidrograma resultante al multiplicar los datos de la tabla por

Qp y tp (p. 229-230).

2.2.5 *Tránsito de Avenidas*

Según Cahuana & Yugar, (2009) Destaca que, para calcular el paso de inundaciones en los cauces, se podría emplear un método hidráulico o hidrológico. Continuaremos examinando el tipo hidrológico, que se basa en ecuaciones de almacenamiento y continuidad.

La ecuación usada para calcular el almacenamiento en una sección de río es la siguiente:

$$S = \frac{b}{a} [x * I^{m/n} + I - x * O^{m/n}] \quad (2.18)$$

En la sección analizada, las constantes 'a' y 'n' representan la correlación promedio entre la altura y el flujo, mientras que las constantes 'b' y 'm' indican la correlación promedio entre la altura y el almacenamiento.

La constante 'x' refleja la importancia relativa de las entradas y salidas en la sección del río durante el almacenamiento. Cuando se trata de un embalse simple, 'x' es igual a cero, lo que significa que las entradas no tienen efecto. Si las entradas y salidas son igualmente relevantes, entonces 'x' es 0.5. Para la mayoría de los ríos, el valor de 'x' varía entre 0 y 0.3, con un promedio de 0.2 (p. 208).

Método de Muskingum. -. Cahuana & Yugar, (2009) indican que el método conocido como "Método del Muskingum" fue creado por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos y fue aplicado al río Muskingum, lo que originó su nombre.

El enfoque de este estudio se basa en la ecuación de continuidad, que se presenta de manera resumida a continuación:

$$\frac{I_1 + I_2}{2} \Delta t - \frac{O_1 + O_2}{2} \Delta t = \Delta S = S_2 - S_1 \quad (2.19)$$

Entonces, si asumimos que los valores de m/n son iguales a 1, lo cual hace que b/a sea igual a K en la ecuación de almacenamiento 2.20, obtenemos el resultado siguiente:

$$S = K[x * I + 1 - x * O] \quad (2.20)$$

La constante K , o constante de almacenamiento, representa la correlación entre el almacenamiento y el desagüe, por lo que se expresa en términos de tiempo. Generalmente, K es equivalente al tiempo que tarda la onda en recorrer el segmento, y x es un coeficiente que muestra la relevancia relativa de las entradas y salidas en relación con el almacenamiento en ese segmento (p. 209).

En situaciones donde los datos son limitados, se puede asignar al parámetro x valores entre 0 y 0.3 y a K el valor de $0.6T_c$. (Portuguez, 2017).

2.2.6 Hidráulica

Flujo Permanente y No Permanente. - Según Villón, (2007), esta categorización respeta el tiempo como una variable. Si los parámetros (como la velocidad o el tirante) no cambian con el tiempo, entonces el flujo es constante, lo que significa que, en cualquier momento, los elementos del flujo no varían en una sección transversal del canal.

$$\frac{\partial y}{\partial t} = 0; \quad \frac{\partial v}{\partial t} = 0; \quad \frac{\partial A}{\partial t} = 0$$

Se denomina flujo variable en el tiempo o no permanente cuando los parámetros cambian

con respecto al tiempo. Para ser más precisos, se expone lo siguiente:

$$\frac{\partial y}{\partial t} \neq 0; \frac{\partial v}{\partial t} \neq 0; \frac{\partial A}{\partial t} \neq 0$$

Flujo Uniforme y Variado. - De acuerdo a Villón (2007), se utiliza el espacio como una variable para clasificar el tipo de flujo. Cuando los parámetros que describen el flujo (tales como el área, profundidad, velocidad, entre otros) no varían en función del espacio, se dice que se tiene un flujo uniforme, es decir, que las características del flujo son constantes en cualquier parte de la sección del canal. Esta situación puede ser expresada matemáticamente de la siguiente manera:

$$\frac{\partial y}{\partial t} = 0; \frac{\partial v}{\partial t} = 0; \frac{\partial A}{\partial t} = 0$$

El flujo se considera no uniforme o variado cuando los parámetros del canal varían de una sección a otra. Todas estas características se pueden expresar mediante la siguiente

fórmula:

$$\frac{\partial y}{\partial t} \neq 0; \frac{\partial v}{\partial t} \neq 0; \frac{\partial A}{\partial t} \neq 0$$

Flujo Gradualmente Variado y Rápidamente Variado. - Chow (2004), establece que el flujo no uniforme se divide en dos tipos: variación gradual y variación rápida. Si la altura del agua cambia abruptamente en distancias relativamente cortas, se considera un flujo rápidamente variado; de lo contrario, se considera un flujo gradualmente variado. Además, el flujo rápidamente variado se conoce como un fenómeno local, y algunos ejemplos de este tipo de flujo son la caída de agua y el resalto hidráulico. (p. 6).

Régimen de Flujo. - Según (Coronado (1992), El número de Froude, $f = v\sqrt{g}y$,

proveniente del flujo en canales regido por la gravedad, se obtiene al dividir la velocidad del flujo por la velocidad de propagación de las perturbaciones en el fluido, o al dividir las fuerzas de inercia entre las de gravedad. Este valor permite identificar las características del flujo. Dependiendo de su magnitud, el número de Froude puede ser mayor a uno (flujos supercríticos), menor a uno (flujos subcríticos) o igual a uno (flujos críticos), cada uno con comportamientos distintos frente a cambios en dirección, tamaño y pendiente (p. 8).

Régimen Crítico. - Villón (2007) afirma, que un canal, o alguna sección transversal del mismo, opera bajo un régimen crítico cuando se cumplen una de las siguientes condiciones:

- Presenta un caudal específico para una energía mínima,
- Dispone de una energía específica para el caudal máximo,
- Muestra una fuerza específica mínima para un caudal determinado (p. 150).

Régimen Subcrítico. - Villón (2007) se refiere a las circunstancias en las que las alturas del agua son superiores a las críticas, las velocidades son inferiores a las críticas y los números de Froude son menores que 1. Se trata de un régimen de flujo lento y tranquilo, ideal para canales principales o de navegación (p. 151).

Régimen Supercrítico. - Villón (2007) se refiere a las condiciones en las que los números de Froude superan 1, las velocidades son más altas que las críticas y las alturas del agua son inferiores a las críticas. Es un régimen de flujo rápido y violento, pero notablemente estable, que se suele emplear en canales revestidos (p. 151).

Coefficiente de Rugosidad. - Según Chow (2004), Cowan ideó una técnica para determinar el valor de n considerando los factores más influyentes que alteran el coeficiente de aspereza.

De acuerdo a este procedimiento, es posible calcular el valor de n de la forma siguiente:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) m_5 \quad (2.21)$$

El valor inicial de 'n' corresponde a canales que son uniformes, lisos y rectos, y se toman en cuenta los materiales naturales presentes. Se agrega el valor 'n1' a 'n0' para reflejar el efecto de la aspereza trivial en el canal. 'n2' es el ajuste necesario para considerar las variaciones en la forma y tamaño de la sección transversal del canal. 'n3' es un ajuste para tener en cuenta la presencia de obstáculos o congestiones. 'n4' es el valor utilizado para ajustar las condiciones del flujo y la vegetación. 'm5' es un factor correctivo utilizado para enfrentar los efectos de los meandros en el canal. Los valores apropiados para 'n0' a 'n4' y 'm5' pueden seleccionarse de la Tabla 4, dependiendo de las circunstancias específicas que se presenten (p. 104).

Tabla 3

Valores para el cálculo del coeficiente de rugosidad

Condiciones del canal		valores	
Material Involucrado	Tierra	n ₀	0.020
	Corte en roca		0.025
	Grava fina		0.024
	Grava Gruesa		0.028
Grado de irregularidad	Suave	n ₁	0.000
	Menor		0.005
	Moderado		0.010
	Severo		0.020
Variaciones de la sección transversal	Gradual	n ₂	0.000
	Ocasionalmente alternante		0.005
	Frecuentemente		0.010-0.015

	alternante		
Efecto relativo de las obstrucciones	Insignificante	n ₃	0.000
	Menor		0.010-0.015
	Apreciable		0.020-0.030
	Severo		0.040-0.060
Vegetación	Baja	n ₄	0.005-0.010
	Media		0.010-0.025
	Alta		0.025-0.05
	Muy Alta		0.050-0.0
Grado de los efectos por meandros	Menor	m ₅	1.000
	Apreciable		1.150
	Severo		1.300

Nota: obtenido de (Chow, 2004)

2.2.7 *Riesgo por Inundación*

El riesgo de inundación se caracteriza como la probabilidad de que sucedan fenómenos de inundación, y se combina con los efectos perjudiciales que estos eventos podrían tener en la vida de las personas, el ecosistema, las propiedades y las operaciones económicas (Merz, Kreibich, Schwarze, & Thielen, 2010).

2.2.8 *Mapa de Niveles de Riesgo de Inundación*

Considerando áreas con variados grados de amenaza y vulnerabilidad, su aplicación en la planificación territorial es crucial. Deben considerarse los usos potenciales y los riesgos asociados. El mapa de riesgo se obtiene a partir de la investigación de los mapas de amenaza y vulnerabilidad (CENEPRED, 2015).

2.2.9 *Cálculo de Riesgo*

Existen varias estrategias o técnicas para el cálculo del riesgo, incluyendo el enfoque analítico o matemático y el descriptivo.

El enfoque analítico, también conocido como matemático, se fundamenta principalmente en la implementación o aplicación de la ecuación que se muestra a continuación. (INDECI, 2006):

$$R = P * V$$

Esta ecuación es el punto de partida para la evaluación del riesgo, en la que cada uno de los componentes: peligro (P), vulnerabilidad (V) y, por consiguiente, riesgo (R), se expresan en términos de probabilidad.

El criterio que se describe, aunque no comúnmente aplicado en la evaluación del riesgo, se basa en un enfoque descriptivo utilizando una "Matriz de Peligro y Vulnerabilidad". Primero, se requiere la determinación de los niveles de probabilidad para el peligro identificado y el análisis de vulnerabilidad. Estos valores de probabilidad, representados en porcentajes, se correlacionan en una gráfica bidimensional. En un eje, se plantea la estimación y nivel del peligro, y en el otro, el nivel promedio de vulnerabilidad. En la intersección de estos dos valores, se identifica el nivel esperado de riesgo.

Figura 10

Matriz de Peligro y Vulnerabilidad.

Peligro Muy Alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto
	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta

LEYENDA:

■	Riesgo Bajo (< de 25%)
■	Riesgo Medio (26% al 50%)
■	Riesgo Alto (51% al 75%)
■	Riesgo Muy Alto (76% al 100%)

Nota: obtenido de (INDECI, 2006)

2.2.10 Mitigación de Riesgo de Inundación

La mitigación del riesgo de inundación es un procedimiento organizado para la identificación, evaluación y disminución de los riesgos relacionados con las inundaciones. Esto se logra a través de la puesta en marcha de políticas, estrategias y medidas tanto estructurales como no estructurales que minimizan la posibilidad de inundación, la exposición de personas y bienes y la vulnerabilidad de los sistemas implicados. Todo esto con la finalidad de salvaguardar la vida humana, los bienes, el medio ambiente y las actividades económicas (Sayers et al., 2014).

Alude a un compendio de acciones y estrategias cuyo propósito es minimizar el riesgo de inundación, ya sea disminuyendo la probabilidad de que ocurra, limitando la exposición o mitigando la vulnerabilidad (Kreibich et al., 2014).

2.2.11 Gestión del Riesgo de Desastres

La Gestión de Desastres se define como la integración de conocimientos, prácticas y estrategias, alineadas con el uso cuidadoso de recursos humanos y materiales, destinadas a diseñar programas y tareas para prevenir o mitigar los efectos de las catástrofes. Abarca todas las fases necesarias para que la población afectada pueda recuperar su funcionalidad tras un desastre, proporcionando equivalencia con la Prevención y Atención de Desastres

(INDECI, 2006)

2.2.12 Estratificación de Peligrosidad

Tabla 4

Estratificación de la Peligrosidad

NIVEL	DESCRIPCION
MUY ALTO	La pendiente de terreno es mayor a 50°. La geomorfología del terreno está caracterizada por ser montañosa. La litología corresponde a presencia de piroclásticos. La hidrogeología en el terreno está formada por grandes acuitardos. La sismicidad es de magnitud mayor a 7.
ALTO	La pendiente de terreno está entre 35° a 50°. La geomorfología del terreno está caracterizada por ser colinas. La litología corresponde a compuestos volcánicos. La hidrogeología en el terreno está formada por acuitardo sedimentario. La sismicidad es de magnitud entre 6 y menor a 7.
MEDIO	La pendiente de terreno está entre 20° a 35°. La geomorfología del terreno está caracterizada por ser altiplanicie. La litología corresponde a intrusivos. La hidrogeología en el terreno está formada por grandes acuitardos. La sismicidad es de magnitud entre 5 y menor a 6.
BAJO	La pendiente de terreno está entre 5° a 20°. La geomorfología del terreno está caracterizada por ser valle abierto. La litología corresponde a depósitos cuaternarios, bofedales y otros. La hidrogeología en el terreno está formada por acuitardo volcánico y en zona de alteración. La sismicidad es de magnitud menor a 4.

Nota: obtenido de (CENEPRED, 2014)

2.2.13 Estratificación de Vulnerabilidad.

Tabla 5

Estratificación de Vulnerabilidad

ESTRATIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD	
MUY ALTO	Grupo etario población menor a 1 año y mayor a 65 años. Población con discapacidad física o mental: para usar brazos y manos, piernas y pies. Estado civil o conyugal: viudo(a). Tenencia de la vivienda: propia por invasión. No tiene partida de nacimiento. No está afiliada a ningún seguro. No sabe leer o escribir. Sin ningún nivel educativo. Vivienda particular: choza, vivienda improvisada o no destinada a vivienda. Servicio higiénico: no tiene, en río, acequia o canal. Material predominante en paredes: estera, piedra con barro, sillar con cal o cemento u otro material. Abastecimiento de agua: río, acequia, vecino u otro. Trabajador(a) del hogar: Buscando trabajo. Rama económica: agricultor, pesca, explotación de minas.
ALTO	Grupo etario de 1 a 14 años. Discapacidad física o mental: para ver. Estado civil o conyugal: separado o divorciado. Tenencia de la vivienda: alquilada. No tiene partida de nacimiento. No está afiliada a ningún seguro. No sabe leer o escribir. Sin ningún nivel educativo. Vivienda particular: vivienda en quinta. Servicio higiénico: pozo ciego o negro, letrina. Material predominante en paredes: quincha (caña con barro). Abastecimiento de agua: camión cisterna, pozo. Trabajador(a) familiar no remunerado. Buscando trabajo por primera vez. Rama económica: construcción, hogares privados.
MEDIO	Grupo etario de 45 a 64 años. Discapacidad física o mental: para oír. Estado civil o conyugal: conviviente. Tenencia de la vivienda: cedida por el centro de trabajo u otra forma. No tiene partida de nacimiento. No está afiliada a ningún seguro. No sabe leer o escribir. Sin ningún nivel educativo. Vivienda particular: vivienda en vecindario. Servicio higiénico: pozo séptico. Material predominante en paredes: madera (pona, tornillo, etc.) Abastecimiento de agua: pilón de uso público. Empleado u obrero. Estudiando y no trabaja. Rama económica: suministro de agua, luz o gas e industrias manufactureras.
BAJO	Grupo etario de 15 a 44 años. Discapacidad física o mental: para hablar u alguna otra discapacidad. Estado civil o conyugal: casado(a) o soltero(a). Tenencia de vivienda: propia pagando a plazos o totalmente pagada. No tiene partida de nacimiento. No está afiliada a ningún seguro. No sabe leer o escribir. Sin ningún nivel educativo. Vivienda particular: departamento en edificio o casa independiente. Servicio higiénico: conexión a red pública dentro o fuera de la vivienda. Material predominante en paredes: ladrillo o bloque de cemento o adobe o tapia. Abastecimiento de agua: conexión a la red pública fuera o dentro de la vivienda. Trabajador independiente, empleador o patrón. Al cuidado del hogar u otra actividad económica no especificada.

Nota: obtenido de (CENEPRED, 2014)

2.2.14 Estratificación de Riesgo

Tabla 6

Estratificación de Riesgo

NIVELES	DESCRIPCIÓN
RIESGO MUY ALTO	Son terrenos llanos, con pendiente entre 0° a 1°, áreas muy susceptibles a inundaciones. Se presentan precipitaciones en exceso acumulada mayor a 2100 mm durante el verano. Grupo etario población menor a 1 año y mayor a 65 años. Población con discapacidad física o mental: para usar brazos y manos, piernas y pies. Estado civil o conyugal: viudo(a). Tenencia de la vivienda: propia por invasión. No tiene partida de nacimiento. No está afiliada a ningún seguro. No sabe leer o escribir. Sin ningún nivel educativo. Vivienda particular: choza, vivienda improvisada o no destinada a vivienda. Servicio higiénico: no tiene, en río, acequia o canal. Material predominante en paredes: estera, piedra con barro, sillar con cal o cemento u otro material. Abastecimiento de agua: río, acequia, vecino u otro. Trabajador(a) del hogar. Buscando trabajo. Rama económica: agricultor, pesca, explotación de minas.
RIESGO ALTO	Son terrenos llanos, con pendiente entre 1° a 5°, áreas medianamente susceptibles a inundaciones. Se presentan precipitaciones en exceso acumulada entre 1101 mm a 2464 mm durante el verano. Grupo etario de 1 a 14 años. Discapacidad física o mental: para ver. Estado civil o conyugal: separado o divorciado. Tenencia de la vivienda: alquilada. No tiene partida de nacimiento. No está afiliada a ningún seguro. No sabe leer o escribir. Sin ningún nivel educativo. Vivienda particular: vivienda en quinta. Servicio higiénico: pozo ciego o negro, letrina. Material predominante en paredes: quincha (caña con barro). Abastecimiento de agua: camión cisterna, pozo. Trabajador(a) familiar no remunerado. Buscando trabajo por primera vez. Rama económica: construcción, hogares privados.
RIESGO MEDIO	Son terrenos llanos, con pendiente entre 5° a 25°, áreas medianamente susceptibles a inundaciones. Se presentan precipitaciones en exceso acumulada entre 601 mm a 1101 mm durante el verano. Grupo etario de 45 a 64 años. Discapacidad física o mental: para oír. Estado civil o conyugal: conviviente. Tenencia de la vivienda: cedida por el centro de trabajo u otra forma. No tiene partida de nacimiento. No está afiliada a ningún seguro. No sabe leer o escribir. Sin ningún nivel educativo. Vivienda particular: vivienda en vecindario. Servicio higiénico: pozo séptico. Material predominante en paredes: madera (pona, tornillo, etc.) Abastecimiento de agua: pilón de uso público. Empleado u obrero. Estudiando y no trabaja. Rama económica: suministro de agua, luz o gas e industrias manufactureras.
RIESGO BAJO	Son terrenos llanos, con pendiente entre 25° a 45°, áreas medianamente susceptibles a inundaciones. Se presentan precipitaciones en exceso acumulada entre 72 mm a 600 mm durante el verano. Grupo etario de 15 a 44 años. Discapacidad física o mental: para hablar u alguna otra discapacidad. Estado civil o conyugal: casado(a) o soltero(a). Tenencia de vivienda: propia pagando a plazos o totalmente pagada. No tiene partida de nacimiento. No está afiliada a ningún seguro. No sabe leer o escribir. Sin ningún nivel educativo. Vivienda particular: departamento en edificio o casa independiente. Servicio higiénico: conexiona red pública dentro o fuera de la vivienda. Material predominante en paredes: ladrillo o bloque de cemento o adobe o tapia. Abastecimiento de agua: conexión a la red pública fuera o dentro de la vivienda. Trabajador independiente, empleador o patrón. Al cuidado del hogar u otra actividad económica no especificada.

Nota: obtenido de (CENEPRED, 2014)

2.3 Marco Conceptual

2.3.1 Caudal

El flujo se define como la cantidad de líquido que atraviesa una sección determinada de un conducto, ya sea un tubo, río o canal, en una cantidad específica de tiempo. Por lo tanto, se puede expresar como la relación entre el volumen de un líquido y el tiempo (Chereque, 1987).

2.3.2 Avenidas Máximas

Guadalupe, Cáceres, Adame y Hernández (s.f) Las crecidas máximas, también conocidas simplemente como crecidas, son fenómenos caracterizados por el incremento súbito de velocidad y volumen de un río, usualmente a raíz de precipitaciones intensas. Esta combinación de rapidez y caudal en un periodo corto puede llevar a que los ríos arrastren significativos volúmenes de sedimentos, provocando en ocasiones desastres catastróficos debido a su potencial destructivo. (p. 35)

2.3.3 Faja Marginal

Los bienes de dominio público hidráulico están compuestos por las áreas que se encuentran inmediatamente cercanas a las riberas de las fuentes de agua, ya sean estas naturales o artificiales (ANA, 2010),

2.3.4 Vulnerabilidad

Se refiere a la propensión o susceptibilidad de un elemento o conjunto de elementos a sufrir daños frente a la manifestación de un peligro, ya sea natural o causado por la actividad humana, de cierta magnitud. Esta puede abarcar diversas áreas, como infraestructura, vivienda, actividades productivas, sistemas de alerta, y estructuras político-institucionales, entre otros. Se mide en términos probabilísticos, expresándose en un porcentaje que varía de 0 a 100 (INDECI, 2006).

2.3.5 Peligro

Se entiende como la probabilidad de ocurrencia de un evento, ya sea natural o inducido por el hombre, con capacidad perjudicial de cierta magnitud, en un área o sitio específico. Este fenómeno podría tener consecuencias negativas sobre regiones habitadas, infraestructuras existentes y/o el

medio ambiente (INDECI, 2006).

2.3.6 Riesgo

Es la posibilidad de que un evento suceda en una sociedad con fragilidad y provoque pérdidas humanas, materiales, económicas, etc. (Secretaría para Asuntos de Vulnerabilidad, 2015).

Capítulo III

3 Método de la Investigación

3.1 Enfoque

Es de carácter Cuantitativo, ya que se apoya en la recopilación de datos para poner a prueba las hipótesis mediante mediciones numéricas y análisis estadísticos, con el objetivo de establecer patrones de comportamiento y verificar teorías.

3.2 Alcance

El alcance de esta investigación es descriptivo, ya que el estudio tiene como objetivo estimar el Perfil de Riesgo. Adicionalmente, el objetivo con mayor alcance propuesto es calcular la variable de estudio (Supo, 2014b).

3.3 Diseño de Investigación

El diseño de la investigación es de prevalencia, ya que es un estudio prospectivo, observacional y descriptivo, con un análisis estadístico univariado. En resumen, es un diseño de investigación de tipo descriptivo (Supo, 2014b).

Este estudio será de naturaleza descriptiva, prospectiva y observacional. El objetivo principal es estimar el Perfil de Riesgo por inundación en la cuenca del río Omayá Pichari, utilizando como principales herramientas la recopilación de datos documentales y la observación directa. En el caso de recopilación de datos fueron los datos climáticos se analizarán los registros de la estación pluviométrica de Quillabamba, incluyendo los datos de precipitaciones máximas en un periodo de 24 horas. También se realizarán pruebas de bondad de ajuste y se examinarán las precipitaciones máximas para diferentes periodos de

retorno; datos hidrológicos y morfométricos se realizarán cálculos de la morfometría de la cuenca del río Omayá y se estimará el hidrograma de avenida utilizando el software HEC-HMS. Para esto, se necesitarán los parámetros de morfometría de la cuenca, el número de curva CN, el hidrograma de precipitación y los parámetros de Muskingum y por último la observación directa donde se observará la cuenca del río Omayá, teniendo en cuenta la presencia de actividades agrícolas y pecuarias, así como la ubicación de los centros poblados cercanos.

3.4 Población y Muestra

3.4.1 Población

Terrenos adyacentes al río Omayá.

3.4.2 Muestra

Terrenos de comunidades adyacentes al río Omayá, con una longitud de 2 kilómetros.

3.5 Hipótesis

3.5.1 Hipótesis General

El objetivo estadístico que no hemos planteado en el presente estudio es de nivel descriptivo, correspondiendo al objetivo estimar, la variable Perfil de riesgo, por ende, el estudio en mención no lleva hipótesis, ya que el nivel investigativo Descriptivo no presenta Hipótesis.

3.5.2 Hipótesis Específicas

Asimismo, no se plantearon Hipótesis específicas, puesto que, el nivel investigativo Descriptivo no presenta Hipótesis.

3.6 Operacionalización de las Variables

Tabla 7

Operacionalización de Variables

Variables	Dimensiones	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Instrumento de Medición
Perfil de Riesgo	Peligrosidad	Medida de la probabilidad de que ocurra un evento de inundación en la cuenca del río Omayá Pichari.	Se medirá basándose en el análisis de los datos climáticos e hidrológicos.	<ul style="list-style-type: none"> - Precipitaciones máximas - Datos morfométricos de la cuenca 	<ul style="list-style-type: none"> - Estación pluviométrica de Quillabamba - Software HEC-HMS
	Vulnerabilidad	Medida del grado de exposición de la cuenca del río Omayá Pichari a los daños causados por las inundaciones.	Se medirá basándose en la observación directa de la cuenca y su entorno.	<ul style="list-style-type: none"> - Presencia de actividades agrícolas - Presencia de centros poblados 	<ul style="list-style-type: none"> - Mapa de riesgo de inundación

Nota: Elaboración propia.

3.7 Técnicas e Instrumentos

3.7.1 Técnicas

La estrategia de investigación utilizará técnicas documentales y de observación (Supo, 2014b). Recopilaremos información documental sobre las Avenidas Máximas, la cual se calculará a partir de datos pluviométricos proporcionados por las instituciones responsables del control de cuencas y el uso de los recursos hídricos. Además, emplearemos la técnica de observación para estimar el riesgo de inundaciones mediante una medición indirecta de la variable de riesgo por inundación.

3.7.2 Instrumentos

Utilizaremos el mapa de riesgo de inundación como instrumento para recoger datos de forma indirecta utilizando técnicas de observación de la variable de riesgo por inundación.

3.8 Técnicas Estadísticas para el Procesamiento de la Información

Para definir el perfil de riesgo, analizaremos los criterios siguientes:

El tipo de estudio, prospectivo, observacional, transversal y analítico.

Diseño de investigación, prevalencia.

La escala de medición de variables, variables numéricas en escala de intervalo.

Nivel de estudio, descriptivo.

Objetivo estadístico, estimación.

Por lo tanto, utilizaremos el coeficiente de correlación de Pearson para el análisis paramétrico de los datos en la hipótesis de prueba. No obstante, si alguna variable no sigue una distribución normal, optaremos por su alternativa no paramétrica, el coeficiente de correlación de Spearman. (Supo, 2014a).

3.9 Desarrollo del Trabajo de Tesis

3.9.1 Delimitación del Lugar de Trabajo

Figura 11

Vista satelital del sector de estudio del río Omayá



Nota: Elaboración propia.

Como se observa en la figura 5 el río Omayá es de tipo permanente, incluso en época de estiaje, cuya presencia se debe a las lluvias perennes típica de la selva, además que en las partes altas de las montañas se encuentran lagunas, estos caudales aumentan como es natural en las épocas de lluvias continuas, descargas que arrastran material erosionado de los taludes aguas arriba y otros caminos vecinales.

En las cercanías a la ubicación del proyecto se encuentran el centro poblado de Omayá, hay presencia de actividades agrícolas, esto se debe a que la zona del proyecto se encuentra por encima de los 500 msnm, por lo cual el clima es adecuado para diversos cultivos; se observa actividad pecuaria, criando principalmente los animales menores como mayores.

3.9.2 *Análisis Hidrológico*

Cálculos de la Morfometría de la Cuenca. - La cuenca del río Omayá se subdividió en una cuenca principal (ver figura 15), en base al grupo hidrológico del suelo. Como resultado, se obtuvieron las características morfométricas primordiales como: el área, la longitud, la inclinación, el tiempo de concentración, entre otras se pueden ver en la tabla 3.

Figura 12

Cuenca del río Omayá



Nota: Elaboración propia.

Tabla 8

Parámetros Fisiográficos de la cuenca del río Omayá

PARÁMETRO GEOMORFOLÓGICO		SIMBOLOGÍA	UNIDADES	VALOR NUMÉRICO
SUPERFICIE O ÁREA DE LA CUENCA		A	Km ²	29.81
LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL		L	Km	7.48
LONGITUD TOTAL DE TODOS LOS RÍOS		Lt	Km	16.24
DESNIVEL TOTAL DE LA CUENCA		H	Km	1.908
PERÍMETRO DE LA CUENCA		P	Km	26.00
FORMA DE LA CUENCA	Coefficiente de Compacidad	Kc	-	1.333
	Factor de Forma	Ff	-	0.533
RECTÁNGULO EQUIVALENTE		a	Km	10.027
		b	Km	2.973
PENDIENTE DEL CAUCE		Sr	%	25.51%
PENDIENTE DE LA CUENCA		Sc	%	19.03%
CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE DRENAJE	Orden de Corrientes	Oc	-	1.000
	Densidad de Drenaje	Dd	Km/Km ²	0.545
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN		Tc	U.S.C.E (Minutos)	107.69
		Tc	KIRPICH (Minutos)	31.72
COEFICIENTE OROGRÁFICO		Co	%	34.920%
POTENCIAL DEGRADANTE		E	Tn/Ha*Año	2.32
ALTITUD MEDIA DE LA CUENCA		Z	m	3226.39
PRECIPITACIÓN DEL MES DE MÁXIMA PLUVIOSIDAD		P*	mm	196
MODULO PLUVIOMÉTRICO PROMEDIO ANUAL		P	mm	803

Nota: Elaboración propia.

Estación Pluviométrica de Análisis. - Se analizó la información de lluvias máximas registradas en la estación Quillabamba. La información fue obtenida de los registros de SENAMHI y corresponden a la precipitación máxima en 24 horas y se adjuntan en el Anexo 2 - Hidrología\2.1. Información SENAMHI.

Tabla 9

Precipitación máxima en 24 horas (mm)

Nº	AÑO	MES												PP Max
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
1	1981	42.63	40.79	34.46	24.98	17.59	10.35	9.93	14.72	19.66	25.89	24.02	30.55	42.63
2	1982	42.63	40.79	34.46	24.98	17.59	10.35	9.93	14.72	19.66	25.89	24.02	30.55	42.63
3	1983	42.63	40.79	34.46	24.98	17.59	10.35	9.93	14.72	19.66	25.89	24.02	30.55	42.63
4	1984	42.63	40.79	34.46	24.98	17.59	10.35	9.93	14.72	19.66	25.89	24.02	30.55	42.63
5	1985	42.63	40.79	34.46	24.98	17.59	10.35	9.93	14.72	19.66	25.89	24.02	30.55	42.63
6	1986	42.63	40.79	34.46	24.98	17.59	10.35	9.93	14.72	19.66	25.89	24.02	30.55	42.63
7	1987	42.63	40.79	34.46	24.98	17.59	10.35	9.93	14.72	19.66	25.89	24.02	30.55	42.63
8	1988	46.00	82.20	77.00	41.20	25.00	0.00	0.00	0.00	19.66	22.40	29.20	37.40	82.20
9	1989	42.63	40.79	30.40	21.00	18.00	0.00	21.50	24.80	27.80	16.40	20.80	50.70	50.70
10	1990	78.40	63.10	45.20	24.98	60.70	68.00	8.20	25.30	32.50	56.80	39.80	40.80	78.40
11	1991	42.63	40.79	34.46	24.98	17.59	10.35	9.93	14.72	19.66	25.89	24.02	30.55	42.63
12	1992	42.63	40.79	34.46	24.98	17.59	10.35	9.93	14.72	19.66	25.89	24.02	30.55	42.63
13	1993	42.63	40.79	34.46	24.98	17.59	10.35	9.93	14.72	19.66	25.89	24.02	30.55	42.63
14	1994	42.63	40.79	34.46	24.98	17.59	10.35	9.93	14.72	19.66	25.89	24.02	30.55	42.63
15	1995	42.63	40.79	34.46	24.98	17.59	10.35	9.93	14.72	19.66	25.89	24.02	30.55	42.63
16	1996	26.30	21.00	18.00	15.40	21.00	2.50	6.10	16.70	17.80	17.50	17.00	20.50	26.30
17	1997	30.70	40.20	20.20	17.20	11.00	16.80	3.00	29.50	20.00	32.40	32.00	20.90	40.20
18	1998	69.40	24.50	38.40	19.20	4.20	4.80	0.00	1.00	63.80	24.80	12.00	34.30	69.40
19	1999	27.50	59.00	46.40	49.50	26.50	6.40	6.60	0.00	13.70	26.60	20.50	25.90	59.00
20	2000	57.90	44.70	20.00	15.50	7.60	15.80	0.60	14.20	17.00	25.30	13.10	20.00	57.90
21	2001	44.70	44.30	30.30	14.00	10.60	2.20	15.00	9.50	11.20	25.89	33.20	16.50	44.70
22	2002	21.80	54.50	47.10	10.30	9.20	5.50	12.90	23.10	8.00	25.30	25.20	57.10	57.10
23	2003	46.20	36.00	30.00	24.60	5.60	3.40	5.00	27.50	22.30	20.40	22.30	27.00	46.20
24	2004	21.20	31.00	21.80	24.98	18.40	6.60	38.10	14.50	14.00	19.20	28.90	20.00	38.10
25	2005	29.40	28.30	28.20	26.20	24.60	6.90	20.30	5.20	15.70	18.50	8.10	40.60	40.60
26	2006	49.00	23.40	43.60	39.20	4.20	6.20	4.50	14.80	5.90	18.80	25.90	26.90	49.00
27	2007	52.60	18.90	20.30	31.50	17.30	10.20	7.10	14.72	5.50	38.00	32.30	19.70	52.60
28	2008	53.10	22.80	15.60	34.00	7.90	0.60	10.80	19.20	18.50	24.20	16.20	27.80	53.10
29	2009	26.20	38.20	28.00	9.80	6.50	2.30	7.80	4.00	5.00	33.20	54.00	25.20	54.00
30	2010	18.40	83.80	36.80	26.80	7.60	9.40	9.00	13.40	22.20	54.60	25.40	26.60	83.80
PROMEDIO		41.77	41.54	33.69	24.84	16.57	9.73	9.86	14.47	19.22	27.03	24.80	30.15	49.83

Nº	AÑO	MES											PP Max	
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV		DIC
DESV EST.		13.19	15.13	11.52	8.41	10.35	11.81	7.19	7.30	10.33	8.98	8.42	8.72	13.35
MÍNIMO		18.40	18.90	15.60	9.80	4.20	0.00	0.00	0.00	5.00	16.40	8.10	16.50	26.30
MÁXIMO		78.40	83.80	77.00	49.50	60.70	68.00	38.10	29.50	63.80	56.80	54.00	57.10	83.80

Nota: obtenido de (SENAMHI, s.f)

Prueba de Datos Dudosos. - Los valores inciertos de P24h presentados en la tabla 6, que no se ajustan al nivel de confianza del 90% establecido por el Método Water Resources Council, serán descartados

Tabla 10

Análisis de datos dudosos de precipitaciones

PRECIPITACION MÁXIMA 24 HORAS				PARÁMETROS ESTADÍSTICOS		P24hr	Log(P24hr)
N°	Año	P24hr	Log(P24hr)	Número de datos (N)		30.0000	30.0000
1	1981	42.63	1.630	Sumatoria		1494.8600	50.5228
2	1982	42.63	1.630	Valor Máximo		83.8000	1.9232
3	1983	42.63	1.630	Valor Mínimo		26.3000	1.4200
4	1984	42.63	1.630	Media (\bar{x}):		49.8287	1.6841
5	1985	42.63	1.630	Varianza:		178.3115	0.0115
6	1986	42.63	1.630	Desviación Estándar (s):		13.3533	0.1073
7	1987	42.63	1.630	Coefficiente Variación (S/ \bar{x}):		0.2680	0.0637
8	1988	82.20	1.915	Coefficiente de Sesgo (Sc):		1.3155	0.5527
9	1989	50.70	1.705	Coefficiente de Curtosis:		3.1355	
10	1990	78.40	1.894	PRUEBA DE DATOS DUDOSOS (Método Water Resources Council)			
11	1991	42.63	1.630	n= 30.00			
12	1992	42.63	1.630	Kn= 2.563			
13	1993	42.63	1.630	Kn: Valor recomendado, varía según el valor de n (significancia:10%)			
14	1994	42.63	1.630	Umbral de datos dudosos altos (xH: unidad. Logarítmicas)			
15	1995	42.63	1.630	$x_H = \bar{x} + k_n \cdot s$ xH= 1.959			
16	1996	26.30	1.420	Precipitación máxima aceptaba			
17	1997	40.20	1.604	PH= 10^{x_H} PH= 91 mm			
18	1998	69.40	1.841	NO EXISTEN DATOS DUDOSOS ALTO DE LA MUESTRA			
19	1999	59.00	1.771	Umbral de datos dudosos bajos (xL: unidad. Logarítmicas)			
20	2000	57.90	1.763	$x_L = \bar{x} - k_n \cdot s$ xL= 1.41			
21	2001	44.70	1.650	Precipitación mínima aceptaba			
22	2002	57.10	1.757	PH= 10^{x_L} PL= 25.65 mm			
23	2003	46.20	1.665	NO EXISTEN DATOS DUDOSOS MÍNIMO DE LA MUESTRA			
24	2004	38.10	1.581	* Referencia: Tabla 12.5.3 - Hidrología Aplicada, Ven Te Chow			
25	2005	40.60	1.609				
26	2006	49.00	1.690				
27	2007	52.60	1.721				
28	2008	53.10	1.725				
29	2009	54.00	1.732				
30	2010	83.80	1.923				

Nota: Elaboración propia.

Prueba de Bondad de Ajuste. - Después de haber realizado el análisis de los datos inciertos, los datos de las máximas precipitaciones en 24 horas serán examinados con la prueba de bondad de ajuste usando el software Hidroesta 2. Posteriormente, se determinará cuál de las distribuciones teóricas se ajusta mejor (consultar la tabla 13).

Tabla 11

Prueba de bondad de Ajuste Smirnov Kolgomorov

Δ TABULAR	ATEÓRICO DE LAS DISTRIBUCIONES						
	DISTRIBUCION NORMAL	DISTRIBUCION LOGNORMAL 2	DISTRIBUCION LOGNORMAL 3	DISTRIBUCION GAMMA 2 PARÁMETROS	DISTRIBUCION GAMMA 3 PARÁMETROS	DISTRIBUCION GUMBEL	DISTRIBUCION LOGGUMBEL
0.2483	0.2212	0.21	0.1957	0.2188	0.367	0.1902	0.1798
MIN Δ	0.1798						
	DISTRIBUCION LOGGUMBEL						

Nota: Elaboración propia.

La serie de datos de precipitación máxima en 24 horas de la estación Quillabamba se adapta más eficientemente a la distribución de probabilidad Log Gumbel. Esta conclusión

se debe a que muestra un porcentaje de error estándar más bajo en comparación con las otras distribuciones examinadas, con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$, resultando en un delta máximo (D máx.) de 0.1798.

Precipitaciones Máximas Para Diferentes Periodos de Retorno. - Utilizando la distribución de probabilidad **Log Gumbel** para la estación Quillabamba, procederemos a calcular las precipitaciones y caudales de diseño correspondientes a los distintos periodos de retorno

Tabla 12

Precipitaciones máximas para cada T de la estación Quillabamba

Probabilit y	Periodo Retorno	DISTRIBUCION LOGGUMBEL
	Años	Value
0.995	200	119.88
0.995	100	104.85
0.995	50	91.66
0.995	25	80.05
0.995	10	66.69
0.995	5	57.71
0.995	3	51.44
0.995	2	46.39

Nota: Elaboración propia.

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) sugiere un factor de corrección de 1,13 para los datos provenientes de estaciones que registran información una vez al día. En el caso de nuestra estación, de acuerdo con la información proporcionada por el SENAMHI, se constata que la medición de la precipitación máxima se lleva a cabo al finalizar el día, lo que se interpreta como una única medición diaria.

Tabla 13

Precipitaciones máximas para cada T de la estación Quillabamba corregida

Probability	Periodo Retorno	Distribución
	Años	Value
0.995	200	135.46
0.995	100	118.48
0.995	50	103.58
0.995	25	90.46
0.995	10	75.36
0.995	5	65.21
0.995	3	58.13
0.995	2	52.42
Δ	0.2483	0.1798

Nota: Elaboración propia.

Distribución de Lluvia Máxima. - Se estimarán las precipitaciones máximas para períodos de retorno de 50 y 100 años, considerando una duración de un día. Se procederá a descomponer la lámina total de lluvia diaria en láminas parciales, que se obtienen a través del modelo de perfiles de lluvia del SCS, que se ajustan al tipo II.

Distribución de Lluvia Máxima para un TR = 50 años

Tabla 14

Distribución de Lluvia Máxima para un TR = 50 años

Tiempo (h)	Tiempo (min)	Factor de Escala Tipo II	Altura	
			Acum. de p (mm)	Incremento de p (mm)
0	0	0	0	0.00
1	60	0.011	1.139	1.14
2	120	0.023	2.382	1.24
3	180	0.035	3.625	1.24
4	240	0.048	4.972	1.35
5	300	0.064	6.629	1.66
6	360	0.08	8.286	1.66

7	420	0.1	10.358	2.07
8	480	0.12	12.430	2.07
9	540	0.147	15.226	2.80
10	600	0.181	18.748	3.52
11	660	0.236	24.445	5.70
12	720	0.663	68.674	44.23
13	780	0.776	80.378	11.70
14	840	0.825	85.454	5.08
15	900	0.856	88.664	3.21
16	960	0.881	91.254	2.59
17	1020	0.903	93.533	2.28
18	1080	0.922	95.501	1.97
19	1140	0.938	97.158	1.66
20	1200	0.953	98.712	1.55
21	1260	0.965	99.955	1.24
22	1320	0.977	101.198	1.24
23	1380	0.989	102.441	1.24
24	1440	1	103.580	1.14

Nota: Elaboración propia.

Distribución de Lluvia Máxima para un TR = 100 años

Tabla 15

Distribución de Lluvia Máxima para un TR = 100 años

Tiempo (h)	Tiempo (min)	Factor de Escala Tipo II	Altura Acum. de p (mm)	Incremento de p (mm)
0	0	0	0	0

1	60	0.011	1.30328	1.30
2	120	0.023	2.72504	1.42
3	180	0.035	4.1468	1.42
4	240	0.048	5.68704	1.54
5	300	0.064	7.58272	1.90
6	360	0.08	9.4784	1.90
7	420	0.1	11.848	2.37
8	480	0.12	14.2176	2.37
9	540	0.147	17.41656	3.20
10	600	0.181	21.44488	4.03
11	660	0.236	27.96128	6.52
12	720	0.663	78.55224	50.59
13	780	0.776	91.94048	13.39
14	840	0.825	97.746	5.81
15	900	0.856	101.41888	3.67
16	960	0.881	104.38088	2.96
17	1020	0.903	106.98744	2.61
18	1080	0.922	109.23856	2.25
19	1140	0.938	111.13424	1.90
20	1200	0.953	112.91144	1.78
21	1260	0.965	114.3332	1.42
22	1320	0.977	115.75496	1.42
23	1380	0.989	117.17672	1.42
24	1440	1	118.48	1.30

Nota: Elaboración propia.

Hietograma de Precipitación

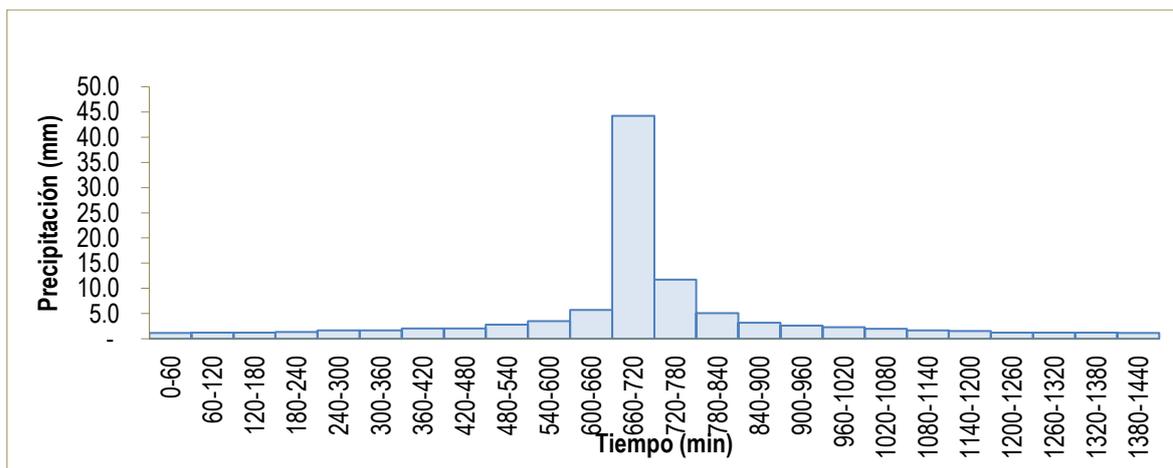
De acuerdo con las regulaciones para la definición y cuidado de las Fajas Marginales, los cálculos de los caudales máximos en canales que bordean zonas urbanas y agrícolas se

efectúan para intervalos de regreso de 50 y 100 años.

Hietograma de Precipitación para un TR = 50 años

Figura 13

Hietograma de Precipitación para un TR = 50 años

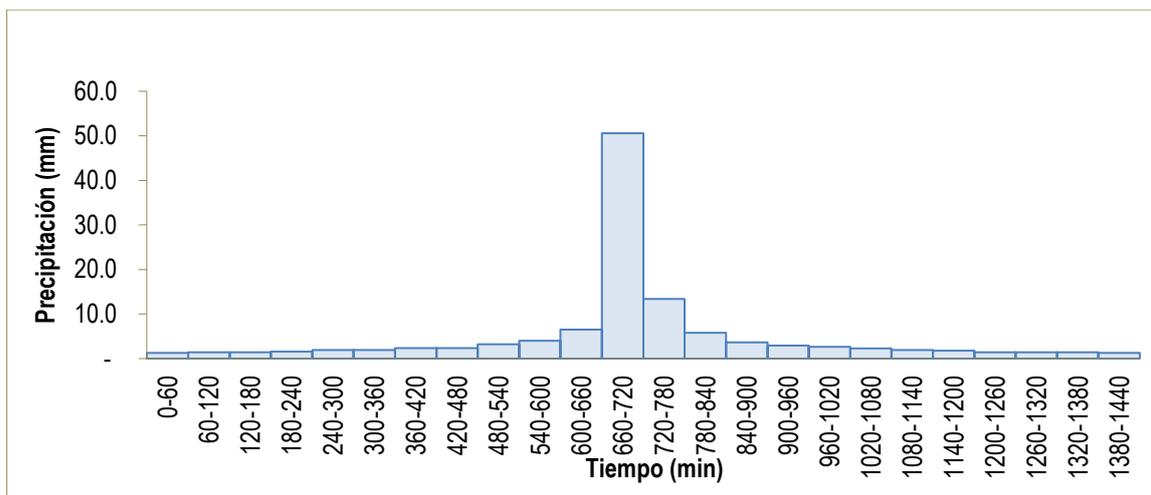


Nota: Elaboración propia.

Hietograma de Precipitación para un TR = 100 años

Figura 14

Hietograma de Precipitación para un TR = 100 años

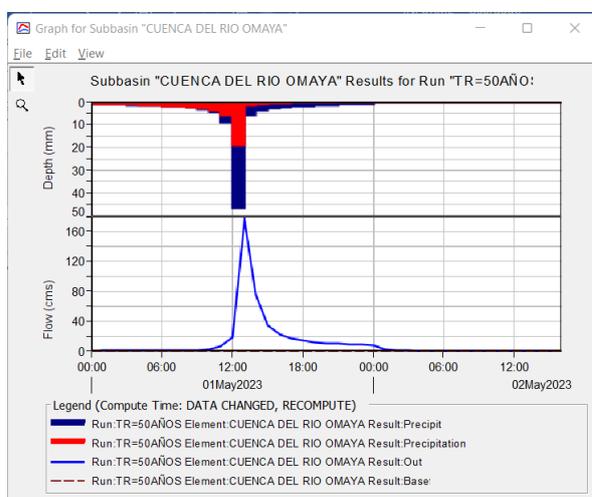


Nota: Elaboración propia.

Cálculo del Hidrograma de Avenida. - El software HEC-HMS, creado por USACE, es utilizado para calcular el Hidrograma de Avenida. El método CN del SCS se utiliza para estimar la escorrentía directa y el método del Hidrograma unitario se utiliza para el cálculo del Hidrograma de Avenida. Para llevar a cabo estos cálculos, se necesitan datos específicos como los parámetros de la morfometría de la cuenca (ver tabla 7), el número de curva CN (ver tabla 9), el Hietograma de precipitación (ver figura 17) y los parámetros de Muskingum (ver tabla 17).

Figura 15

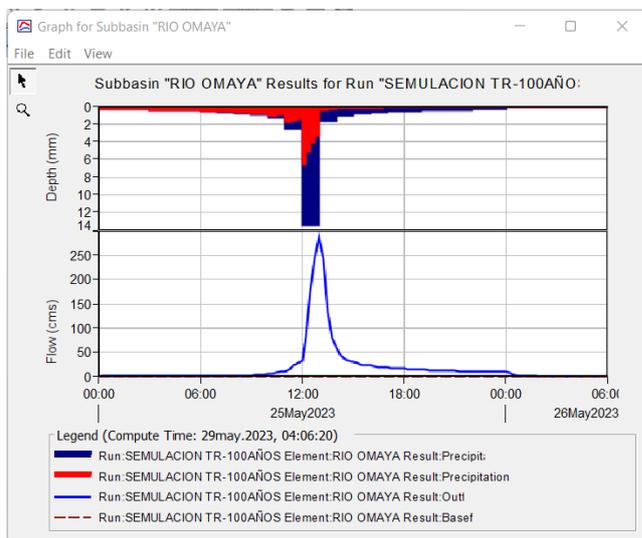
Hidrograma de Avenida para un TR = 50 años



Nota: Elaboración propia.

Figura 16

Hidrograma de Avenida para un TR = 100 años



Nota: Elaboración propia.

Caudales Máximos. - Se determina los caudales máximos tanto para un TR = 100 años y TR = 50 años, mediante el caudal pico de los hidrogramas de avenida. Los caudales máximos se muestran en la siguiente tabla 13.

Tabla 16

Caudales máximos para un TR = 100 años y TR = 50 años

Tiempo de Retorno (años)	Caudales (m ³ /s)	
	Hidrograma Unitario	HEC-HMS
50	43.97	175.2
100	50.96	288.7

Nota: Elaboración propia

3.9.3 *Análisis Hidráulico*

Cálculo del Coeficiente de Rugosidad. - Utilizaremos los datos de la tabla 4, los cuales se basan en las características del curso del río Omayá. Para el cálculo del coeficiente de rugosidad, se supondrán los siguientes valores: $n_0 = 0.024$, $n_1 = 0.01$, $n_2 = 0$, $n_3 = 0$, $n_4 = 0.005$ y $m_5 = 1$. A continuación, se explica cómo se calcula el coeficiente de rugosidad n .

Se determinó el coeficiente de rugosidad de Manning del cauce de río, mediante el reconocimiento en campo y el uso de tablas recomendadas en el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje.

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) m_5 = 0.039$$

Calibración del Modelamiento Hidráulico. - Para lograr una correspondencia entre los niveles de agua del modelo hidráulico y las mediciones reales en campo, se ha decidido adaptar el coeficiente de rugosidad. Por tanto, se adoptarán los valores de la tabla 4: $n_0 = 0.020$, $n_1 = 0$, $n_2 = 0$, $n_3 = 0$, $n_4 = 0.005$ y $m_5 = 1$. Seguidamente, se presenta cómo se realiza el cálculo del coeficiente de rugosidad n .

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) m_5 = 0.025 \quad (3.2)$$

Modelamiento Hidráulico de Inundaciones. - Llevaré a cabo el cálculo hidráulico de las inundaciones resultantes de avenidas máximas en el cauce del río Omayá utilizando el software HE-CRAS. Este programa requiere como entrada la topografía del terreno, con una longitud de 1.79 km y un total de 100 metros para cada margen, derecha e izquierda, desde el eje del río, el hidrograma de avenida (tabla A.10), el coeficiente de rugosidad de la

superficie (valor de la ecuación 3.2) y las condiciones de límite de entrada y salida del tipo de flujo de régimen.

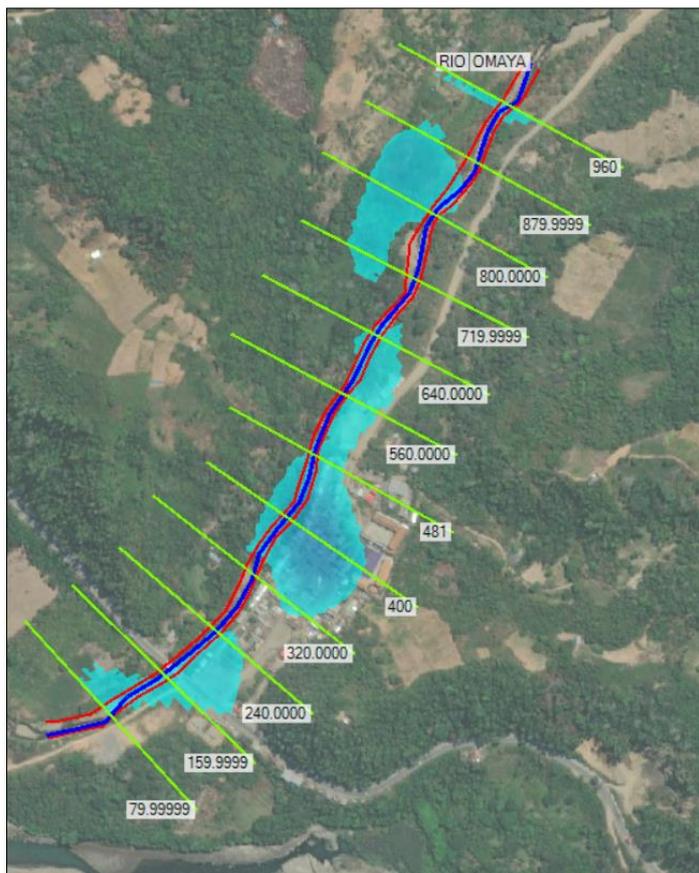
Para el modelamiento hidráulico en el software Iber, estableceremos las siguientes condiciones:

- Vamos a utilizar una malla no estructurada para trazar la superficie en el cauce del río Omayá.
- Las condiciones de límite de entrada y salida se considerarán para un régimen de flujo supercrítico, ya que el cauce del río presenta una pendiente pronunciada.

A continuación, se muestran los mapas hidráulicos del cauce del río Omayá (ver figuras 23 y 24).

Figura 17

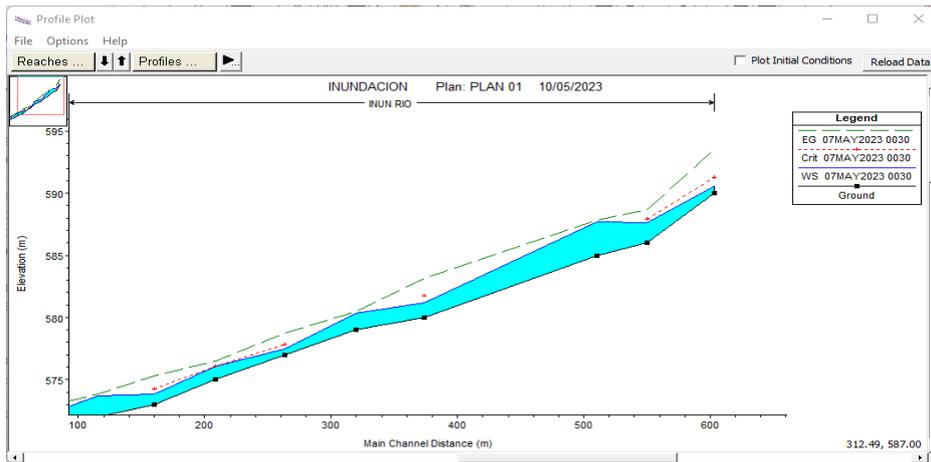
Mapa de calados máximos para un TR: 50 años



Nota: Elaboración propia

Figura 18

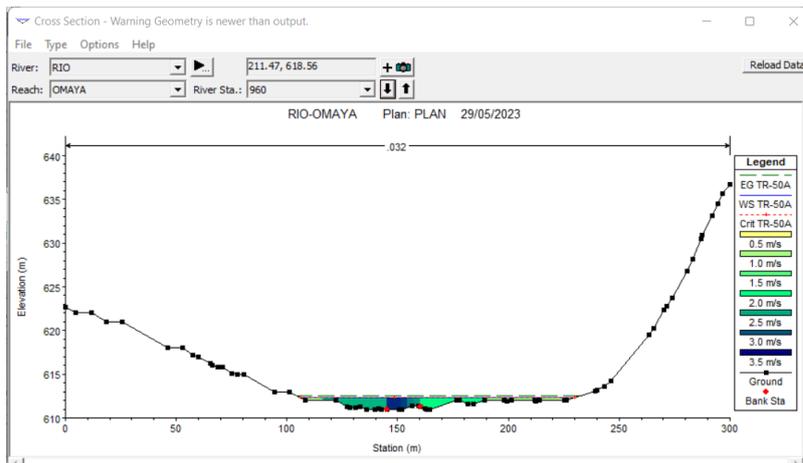
Mapa de perfil longitudinal de calados máximos para un TR: 50 años



Nota: Elaboración propia

Figura 19

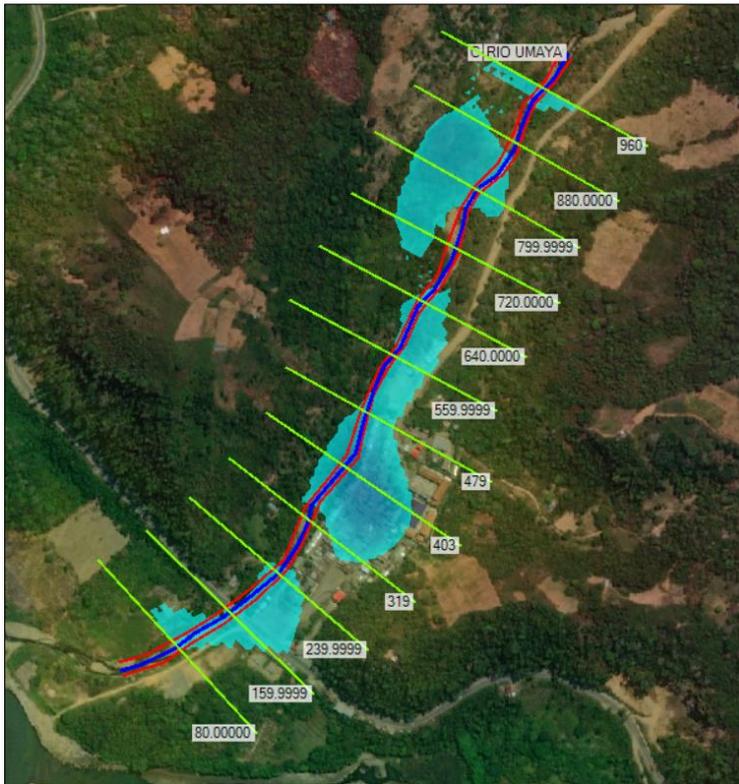
Sección transversal de calado máximo para un TR: 50 años



Nota: Elaboración propia

Figura 20

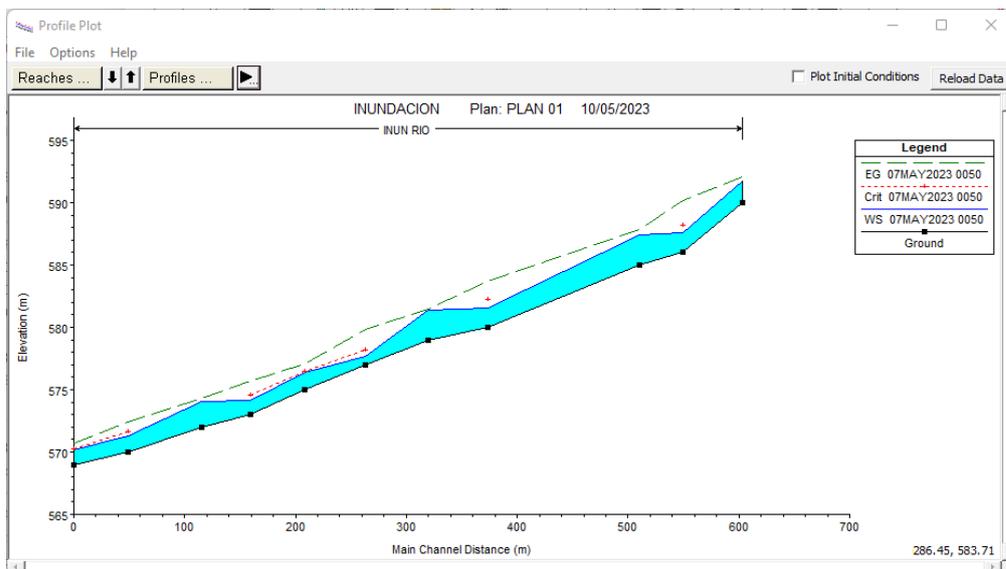
Mapa de calados máximos para un TR: 100 años



Nota: Elaboración propia

Figura 21

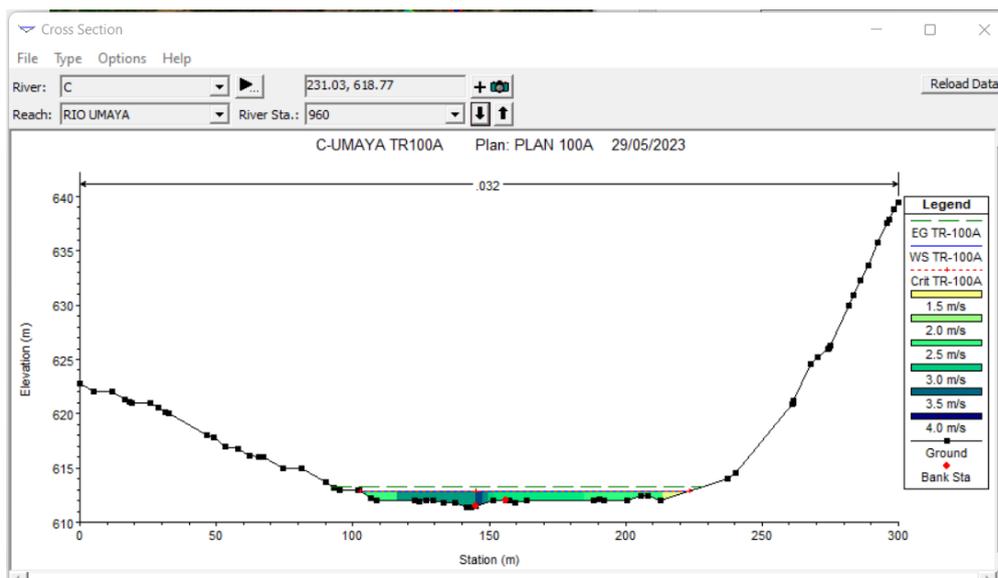
Mapa de perfil longitudinal de calados máximos para un TR: 100 años



Nota: Elaboración propia

Figura 22

Sección transversal de calado máximo para un TR: 100 años



Nota: Elaboración propia

3.9.4 Estimación de la Peligrosidad

La inundación es un peligro de origen Hidrometeorológico la cual se genera cuando el caudal de los ríos se desborda, ocasionado inundación a las zonas aledañas. El peligro se obtendrá de acuerdo a la normativa del CENEPRED.

3.9.4.1 Parámetro de evaluación

La estimación del peligro se realizará en base a los parámetros Tiempo de Retorno, Geomorfología, Geología, pendiente y precipitación anómala.

3.9.4.1.1 Parámetro de evaluación

a) Tiempo de Retorno

Según el CENEPRED es el tiempo en el cual se esperaría la aparición del evento (basado en datos o estadística).

Tabla 17

Procedimiento de evaluación Tiempo de Retorno

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

Parámetro: Tiempo de retorno

Matriz de comparación de pares del Parámetro de evaluación

Tiempo de retorno	25 años	50 años	100 años	200 años	500 años
25 años	1.00	3.00	5.00	6.00	9.00
50 años	0.33	1.00	3.00	4.00	6.00
100 años	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
200 años	0.17	0.25	0.33	1.00	3.00
500 años	0.11	0.17	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.81	4.75	9.53	14.33	24.00
1/SUMA	0.55	0.21	0.10	0.07	0.04

Matriz de Normalización de pares del Parámetro de evaluación

Tiempo de retorno	25 años	50 años	100 años	200 años	500 años	Vector priorización	%
25 años	0.55	0.63	0.52	0.42	0.38	0.500	50.04%
50 años	0.18	0.21	0.31	0.28	0.25	0.248	24.77%
100 años	0.11	0.07	0.10	0.21	0.21	0.141	14.06%
200 años	0.09	0.05	0.03	0.07	0.13	0.075	7.49%
500 años	0.06	0.04	0.02	0.02	0.04	0.036	3.65%
						1.00	100.00%

Matriz de Relación de Consistencia del Parámetro de Evaluación

Tiempo de retorno	25 años	50 años	100 años	200 años	500 años	Vector suma ponderada	λ_{max}
25 años	0.50	0.74	0.70	0.45	0.33	2.72	5.44
50 años	0.17	0.25	0.42	0.30	0.22	1.35	5.47
100 años	0.10	0.08	0.14	0.22	0.18	0.73	5.19
200 años	0.08	0.06	0.05	0.07	0.11	0.38	5.03
500 años	0.06	0.04	0.03	0.02	0.04	0.19	5.11
						Suma	26.25
						Promedio	5.25

INDICE DE CONSISTENCIA (IC)

$$IC = \frac{(\text{promedio } (\lambda_{max}) - n)}{(n - 1)}$$

$$IC = 0.062$$

INDICE ALEATORIO

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595

RELACION DE CONSISTENCIA

$$RC = IC/IA \quad RC = 0.056 < 0.1 \quad \text{OK}$$

IC =	0.062
RC =	0.056

Relacion de consistencia RC obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro de precipitación anómala

Nota: Elaboración propia

3.9.4.1.2 Factores desencadenante

a) Precipitación anómala

Tabla 18

Procedimiento del factor desencadenante Precipitación anómala

PONDERACIÓN DE PARÁMETROS														
Parámetro: Precipitación anómala														
Matriz de comparación de pares del Parámetro de Precipitación														
Precipitación (mm)	145-146.5	143-145	141-143	135-141	130.5-135									
145-146.5	1.00	3.00	4.00	6.00	9.00									
143-145	0.33	1.00	3.00	4.00	7.00									
141-143	0.25	0.33	1.00	3.00	5.00									
135-141	0.17	0.25	0.33	1.00	3.00									
130.5-135	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00									
SUMA	1.86	4.73	8.53	14.33	25.00									
1/SUMA	0.54	0.21	0.12	0.07	0.04									
Matriz de Normalización de pares del Parámetro de Precipitación														
Precipitación (mm)	145-146.5	143-145	141-143	135-141	130.5-135	Vector priorización	%							
145-146.5	0.54	0.63	0.47	0.42	0.36	0.484	48.39%							
143-145	0.18	0.21	0.35	0.28	0.28	0.260	26.03%							
141-143	0.13	0.07	0.12	0.21	0.20	0.146	14.63%							
135-141	0.09	0.05	0.04	0.07	0.12	0.074	7.43%							
130.5-135	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	0.035	3.53%							
						1.00	100.00%							
Matriz de Relación de Consistencia de Precipitación														
Precipitación (mm)	145-146.5	143-145	141-143	135-141	130.5-135	Vector suma ponderada	λ_{max}							
145-146.5	0.48	0.78	0.59	0.45	0.32	2.61	5.40							
143-145	0.16	0.26	0.44	0.30	0.25	1.40	5.40							
141-143	0.12	0.09	0.15	0.22	0.18	0.75	5.15							
135-141	0.08	0.07	0.05	0.07	0.11	0.37	5.05							
130.5-135	0.05	0.04	0.03	0.02	0.04	0.18	5.10							
						Suma	26.10							
						Promedio	5.22							
INDICE DE CONSISTENCIA (IC)														
IC = $(\text{promedio } (\lambda_{max}) - n)/(n - 1)$														
IC = 0.055														
INDICE ALEATORIO														
n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595
RELACION DE CONSISTENCIA														
RC = IC/IA														
RC = 0.049 < 0.1 OK														
IC =	0.055													
RC =	0.049													
Relacion de consistencia RC obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro de precipitación anómala														

Nota: Elaboración propia

3.9.4.1.1 Factor condicionante

a) Ponderación de parámetros

Tabla 19

Procedimiento de ponderación de parámetros

PONDERACIÓN DE PARÁMETROS														
Matriz de comparación de pares del Parámetro de factores condicionantes														
Factores condicionantes	Geomorfología	Geología	Pendiente											
Geomorfología	1.00	2.00	4.00											
Geología	0.50	1.00	3.00											
Pendiente	0.25	0.33	1.00											
SUMA	1.75	3.33	8.00											
1/SUMA	0.57	0.30	0.13											
Matriz de Normalización de pares de los factores condicionantes														
Factores condicionantes	Geomorfología	Geología	Pendiente	Vector priorización	%									
Geomorfología	0.57	0.60	0.50	0.557	55.71%									
Geología	0.29	0.30	0.38	0.320	32.02%									
Pendiente	0.14	0.10	0.13	0.123	12.26%									
				1.00	100.00%									
Matriz de Relación de Consistencia pares de los factores condicionantes														
Factores condicionantes	Geomorfología	Geología	Pendiente	Vector suma ponderada	λ_{max}									
Geomorfología	0.56	0.64	0.49	1.69	3.03									
Geología	0.28	0.32	0.37	0.97	3.02									
Pendiente	0.14	0.11	0.12	0.37	3.01									
				Suma	9.05									
				Promedio	3.02									
INDICE DE CONSISTENCIA (IC)														
IC = (promedio (λ_{max}) - n)/(n - 1)														
IC = 0.009														
INDICE ALEATORIO														
n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595
RELACION DE CONSISTENCIA														
RC = IC/IA RC = 0.017 < 0.1 OK														
IC =	0.009													
RC =	0.017													
Relacion de consistencia RC obtenido del proces jerárquico para el parámetro de precipitación an														

Nota: Elaboración propia

b) Geomorfología

Tabla 20

Procedimiento del factor desencadenante Geomorfología

FACTOR CONDICIONANTE - GEOMORFOLOGIA														
Matriz de comparación de pares del Parámetro Geomorfología														
Geomorfología	Rio	T-al	V-cd	V-al/P-al	RM-rs									
Rio (Rio)	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00									
Terraza Aluvial (T-al)	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00									
Vertiente o Piedemonte Coluvio-Deluvial (V-cd)	0.25	0.50	1.00	2.00	3.00									
Vertiente o Piedemonte Aluvial (V-al/P-al)	0.14	0.20	0.50	1.00	2.00									
Montaña en Roca Sedimentaria (RM-rs)	0.11	0.14	0.33	0.50	1.00									
SUMA	2.00	3.84	7.83	15.50	22.00									
1/SUMA	0.50	0.26	0.13	0.06	0.05									
Matriz de Normalización de pares del Parámetro Geomorfología														
Geomorfología	Rio	T-al	V-cd	V-al/P-al	RM-rs	Vector priorización	%							
Rio (Rio)	0.50	0.52	0.51	0.45	0.41	0.478	47.82%							
Terraza Aluvial (T-al)	0.25	0.26	0.26	0.32	0.32	0.281	28.12%							
Vertiente o Piedemonte Coluvio-Deluvial (V-cd)	0.12	0.13	0.13	0.13	0.14	0.130	12.96%							
Vertiente o Piedemonte Aluvial (V-al/P-al)	0.07	0.05	0.06	0.06	0.09	0.069	6.85%							
Montaña en Roca Sedimentaria (RM-rs)	0.06	0.04	0.04	0.03	0.05	0.043	4.26%							
						1.00	100.00%							
Matriz de Relación de Consistencia de pares del parámetro Geomorfología														
Geomorfología	Rio	T-al	V-cd	V-al/P-al	RM-rs	Vector suma ponderada	λ_{max}							
Rio (Rio)	0.48	0.56	0.52	0.48	0.38	2.42	5.06							
Terraza Aluvial (T-al)	0.24	0.28	0.26	0.34	0.30	1.42	5.05							
Vertiente o Piedemonte Coluvio-Deluvial (V-cd)	0.12	0.14	0.13	0.14	0.13	0.65	5.05							
Vertiente o Piedemonte Aluvial (V-al/P-al)	0.07	0.06	0.06	0.07	0.09	0.34	5.01							
Montaña en Roca Sedimentaria (RM-rs)	0.05	0.04	0.04	0.03	0.04	0.21	5.01							
						Suma	25.18							
						Promedio	5.04							
INDICE DE CONSISTENCIA (IC)														
IC = $(\text{promedio } (\lambda_{max}) - n) / (n - 1)$														
IC = 0.009														
INDICE ALEATORIO														
n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595
RELACION DE CONSISTENCIA														
RC = IC/IA RC = 0.008 < 0.1 OK														
IC = 0.009		Relacion de consistencia RC obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro de precipitación anómala												
RC = 0.008														

Nota: Elaboración propia

c) Geología

Tabla 21*Procedimiento del factor desencadenante Geología*

FACTOR CONDICIONANTE - GEOLOGÍA														
Matriz de comparación de pares del Parámetro Geología														
Geología	Qh-fl	Qh-al	Qh-el	SD-c	NQ-lm									
Depósitos Fluvial (Qh-fl)	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00									
Depósitos Aluviales (Qh-al)	0.50	1.00	2.00	3.00	6.00									
Depositos Eluviales (Qh-el)	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00									
Grupo Cabanillas (SD-c)	0.14	0.33	0.50	1.00	2.00									
Fm. La Merced (NQ-lm)	0.11	0.17	0.25	0.50	1.00									
SUMA	2.00	4.00	7.75	13.50	22.00									
1/SUMA	0.50	0.25	0.13	0.07	0.05									
Matriz de Normalización de pares del Parámetro Geología														
Geología	Qh-fl	Qh-al	Qh-el	SD-c	NQ-lm	Vector priorización	%							
Depósitos Fluvial (Qh-fl)	0.50	0.50	0.52	0.52	0.41	0.489	48.85%							
Depósitos Aluviales (Qh-al)	0.25	0.25	0.26	0.22	0.27	0.251	25.05%							
Depositos Eluviales (Qh-el)	0.12	0.13	0.13	0.15	0.18	0.142	14.18%							
Grupo Cabanillas (SD-c)	0.07	0.08	0.06	0.07	0.09	0.077	7.68%							
Fm. La Merced (NQ-lm)	0.06	0.04	0.03	0.04	0.05	0.042	4.24%							
						1.00	100.00%							
Matriz de Relación de Consistencia de pares del parámetro Geología														
Geología	Qh-fl	Qh-al	Qh-el	SD-c	NQ-lm	Vector suma ponderada	λ_{max}							
Depósitos Fluvial (Qh-fl)	0.49	0.50	0.57	0.54	0.38	2.48	5.07							
Depósitos Aluviales (Qh-al)	0.24	0.25	0.28	0.23	0.25	1.26	5.04							
Depositos Eluviales (Qh-el)	0.12	0.13	0.14	0.15	0.17	0.71	5.02							
Grupo Cabanillas (SD-c)	0.07	0.08	0.07	0.08	0.08	0.39	5.02							
Fm. La Merced (NQ-lm)	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.21	5.01							
						Suma	25.16							
						Promedio	5.03							
INDICE DE CONSISTENCIA (IC)														
IC = $(\text{promedio } (\lambda_{max}) - n) / (n - 1)$														
IC = 0.008														
INDICE ALEATORIO														
n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595
RELACION DE CONSISTENCIA														
RC = IC/IA														
RC = 0.007 < 0.1 OK														
IC =		0.008												
RC =		0.007												
Relacion de consistencia RC obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro de precipitación anómala														

Nota: Elaboración propia

d) Pendiente

Tabla 22

Procedimiento del factor desencadenante Pendiente

FACTOR CONDICIONANTE - PENDIENTE														
Matriz de comparación de pares del Parámetro Pendiente														
Pendiente	0° - 4°	4° - 8°	8° - 12°	12° - 16°	16° - a más									
0° - 4°	1.00	3.00	5.00	6.00	8.00									
4° - 8°	0.33	1.00	3.00	4.00	6.00									
8° - 12°	0.20	0.33	1.00	3.00	6.00									
12° - 16°	0.17	0.25	0.33	1.00	3.00									
16° - a más	0.13	0.17	0.17	0.33	1.00									
SUMA	1.83	4.75	9.50	14.33	24.00									
1/SUMA	0.55	0.21	0.11	0.07	0.04									
Matriz de Normalización de pares del Parámetro Pendiente														
Pendiente	0° - 4°	4° - 8°	8° - 12°	12° - 16°	16° - a más	Vector priorización	%							
0° - 4°	0.55	0.63	0.53	0.42	0.33	0.492	49.16%							
4° - 8°	0.18	0.21	0.32	0.28	0.25	0.248	24.76%							
8° - 12°	0.11	0.07	0.11	0.21	0.25	0.149	14.89%							
12° - 16°	0.09	0.05	0.04	0.07	0.13	0.075	7.48%							
16° - a más	0.07	0.04	0.02	0.02	0.04	0.037	3.72%							
						1.00	100.00%							
Matriz de Relación de Consistencia de pares del parámetro Pendiente														
Pendiente	0° - 4°	4° - 8°	8° - 12°	12° - 16°	16° - a más	Vector suma ponderada	λ_{max}							
0° - 4°	0.49	0.74	0.74	0.45	0.30	2.72	5.54							
4° - 8°	0.16	0.25	0.45	0.30	0.22	1.38	5.57							
8° - 12°	0.10	0.08	0.15	0.22	0.22	0.78	5.22							
12° - 16°	0.08	0.06	0.05	0.07	0.11	0.38	5.08							
16° - a más	0.06	0.04	0.02	0.02	0.04	0.19	5.10							
						Suma	26.52							
						Promedio	5.30							
INDICE DE CONSISTENCIA (IC)														
IC = $(\text{promedio } (\lambda_{max}) - n) / (n - 1)$														
IC = 0.076														
INDICE ALEATORIO														
n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595
RELACION DE CONSISTENCIA														
RC = IC/IA RC = 0.068 < 0.1 OK														
IC =	0.076													
RC =	0.068													
Relacion de consistencia RC obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro de precipitación anómala														

Nota: Elaboración propia

3.9.4.1.2 Resumen de la peligrosidad

Tabla 23

Resumen de cálculo de la Peligrosidad

NOMBRE	PESO	FACTOR		PARÁMETRO		DESCRIPTOR		Ppar x Pdesc
		NOMBRE	PESO	NOMBRE	PESO	CLASIFICACIÓN	PESO	
SUSCEPTIBILIDAD DE INUNDACIÓN	50%	Condicionante	50%	Geomorfología	0.557	Río (Rio)	0.478	0.266
						Terraza Aluvial (T-al)	0.281	0.157
						Vertiente o Piedemonte Coluvio-Deluvial (V-c)	0.130	0.072
						Vertiente o Piedemonte Aluvial (V-al/P-al)	0.069	0.038
						Montaña en Roca Sedimentaria (RM-rs)	0.043	0.024
				Pendiente	0.123	0° - 4°	0.492	0.060
						4° - 8°	0.248	0.030
						8° - 12°	0.149	0.018
						12° - 16°	0.075	0.009
						16° - a más	0.037	0.005
		Geología	0.320	Depósitos Fluvial (Qh-fl)	0.489	0.156		
				Depósitos Aluviales (Qh-al)	0.251	0.080		
				Depositos Eluviales (Qh-el)	0.142	0.045		
				Grupo Cabanillas (SD-c)	0.077	0.025		
				Fm. La Merced (NQ-lm)	0.042	0.014		
Desencadenante	50%	Precipitación anómala	1.00	145-146.5	0.484	0.484		
				143-145	0.260	0.260		
				141-143	0.146	0.146		
				135-141	0.074	0.074		
				130.5-135	0.035	0.035		
PARAMETRO DE EVALUACIÓN	50%			Tiempo de retorno	1.00	25 años	0.500	0.500
						50 años	0.248	0.248
						100 años	0.141	0.141
						200 años	0.075	0.075
						500 años	0.036	0.036

Nota: Elaboración propia

3.9.4.1.3 Niveles de peligrosidad

Tabla 24

Cálculo de niveles de Peligrosidad

N°	CONDICIONANTE			DECENCADENANTE			SUSCEPTIBILIDAD		PÁRAMETRO DE EVALUACIÓN		PELIGROSIDAD
	Σ Ppar X Pdesc	Peso con	Valor con	Σ Pdes x Pdesc	Peso des	Valor des	Valor suscs	Peso susc	Valor par eval	Peso par eval	
1	0.483	50%	0.242	0.484	50%	0.242	0.484	50%	0.500	50%	0.492
2	0.267		0.134	0.260		0.130	0.264		0.248		0.256
3	0.136		0.068	0.146		0.073	0.141		0.141		0.141
4	0.072		0.036	0.074		0.037	0.073		0.075		0.074
5	0.042		0.021	0.035		0.018	0.039		0.036		0.038

Nota: Elaboración propia

Tabla 25*Niveles de Peligrosidad*

Niveles de peligro		
Nivel de peligro	Rango	
Peligro muy alto	0.256	≤P≤ 0.492
Peligro alto	0.141	≤P≤ 0.256
Peligro medio	0.074	≤P≤ 0.141
Peligro bajo	0.038	≤P≤ 0.074

Nota: Elaboración propia

3.9.4.1.4 Estratificación del nivel de Peligro

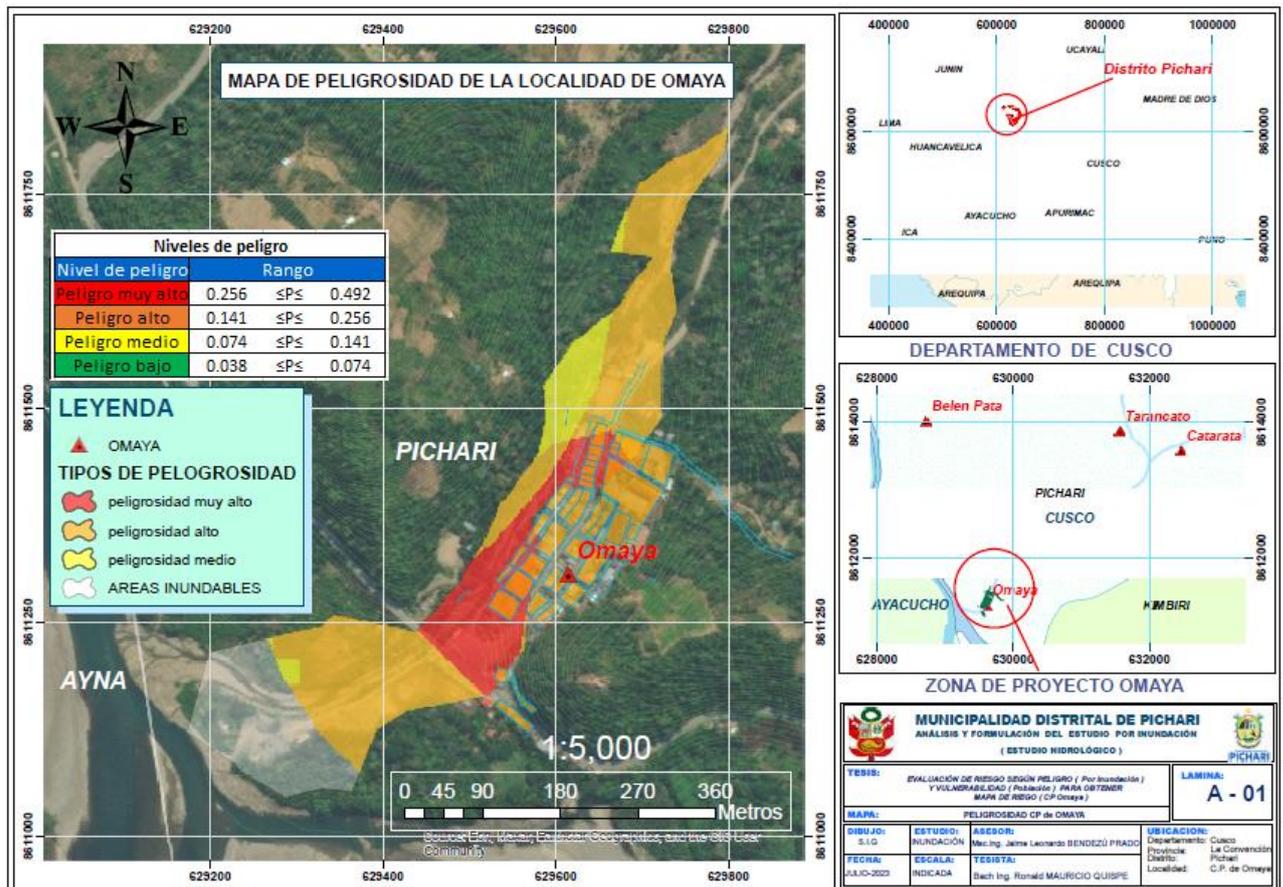
Tabla 26*Estratificación del nivel de Peligro*

Estratificación de nivel de peligro		
Nivel de peligro	Descripción	Rango
Peligro muy alto	Inundación para tiempos de retorno de 25 a 50 años, Nivel de precipitación máxima 24 hr para período de retorno de 100 años de 145 - 146.5 mm, se encuentra geomorfológicamente en cauce natural del río, geológicamente se encuentra en el depósito fluvial, con una pendiente entre 0° y 4°.	0.256 ≤P≤ 0.492
Peligro alto	Inundación para tiempos de retorno de 50 a 100 años, Nivel de precipitación máxima 24 hr para período de retorno de 100 años de 143 - 145 mm, se encuentra geomorfológicamente en Terraza Aluvial, geológicamente se encuentra en Depósitos Aluviales, con una pendiente entre 4° y 8°.	0.141 ≤P≤ 0.256
Peligro medio	Inundación para tiempos de retorno de 100 a 200 años, Nivel de precipitación máxima 24 hr para período de retorno de 100 años de 141 - 143 mm, se encuentra geomorfológicamente en Vertiente o Piedemonte Coluvio- Deluvial, geológicamente se encuentra en Depósitos Eluviales, con una pendiente entre 8° y 12°.	0.074 ≤P≤ 0.141
Peligro bajo	Inundación para tiempos de retorno de 200 a 500 años, Nivel de precipitación máxima 24 hr para período de retorno de 100 años de 135 - 141 mm y 130.5 - 135 mm, se encuentra geomorfológicamente en Vertiente o Piedemonte Aluvial y Montaña en Roca Sedimentaria, geológicamente se encuentra en Grupo Cabanillas y Fm. La Merced, con una pendiente entre 12° a más.	0.038 ≤P≤ 0.074

Nota: Elaboración propia

Tabla 27

Mapa de Peligrosidad



Nota: Elaboración propia

3.9.5 Estimación de la vulnerabilidad

Emplearemos el mismo enfoque de Análisis de Proceso Jerárquico utilizado para cuantificar el Peligro. Antes de estimar la vulnerabilidad, se llevará a cabo la cuantificación de los elementos expuestos.

3.9.5.1 Normalización de las dimensiones

Tabla 28

Normalización de dimensión social, económico y ambiental

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN VULNERABILIDAD														
Matriz de comparación de pares														
SOCIAL	Social	Económico	Ambiental											
Social	1.00	2.00	4.00											
Económico	0.50	1.00	3.00											
Ambiental	0.25	0.33	1.00											
SUMA	1.75	3.33	8.00											
1/SUMA	0.57	0.30	0.13											
Matriz de Normalización														
SOCIAL	Social	Económico	Ambiental	Vector priorización	%									
Social	0.57	0.60	0.50	0.557	55.71%									
Económico	0.29	0.30	0.38	0.320	32.02%									
Ambiental	0.14	0.10	0.13	0.123	12.26%									
				1.00	100.00%									
Vector suma ponderado														
Resultados de la operación de matrices			Vector suma ponderada	Vector Suma Ponderado / Vector										
0.557	0.640	0.490	1.688	3.030										
0.279	0.320	0.368	0.967	3.019										
0.139	0.107	0.123	0.369	3.006										
			Suma	9.055										
			Promedio	3.018										
INDICE DE CONSISTENCIA (IC)														
IC = (promedio (Vector Suma Ponderado / Vector) - n)/(n - 1)														
IC = 0.009														
INDICE ALEATORIO														
n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595
RELACION DE CONSISTENCIA														
RC = IC/IA RC = 0.017 < 0.1 OK														
IC =	0.009	Relacion de consistencia RC obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro de precipitación anómala												
RC =	0.017													

Nota: Elaboración propia

3.9.5.2 Normalización de los factores

Tabla 29

Vector de priorización de factores de dimensión

SOCIAL		ECONÓMICO		AMBIENTAL	
Factores utilizados en la Dimensión Social		Factores utilizados en la Dimensión Económica		Factores utilizados en la Dimensión Ambiental	
Dimensión Social	Vector Priorización	Dimensión Económica	Vector Priorización	Dimensión Ambiental	Vector Priorización
Fragilidad	0.5	Fragilidad	0.6	Fragilidad	0.5
Resiliencia	0.5	Resiliencia	0.4	Resiliencia	0.5
SUMA	1.0	SUMA	1.0	SUMA	1.0

Nota: Elaboración propia

3.9.5.3 Normalización de los parámetros

Tabla 30

Vector de priorización de los parámetros empleado en el factor fragilidad

FRAGILIDAD	
Fragilidad Social	Vector Priorización
Grupo etáreo	0.4
Cercanía de la vivienda a la zona de peligro	0.6
SUMA	1.0

Nota: Elaboración propia

Tabla 31

Normalización de parámetros empleado en el factor resiliencia de dimensión social

RISILENCIA														
Matriz de comparación de pares														
Resiliencia Social	Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad.	Capacitación en temas de Gestión de Riesgos por parte de sus autoridades.	Interés de participar en campañas de prevención del riesgo.											
Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad.	1.00	2.00	4.00											
Capacitación en temas de Gestión de Riesgos por parte de sus autoridades.	0.50	1.00	3.00											
Interés de participar en campañas de prevención del riesgo.	0.25	0.33	1.00											
SUMA	1.75	3.33	8.00											
1/SUMA	0.57	0.30	0.13											
Matriz de Normalización de pares del factor Resiliencia Social														
Resiliencia Social	Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad.	Capacitación en temas de Gestión de Riesgos por parte de sus autoridades.	Interés de participar en campañas de prevención del riesgo.	Vector priorización	%									
Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad.	0.571	0.600	0.500	0.557	55.71%									
Capacitación en temas de Gestión de Riesgos por parte de sus autoridades.	0.286	0.300	0.375	0.320	32.02%									
Interés de participar en campañas de prevención del riesgo.	0.143	0.100	0.125	0.123	12.26%									
				1.00	100.00%									
Vector suma ponderado														
Resultados de la operación de matrices			Vector suma ponderada	Vector Suma Ponderado / Vector										
0.557	0.640	0.490	1.688	3.030										
0.279	0.320	0.368	0.967	3.019										
0.139	0.107	0.123	0.369	3.006										
			Suma	9.055										
			Promedio	3.018										
INDICE DE CONSISTENCIA (IC)														
IC = $(\text{promedio}(\text{Vector Suma Ponderado} / \text{Vector}) - n) / (n - 1)$														
IC = 0.009														
INDICE ALEATORIO														
n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595
RELACION DE CONSISTENCIA														
RC = IC/IA RC = 0.017 < 0.1 OK														
IC =	0.009													
RC =	0.017													
Relacion de consistencia RC obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro de precipitación anómala														

Nota: Elaboración propia

Tabla 32

Normalización de parámetros empleados en el factor fragilidad de dimensión

Económica

FRAGILIDAD														
Matriz de comparación de pares del factor Fragilidad de la Dimensión Económica														
Resiliencia Social	Material predominante - pared	Material predominante - techo	Estado de conservación de la vivienda											
Material predominante - pared	1.00	2.00	4.00											
Material predominante - techo	0.50	1.00	3.00											
Estado de conservación de la vivienda	0.25	0.33	1.00											
SUMA	1.75	3.33	8.00											
1/SUMA	0.57	0.30	0.13											
Matriz de Normalización de pares del factor Fragilidad de la Dimensión Económica														
Resiliencia Social	Material predominante - pared	Material predominante - techo	Estado de conservación de la vivienda	Vector priorización	%									
Material predominante - pared	0.571	0.600	0.500	0.557	55.71%									
Material predominante - techo	0.286	0.300	0.375	0.320	32.02%									
Estado de conservación de la vivienda	0.143	0.100	0.125	0.123	12.26%									
				1.00	100.00%									
Vector suma ponderado														
Resultados de la operación de matrices				Vector suma ponderada	Vector Suma Ponderado / Vector									
	0.557	0.640	0.490	1.688	3.030									
	0.279	0.320	0.368	0.967	3.019									
	0.139	0.107	0.123	0.369	3.006									
				Suma	9.055									
				Promedio	3.018									
INDICE DE CONSISTENCIA (IC)														
IC = (promedio (Vector Suma Ponderado / Vector) - n)/(n - 1)														
IC = 0.009														
INDICE ALEATORIO														
n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595
RELACION DE CONSISTENCIA														
RC = IC/IA RC = 0.017 < 0.1 OK														
IC =	0.009													
RC =	0.017													
Relacion de consistencia RC obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro de precipitación anómala														

Nota: Elaboración propia

Tabla 33

Vector de priorización de parámetros empleados en factor resiliencia de la dimensión económico

RESILIENCIA	
Resiliencia Económica	Vector Priorización
Ocupación principal (jefe de hogar)	0.5
Organización comunitaria	0.5
SUMA	1.0

Nota: Elaboración propia

Tabla 34

Vector de priorización de parámetros empleados en factor fragilidad de dimensión ambiental

FRAGILIDAD	
Fragilidad Ambiental	Vector Priorización
Manejo y disposición de residuos sólidos	1.0
SUMA	1.0

Nota: Elaboración propia

Tabla 35

Vector de priorización de los empleados utilizados en factor resiliencia de dimensión Ambiental

RESILIENCIA	
Resiliencia Ambiental	Vector Priorización
Conocimiento de reciclaje	1.0
SUMA	1.0

Nota: Elaboración propia

3.9.5.1 Normalización de los descriptores

Tabla 36

Procedimiento de Matriz de normalización del descriptor grupo etario, del factor fragilidad de la dimensión social

FRAGILIDAD														
Matriz de Comparación de pares del parámetro Grupo Etáreo														
Grupo etáreo	0 a 5 años y mayor a 65 años	De 6 a 12 años y de 61 a 65 años	De 13 a 15 años y de 51 a 60 años	De 16 a 30 años	De 31 a 50 años									
0 a 5 años y mayor a 65 años	1.00	2.00	5.00	6.00	7.00									
De 6 a 12 años y de 61 a 65 años	0.50	1.00	3.00	4.00	6.00									
De 13 a 15 años y de 51 a 60 años	0.20	0.33	1.00	2.00	4.00									
De 16 a 30 años	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00									
De 31 a 50 años	0.14	0.17	0.25	0.50	1.00									
SUMA	2.01	3.75	9.75	13.50	20.00									
1/SUMA	0.50	0.27	0.10	0.07	0.05									
Matriz de Normalización de pares del parámetro Tipo de Discapacidad														
Grupo etáreo	0 a 5 años y mayor a 65 años	De 6 a 12 años y de 61 a 65 años	De 13 a 15 años y de 51 a 60 años	De 16 a 30 años	De 31 a 50 años	Vector priorización	%							
0 a 5 años y mayor a 65 años	0.498	0.533	0.513	0.444	0.350	0.468	46.76%							
De 6 a 12 años y de 61 a 65 años	0.249	0.267	0.308	0.296	0.300	0.284	28.39%							
De 13 a 15 años y de 51 a 60 años	0.100	0.089	0.103	0.148	0.200	0.128	12.78%							
De 16 a 30 años	0.083	0.067	0.051	0.074	0.100	0.075	7.50%							
De 31 a 50 años	0.071	0.044	0.026	0.037	0.050	0.046	4.56%							
						1.00	100.00%							
Vector suma ponderado														
Resultados de la operación de matrices					Vector suma ponderada	Vector Suma Ponderado / Vector								
0.468	0.568	0.639	0.450	0.319	2.444	5.226								
0.234	0.284	0.383	0.300	0.274	1.475	5.196								
0.094	0.095	0.128	0.150	0.183	0.649	5.074								
0.078	0.071	0.064	0.075	0.091	0.379	5.055								
0.067	0.047	0.032	0.037	0.046	0.229	5.022								
					Suma	25.573								
					Promedio	5.115								
INDICE DE CONSISTENCIA (IC)														
IC = (promedio (Vector Suma Ponderado / Vector) - n)/(n - 1)														
IC = 0.029														
INDICE ALEATORIO														
n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595
RELACION DE CONSISTENCIA														
RC = IC/IA RC = 0.026 < 0.1 OK														
IC =	0.029	Relacion de consistencia RC obtenido del proceso de análisis jeráquico para el parámetro de precipitación anómala												
RC =	0.026													

Nota: Elaboración propia

Tabla 37

Procedimiento de Matriz de normalización del descriptor cercanía de la vivienda, del factor fragilidad de la dimensión social

FRAGILIDAD														
Matriz de Comparación de pares del parámetro Cercanía de la vivienda a la zona de peligro														
Cercanía de la vivienda a la zona de peligro	Menor a 30 m. de la zona de peligro	Entre 30 a 50 m. de la zona de peligro	Entre 50 a 100 m. de la zona de peligro	Entre 100 a 200 m. de la zona de peligro	Mayor a 200 m. de la zona de peligro									
Menor a 30 m. de la zona de peligro	1.00	2.00	5.00	6.00	9.00									
Entre 30 a 50 m. de la zona de peligro	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00									
Entre 50 a 100 m. de la zona de peligro	0.20	0.33	1.00	2.00	4.00									
Entre 100 a 200 m. de la zona de peligro	0.17	0.20	0.50	1.00	2.00									
Mayor a 200 m. de la zona de peligro	0.11	0.14	0.25	0.50	1.00									
SUMA	1.98	3.68	9.75	14.50	23.00									
1/SUMA	0.51	0.27	0.10	0.07	0.04									
Matriz de Normalización de pares del parámetro Cercanía de la vivienda a la zona de peligro														
Cercanía de la vivienda a la zona de peligro	Menor a 30 m. de la zona de peligro	Entre 30 a 50 m. de la zona de peligro	Entre 50 a 100 m. de la zona de peligro	Entre 100 a 200 m. de la zona de peligro	Mayor a 200 m. de la zona de peligro	Vector priorización	%							
Menor a 30 m. de la zona de peligro	0.506	0.544	0.513	0.414	0.391	0.474	47.35%							
Entre 30 a 50 m. de la zona de peligro	0.253	0.272	0.308	0.345	0.304	0.296	29.63%							
Entre 50 a 100 m. de la zona de peligro	0.101	0.091	0.103	0.138	0.174	0.121	12.12%							
Entre 100 a 200 m. de la zona de peligro	0.084	0.054	0.051	0.069	0.087	0.069	6.92%							
Mayor a 200 m. de la zona de peligro	0.056	0.039	0.026	0.034	0.043	0.040	3.97%							
						1.00	100.00%							
Vector suma ponderado														
Resultados de la operación de matrices						Vector suma ponderada	Vector Suma Ponderado / Vector							
0.474	0.593	0.606	0.415	0.358	2.445	5.164								
0.237	0.296	0.364	0.346	0.278	1.521	5.132								
0.095	0.099	0.121	0.138	0.159	0.612	5.048								
0.079	0.059	0.061	0.069	0.079	0.347	5.023								
0.053	0.042	0.030	0.035	0.040	0.200	5.023								
					Suma	25.389								
					Promedio	5.078								
INDICE DE CONSISTENCIA (IC)														
IC = (promedio (Vector Suma Ponderado / Vector) - n)/(n - 1)														
IC = 0.019														
INDICE ALEATORIO														
n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595
RELACION DE CONSISTENCIA														
RC = IC/IA RC = 0.017 < 0.1 OK														
IC =	0.019													
RC =	0.017													
Relacion de consistencia RC obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro de precipitación anómala														

Nota: Elaboración propia

Tabla 38

Procedimiento de Matriz de normalización del descriptor Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres, del factor resiliencia de dimensión social

RISILENCIA														
Matriz de Comparación de pares del parámetro Cercanía de la vivienda a la zona de peligro														
Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad.	No conoce	Escaso conocimiento	Poco conocimiento	Regular conocimiento	Conocimiento amplio									
No conoce	1.00	3.00	5.00	6.00	8.00									
Escaso conocimiento	0.33	1.00	2.00	5.00	7.00									
Poco conocimiento	0.20	0.50	1.00	3.00	6.00									
Regular conocimiento	0.17	0.20	0.33	1.00	2.00									
Conocimiento amplio	0.13	0.14	0.17	0.50	1.00									
SUMA	1.83	4.84	8.50	15.50	24.00									
1/SUMA	0.55	0.21	0.12	0.06	0.04									
Matriz de Normalización de pares del parámetro Cercanía de la vivienda a la zona de peligro														
Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad.	No conoce	Escaso conocimiento	Poco conocimiento	Regular conocimiento	Conocimiento amplio	Vector priorización	%							
No conoce	0.548	0.619	0.588	0.387	0.333	0.495	49.52%							
Escaso conocimiento	0.183	0.206	0.235	0.323	0.292	0.248	24.77%							
Poco conocimiento	0.110	0.103	0.118	0.194	0.250	0.155	15.48%							
Regular conocimiento	0.091	0.041	0.039	0.065	0.083	0.064	6.39%							
Conocimiento amplio	0.068	0.029	0.020	0.032	0.042	0.038	3.83%							
						1.00	100.00%							
Vector suma ponderado														
Resultados de la operación de matrices					Vector suma ponderada	Vector Suma Ponderado / Vector								
0.495	0.743	0.774	0.384	0.306	2.703	5.457								
0.165	0.248	0.310	0.320	0.268	1.310	5.289								
0.099	0.124	0.155	0.192	0.230	0.799	5.164								
0.083	0.050	0.052	0.064	0.077	0.324	5.071								
0.062	0.035	0.026	0.032	0.038	0.193	5.048								
					Suma	26.029								
					Promedio	5.206								
INDICE DE CONSISTENCIA (IC)														
IC = $(\text{promedio (Vector Suma Ponderado / Vector)} - n) / (n - 1)$														
IC = 0.051														
INDICE ALEATORIO														
n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595
RELACION DE CONSISTENCIA														
RC = IC/IA RC = 0.046 < 0.1 OK														
IC =	0.051													
RC =	0.046													
Relacion de consistencia RC obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro de precipitación anómala														

Nota: Elaboración propia

Tabla 39

Procedimiento de Matriz de normalización del descriptor Capacitación en temas de Gestión de Riesgos, del factor resiliencia de dimensión social

RISILENCIA														
Matriz de Comparación de pares del parámetro Cercanía de la vivienda a la zona de peligro														
Capacitación en temas de Gestión de Riesgos por parte de sus autoridades.	Nunca	Cada 5 años	Cada 3 años	Cada 2 años	Una (1) vez por año									
Nunca	1.00	2.00	5.00	7.00	8.00									
Cada 5 años	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00									
Cada 3 años	0.20	0.50	1.00	2.00	5.00									
Cada 2 años	0.14	0.20	0.50	1.00	2.00									
Una (1) vez por año	0.13	0.14	0.20	0.50	1.00									
SUMA	1.97	3.84	8.70	15.50	23.00									
1/SUMA	0.51	0.26	0.11	0.06	0.04									
Matriz de Normalización de pares del parámetro Cercanía de la vivienda a la zona de peligro														
Capacitación en temas de Gestión de Riesgos por parte de sus autoridades.	Nunca	Cada 5 años	Cada 3 años	Cada 2 años	Una (1) vez por año	Vector priorización	%							
Nunca	0.508	0.520	0.575	0.452	0.348	0.481	48.06%							
Cada 5 años	0.254	0.260	0.230	0.323	0.304	0.274	27.42%							
Cada 3 años	0.102	0.130	0.115	0.129	0.217	0.139	13.86%							
Cada 2 años	0.073	0.052	0.057	0.065	0.087	0.067	6.67%							
Una (1) vez por año	0.064	0.037	0.023	0.032	0.043	0.040	3.99%							
						1.00	100.00%							
Vector suma ponderado														
Resultados de la operación de matrices						Vector suma ponderada	Vector Suma Ponderado / Vector							
0.481	0.548	0.693	0.467	0.319	2.508	5.219								
0.240	0.274	0.277	0.334	0.279	1.405	5.122								
0.096	0.137	0.139	0.133	0.199	0.705	5.084								
0.069	0.055	0.069	0.067	0.080	0.339	5.086								
0.060	0.039	0.028	0.033	0.040	0.200	5.020								
						Suma	25.530							
						Promedio	5.106							
INDICE DE CONSISTENCIA (IC)														
IC = $(\text{promedio (Vector Suma Ponderado / Vector)} - n) / (n - 1)$														
IC = 0.027														
INDICE ALEATORIO														
n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595
RELACION DE CONSISTENCIA														
RC = IC/IA RC = 0.024 < 0.1 OK														
IC =	0.027													
RC =	0.024													
Relacion de consistencia RC obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro de precipitación anómala														

Nota: Elaboración propia

Tabla 40

Procedimiento de Matriz de normalización del descriptor Interés de participar en campañas de prevención del riesgo, del factor resiliencia de dimensión social

RISILENCIA														
Matriz de Comparación de pares del parámetro Cercanía de la vivienda a la zona de peligro														
Interés de participar en campañas de prevención del riesgo.	No muestra interes	Muestra interes de vez en cuando	Actua si hay incentivos	Me gusta participar	Siempre estoy atento para participar									
No muestra interes	1.00	3.00	4.00	7.00	8.00									
Muestra interes de vez en cuando	0.33	1.00	2.00	4.00	6.00									
Actua si hay incentivos	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00									
Me gusta participar	0.14	0.25	0.50	1.00	3.00									
Siempre estoy atento para participar	0.13	0.17	0.25	0.33	1.00									
SUMA	1.85	4.92	7.75	14.33	22.00									
1/SUMA	0.54	0.20	0.13	0.07	0.05									
Matriz de Normalización de pares del parámetro Cercanía de la vivienda a la zona de peligro														
Interés de participar en campañas de prevención del riesgo.	No muestra interes	Muestra interes de vez en cuando	Actua si hay incentivos	Me gusta participar	Siempre estoy atento para participar	Vector priorización	%							
No muestra interes	0.540	0.610	0.516	0.488	0.364	0.504	50.37%							
Muestra interes de vez en cuando	0.180	0.203	0.258	0.279	0.273	0.239	23.87%							
Actua si hay incentivos	0.135	0.102	0.129	0.140	0.182	0.137	13.74%							
Me gusta participar	0.077	0.051	0.065	0.070	0.136	0.080	7.97%							
Siempre estoy atento para participar	0.068	0.034	0.032	0.023	0.045	0.040	4.05%							
						1.00	100.00%							
Vector suma ponderado														
Resultados de la operación de matrices					Vector suma ponderada	Vector Suma Ponderado / Vector								
0.504	0.716	0.550	0.558	0.324	2.651	5.264								
0.168	0.239	0.275	0.319	0.243	1.243	5.209								
0.126	0.119	0.137	0.159	0.162	0.704	5.123								
0.072	0.060	0.069	0.080	0.121	0.402	5.036								
0.063	0.040	0.034	0.027	0.040	0.204	5.044								
					Suma	25.675								
					Promedio	5.135								
INDICE DE CONSISTENCIA (IC)														
IC = (promedio (Vector Suma Ponderado / Vector) - n)/(n - 1)														
IC = 0.034														
INDICE ALEATORIO														
n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595
RELACION DE CONSISTENCIA														
RC = IC/IA						RC = 0.030	< 0.1 OK							
IC =	0.034					Relacion de consistencia RC obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro de precipitación anómala								
RC =	0.030													

Nota: Elaboración propia

Tabla 41

Procedimiento de Matriz de normalización del Material predominante Pared, del factor fragilidad de dimensión Económica

FRAGILIDAD															
Matriz de Comparación de pares del parámetro Material predominante - pared															
Material predominante - pared	Triplay	Madera	Adobe	Piedra	Ladrillo y/o bloqueta de cemento										
Triplay	1.00	2.00	4.00	7.00	8.00										
Madera	0.50	1.00	2.00	5.00	6.00										
Adobe	0.25	0.50	1.00	3.00	7.00										
Piedra	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00										
Ladrillo y/o bloqueta de cemento	0.13	0.17	0.14	0.33	1.00										
SUMA	2.02	3.87	7.48	16.33	25.00										
1/SUMA	0.50	0.26	0.13	0.06	0.04										
Matriz de Normalización de pares del parámetro Material predominante - pared															
Material predominante - pared	Triplay	Madera	Adobe	Piedra	Ladrillo y/o bloqueta de cemento	Vector priorización	%								
Triplay	0.496	0.517	0.535	0.429	0.320	0.459	45.93%								
Madera	0.248	0.259	0.268	0.306	0.240	0.264	26.40%								
Adobe	0.124	0.129	0.134	0.184	0.280	0.170	17.01%								
Piedra	0.071	0.052	0.045	0.061	0.120	0.070	6.97%								
Ladrillo y/o bloqueta de cemento	0.062	0.043	0.019	0.020	0.040	0.037	3.69%								
						1.00	100.00%								
Vector suma ponderado															
Resultados de la operación de matrices					Vector suma ponderada	Vector Suma Ponderado / Vector									
0.459	0.528	0.681	0.488	0.295	2.451	5.336									
0.230	0.264	0.340	0.348	0.221	1.404	5.317									
0.115	0.132	0.170	0.209	0.258	0.884	5.198									
0.066	0.053	0.057	0.070	0.111	0.356	5.103									
0.057	0.044	0.024	0.023	0.037	0.186	5.035									
					Suma	25.989									
					Promedio	5.198									
INDICE DE CONSISTENCIA (IC)															
IC = (promedio (Vector Suma Ponderado / Vector) - n)/(n - 1)															
IC = 0.049															
INDICE ALEATORIO															
n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595	
RELACION DE CONSISTENCIA															
RC = IC/IA RC = 0.044 < 0.1 OK															
IC =	0.049							Relacion de consistencia RC obtenido del proceso de análisis							
RC =	0.044							jerárquico para el parámetro de precipitación anómala							

Nota: Elaboración propia

Tabla 42

Procedimiento de Matriz de normalización del Material predominante techo, del factor fragilidad de dimensión Económica

FRAGILIDAD														
Matriz de Comparación de pares del parámetro Material predominante - techo														
Material predominante - techo	Otro material	Estera y/o paja	Madera o caña	Calamina y/o tejas	Losa de concreto									
Otro material	1.00	2.00	4.00	7.00	8.00									
Estera y/o paja	0.50	1.00	2.00	4.00	9.00									
Madera o caña	0.25	0.50	1.00	3.00	4.00									
Calamina y/o tejas	0.14	0.25	0.33	1.00	5.00									
Losa de concreto	0.13	0.11	0.25	0.20	1.00									
SUMA	2.02	3.86	7.58	15.20	27.00									
1/SUMA	0.50	0.26	0.13	0.07	0.04									
Matriz de Normalización de pares del parámetro Material predominante - techo														
Material predominante - techo	Otro material	Estera y/o paja	Madera o caña	Calamina y/o tejas	Losa de concreto	Vector priorización	%							
Otro material	0.496	0.518	0.527	0.461	0.296	0.460	45.96%							
Estera y/o paja	0.248	0.259	0.264	0.263	0.333	0.273	27.34%							
Madera o caña	0.124	0.129	0.132	0.197	0.148	0.146	14.62%							
Calamina y/o tejas	0.071	0.065	0.044	0.066	0.185	0.086	8.61%							
Losa de concreto	0.062	0.029	0.033	0.013	0.037	0.035	3.48%							
						1.00	100.00%							
Vector suma ponderado														
Resultados de la operación de matrices					Vector suma ponderada	Vector Suma Ponderado / Vector								
0.460	0.547	0.585	0.603	0.278	2.472	5.379								
0.230	0.273	0.292	0.344	0.313	1.453	5.314								
0.115	0.137	0.146	0.258	0.139	0.795	5.440								
0.066	0.068	0.049	0.086	0.174	0.443	5.142								
0.057	0.030	0.037	0.017	0.035	0.176	5.071								
					Suma	26.346								
					Promedio	5.269								
INDICE DE CONSISTENCIA (IC)														
IC = (promedio (Vector Suma Ponderado / Vector) - n)/(n - 1)														
IC = 0.067														
INDICE ALEATORIO														
n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595
RELACION DE CONSISTENCIA														
RC = IC/IA						RC = 0.060	< 0.1 OK							
IC =	0.067					Relacion de consistencia RC obtenido del proceso de análisis jeráquico para el parámetro de precipitación anómala								
RC =	0.060													

Nota: Elaboración propia

Tabla 43

Procedimiento de Matriz de normalización del Estado de conservación de la vivienda, del factor fragilidad de dimensión Económica

FRAGILIDAD														
Matriz de Comparación de pares del parámetro Material predominante - techo														
Estado de conservación de la vivienda	Deteriodado	En proceso de deterioro	Con refacciones	Regular estado	Buen Estado									
Deteriodado	1.00	2.00	4.00	6.00	9.00									
En proceso de deterioro	0.50	1.00	3.00	4.00	6.00									
Con refacciones	0.25	0.33	1.00	3.00	5.00									
Regular estado	0.17	0.25	0.33	1.00	3.00									
Buen Estado	0.11	0.17	0.20	0.33	1.00									
SUMA	2.03	3.75	8.53	14.33	24.00									
1/SUMA	0.49	0.27	0.12	0.07	0.04									
Matriz de Normalización de pares del parámetro Material predominante - techo														
Estado de conservación de la vivienda	Deteriodado	En proceso de deterioro	Con refacciones	Regular estado	Buen Estado	Vector priorización	%							
Deteriodado	0.493	0.533	0.469	0.419	0.375	0.458	45.78%							
En proceso de deterioro	0.247	0.267	0.352	0.279	0.250	0.279	27.88%							
Con refacciones	0.123	0.089	0.117	0.209	0.208	0.149	14.94%							
Regular estado	0.082	0.067	0.039	0.070	0.125	0.077	7.65%							
Buen Estado	0.055	0.044	0.023	0.023	0.042	0.038	3.75%							
						1.00	100.00%							
Vector suma ponderado														
Resultados de la operación de matrices					Vector suma ponderada	Vector Suma Ponderado / Vector								
0.458	0.558	0.598	0.459	0.338	2.410	5.264								
0.229	0.279	0.448	0.306	0.225	1.487	5.335								
0.114	0.093	0.149	0.230	0.188	0.774	5.181								
0.076	0.070	0.050	0.077	0.113	0.385	5.029								
0.051	0.046	0.030	0.026	0.038	0.190	5.070								
					Suma	25.878								
					Promedio	5.176								
INDICE DE CONSISTENCIA (IC)														
IC =						$(\text{promedio (Vector Suma Ponderado / Vector)} - n)/(n - 1)$								
IC =						0.044								
INDICE ALEATORIO														
n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595
RELACION DE CONSISTENCIA														
RC =						IC/IA	RC = 0.039 < 0.1 OK							
IC =		0.044		Relacion de consistencia RC obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro de precipitación anómala										
RC =		0.039												

Nota: Elaboración propia

Tabla 44

Procedimiento de Matriz de normalización de ocupación principal, del factor resiliencia de dimensión Económica.

RISILENCIA														
Matriz de Comparación de pares del parámetro Cercanía de la vivienda a la zona de peligro														
Ocupación principal (jefe de hogar)	Trabajador familiar no remunerado	Obrero / peon	Agricultor	Empleado / Trabajador independiente	Empleador									
Trabajador familiar no remunerado	1.00	3.00	5.00	8.00	9.00									
Obrero / peon	0.33	1.00	3.00	4.00	7.00									
Agricultor	0.20	0.33	1.00	3.00	6.00									
Empleado / Trabajador independiente	0.13	0.25	0.33	1.00	3.00									
Empleador	0.11	0.14	0.17	0.33	1.00									
SUMA	1.77	4.73	9.50	16.33	26.00									
1/SUMA	0.57	0.21	0.11	0.06	0.04									
Matriz de Normalización de pares del parámetro Cercanía de la vivienda a la zona de peligro														
Ocupación principal (jefe de hogar)	Trabajador familiar no remunerado	Obrero / peon	Agricultor	Empleado / Trabajador independiente	Empleador	Vector priorización	%							
Trabajador familiar no remunerado	0.565	0.635	0.526	0.490	0.346	0.512	51.24%							
Obrero / peon	0.188	0.212	0.316	0.245	0.269	0.246	24.60%							
Agricultor	0.113	0.071	0.105	0.184	0.231	0.141	14.07%							
Empleado / Trabajador independiente	0.071	0.053	0.035	0.061	0.115	0.067	6.70%							
Empleador	0.063	0.030	0.018	0.020	0.038	0.034	3.39%							
						1.00	100.00%							
Vector suma ponderado														
Resultados de la operación de matrices					Vector suma ponderada	Vector Suma Ponderado / Vector								
0.512	0.738	0.703	0.536	0.305	2.795	5.454								
0.171	0.246	0.422	0.268	0.237	1.344	5.465								
0.102	0.082	0.141	0.201	0.203	0.730	5.187								
0.064	0.061	0.047	0.067	0.102	0.341	5.088								
0.057	0.035	0.023	0.022	0.034	0.172	5.068								
					Suma	26.263								
					Promedio	5.253								
INDICE DE CONSISTENCIA (IC)														
IC =						$(\text{promedio (Vector Suma Ponderado / Vector)} - n) / (n - 1)$								
IC =						0.063								
INDICE ALEATORIO														
n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595
RELACION DE CONSISTENCIA														
RC =						IC/IA	RC = 0.057 < 0.1 OK							
IC =		0.063		Relacion de consistencia RC obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro de precipitación anómala										
RC =		0.057												

Nota: Elaboración propia

Tabla 45

Procedimiento de Matriz de normalización del Organización comunitaria, del factor resiliencia de dimensión Económica

RISILENCIA														
Matriz de Comparación de pares del parámetro Cercanía de la vivienda a la zona de peligro														
Organización comunitaria	No le interesa	Le interesa participar en las brigadas de emergencia	Conoce las rutas de evacuación	Tiene brigadas de emergencia	Tiene brigadas de emergencia y participa									
No le interesa	1.00	2.00	4.00	8.00	9.00									
Le interesa participar en las brigadas de emergencia	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00									
Conoce las rutas de evacuación	0.25	0.50	1.00	3.00	6.00									
Tiene brigadas de emergencia	0.13	0.33	0.33	1.00	3.00									
Tiene brigadas de emergencia y participa	0.11	0.20	0.17	0.33	1.00									
SUMA	1.99	4.03	7.50	15.33	24.00									
1/SUMA	0.50	0.25	0.13	0.07	0.04									
Matriz de Normalización de pares del parámetro Cercanía de la vivienda a la zona de peligro														
Organización comunitaria	No le interesa	Le interesa participar en las brigadas de emergencia	Conoce las rutas de evacuación	Tiene brigadas de emergencia	Tiene brigadas de emergencia y participa	Vector priorización	%							
No le interesa	0.503	0.496	0.533	0.522	0.375	0.486	48.59%							
Le interesa participar en las brigadas de emergencia	0.252	0.248	0.267	0.196	0.208	0.234	23.41%							
Conoce las rutas de evacuación	0.126	0.124	0.133	0.196	0.250	0.166	16.58%							
Tiene brigadas de emergencia	0.063	0.083	0.044	0.065	0.125	0.076	7.60%							
Tiene brigadas de emergencia y participa	0.056	0.050	0.022	0.022	0.042	0.038	3.82%							
						1.00	100.00%							
Vector suma ponderado														
Resultados de la operación de matrices					Vector suma ponderada	Vector Suma Ponderado / Vector								
0.486	0.468	0.663	0.608	0.344	2.570	5.288								
0.243	0.234	0.332	0.228	0.191	1.228	5.246								
0.121	0.117	0.166	0.228	0.229	0.862	5.199								
0.061	0.078	0.055	0.076	0.115	0.385	5.059								
0.054	0.047	0.028	0.025	0.038	0.192	5.022								
					Suma	25.815								
					Promedio	5.163								
INDICE DE CONSISTENCIA (IC)														
IC =						$(\text{promedio (Vector Suma Ponderado / Vector)} - n) / (n - 1)$								
IC =						0.041								
INDICE ALEATORIO														
n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595
RELACION DE CONSISTENCIA														
RC =		IC/IA		RC =		0.037		<		0.1		OK		
IC =		0.041		Relacion de consistencia RC obtenido del proceso de análisis										
RC =		0.037		jerárquico para el parámetro de precipitación anómala										

Nota: Elaboración propia

Tabla 46

Procedimiento de Matriz de normalización del Manejo y disposición de residuos sólidos, del factor fragilidad de dimensión Ambiental

FRAGILIDAD														
Matriz de Comparación de pares del parámetro Manejo y disposición de residuos sólidos														
Manejo y disposición de residuos sólidos	Sin recojo de residuos solidos	Botadero en el cauce de la quebrada	Recojo con motofurgon (reciclador)	Recojo municipal (compactadora)	No genera (no botan)									
Sin recojo de residuos solidos	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00									
Botadero en el cauce de la quebrada	0.50	1.00	2.00	5.00	6.00									
Recojo con motofurgon (reciclador)	0.33	0.50	1.00	3.00	4.00									
Recojo municipal (compactadora)	0.20	0.20	0.33	1.00	2.00									
No genera (no botan)	0.14	0.17	0.25	0.50	1.00									
SUMA	2.18	3.87	6.58	14.50	20.00									
1/SUMA	0.46	0.26	0.15	0.07	0.05									
Matriz de Normalización de pares del parámetro Manejo y disposición de residuos sólidos														
Manejo y disposición de residuos sólidos	Sin recojo de residuos solidos	Botadero en el cauce de la quebrada	Recojo con motofurgon (reciclador)	Recojo municipal (compactadora)	No genera (no botan)	Vector priorización	%							
Sin recojo de residuos solidos	0.460	0.517	0.456	0.345	0.350	0.425	42.55%							
Botadero en el cauce de la quebrada	0.230	0.259	0.304	0.345	0.300	0.287	28.74%							
Recojo con motofurgon (reciclador)	0.153	0.129	0.152	0.207	0.200	0.168	16.83%							
Recojo municipal (compactadora)	0.092	0.052	0.051	0.069	0.100	0.073	7.26%							
No genera (no botan)	0.066	0.043	0.038	0.034	0.050	0.046	4.62%							
						1.00	100.00%							
Vector suma ponderado														
Resultados de la operación de matrices					Vector suma ponderada	Vector Suma Ponderado / Vector								
0.425	0.575	0.505	0.363	0.324	2.192	5.152								
0.213	0.287	0.337	0.363	0.277	1.477	5.140								
0.142	0.144	0.168	0.218	0.185	0.857	5.092								
0.085	0.057	0.056	0.073	0.092	0.364	5.008								
0.061	0.048	0.042	0.036	0.046	0.233	5.045								
					Suma	25.437								
					Promedio	5.087								
INDICE DE CONSISTENCIA (IC)														
IC = (promedio (Vector Suma Ponderado / Vector) - n)/(n - 1)														
IC = 0.022														
INDICE ALEATORIO														
n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595
RELACION DE CONSISTENCIA														
RC = IC/IA		RC = 0.020		< 0.1		OK								
IC =	0.022	Relacion de consistencia RC obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro de precipitación anómala												
RC =	0.020													

Nota: Elaboración propia

Tabla 47

Procedimiento de Matriz de normalización de conocimiento de reciclaje, del factor resiliencia de dimensión Ambiental

RISILENCIA																	
Matriz de Comparación de pares del parámetro conocimiento de reciclaje.																	
Conocimiento de reciclaje	No conoce	Conoce por comentarios de sus vecinos	Tiene ligeras nociones	Solo tiene conocimientos	Conoce y practica el reciclaje												
No conoce	1.00	2.00	3.00	6.00	9.00												
Conoce por comentarios de sus vecinos	0.50	1.00	2.00	5.00	6.00												
Tiene ligeras nociones	0.33	0.50	1.00	3.00	5.00												
Solo tiene conocimientos	0.17	0.20	0.33	1.00	3.00												
Conoce y practica el reciclaje	0.11	0.17	0.20	0.33	1.00												
SUMA	2.11	3.87	6.53	15.33	24.00												
1/SUMA	0.47	0.26	0.15	0.07	0.04												
Matriz de Normalización de pares del parámetro conocimiento de reciclaje																	
Conocimiento de reciclaje	No conoce	Conoce por comentarios de sus vecinos	Tiene ligeras nociones	Solo tiene conocimientos	Conoce y practica el reciclaje	Vector priorización	%										
No conoce	0.474	0.517	0.459	0.391	0.375	0.443	44.33%										
Conoce por comentarios de sus vecinos	0.237	0.259	0.306	0.326	0.250	0.276	27.55%										
Tiene ligeras nociones	0.158	0.129	0.153	0.196	0.208	0.169	16.89%										
Solo tiene conocimientos	0.079	0.052	0.051	0.065	0.125	0.074	7.44%										
Conoce y practica el reciclaje	0.053	0.043	0.031	0.022	0.042	0.038	3.80%										
						1.00	100.00%										
Vector suma ponderado																	
Resultados de la operación de matrices					Vector suma ponderada	Vector Suma Ponderado / Vector											
0.443	0.551	0.507	0.446	0.342	2.289	5.163											
0.222	0.276	0.338	0.372	0.228	1.434	5.206											
0.148	0.138	0.169	0.223	0.190	0.867	5.136											
0.074	0.055	0.056	0.074	0.114	0.374	5.021											
0.049	0.046	0.034	0.025	0.038	0.192	5.051											
					Suma	25.578											
					Promedio	5.116											
INDICE DE CONSISTENCIA (IC)																	
IC =						$(\text{promedio}(\text{Vector Suma Ponderado} / \text{Vector}) - n) / (n - 1)$											
IC =						0.029											
INDICE ALEATORIO																	
n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595			
RELACION DE CONSISTENCIA																	
RC =						IC/IA		RC =		0.026		<		0.1		OK	
IC =		0.029		Relacion de consistencia RC obtenido del proceso de análisis jeráquico para el parámetro de precipitación anómala													
RC =		0.026															

Nota: Elaboración propia

3.9.5.2 Resumen de las dimensiones parámetros y descriptores con sus pesos respectivos

Tabla 48

Resumen de las dimensiones parámetros y descriptores

DIMENSIÓN	FACTOR	PARÁMETRO	DESCRITOR
NOMBRE	NOMBRE	NOMBRE	CLASIFICACIÓN
PESO	PESO	PESO	PESO
SOCIAL	FRAGILIDAD SOCIAL	Grupo etéreo	0 a 5 años y mayor a 65 años
			De 6 a 12 años y de 61 a 65 años
			De 13 a 15 años y de 51 a 60 años
			De 16 a 30 años
			De 31 a 50 años
		Cercanía de la vivienda a la zona de peligro	Menor a 30 m. de la zona de peligro
			Entre 30 a 50 m. de la zona de peligro
			Entre 50 a 100 m. de la zona de peligro
			Entre 100 a 200 m. de la zona de peligro
			Mayor a 200 m. de la zona de peligro
	RISILIENCIA SOCIAL	Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad.	No conoce
			Escaso conocimiento
			Poco conocimiento
			Regular conocimiento
			Conocimiento amplio
		Capacitación en temas de Gestión de Riesgos por parte de sus autoridades.	Nunca
			Cada 5 años
			Cada 3 años
			Cada 2 años
			Una (1) vez por año
Interés de participar en campañas de prevención del riesgo.	No muestra interes		
	Muestra interes de vez en cuando		
	Actua si hay incentivos		
	Me gusta partiðipar		
	Siempre estoy atento para participar		
ECONÓMICA	FRAGILIDAD ECONÓMICA	Material predominante - pared	Triplay
			Madera
			Adobe
			Piedra
			Ladrillo y/o bloqueta de cemento
		Material predominante - techo	Otro material
			Estera y/o paja
			Madera o caña
			Calamina y/o tejas
			Losa de concreto
	Estado de conservación de la vivienda	Deteriodado	
		En proceso de deterioro	
		Con refacciones	
		Regular estado	
		Buen Estado	
	RESILIENCIA ECONÓMICA	Ocupación principal (jefe de hogar)	Trabajador familiar noremunerado
			Obrero / peon
			Agricultor
			Empledo / Trabajador independiente
			Empleador
Organización comunitaria		No le interesa	
		Le interesa participar en las brigadas de emerger	
		Conoce las rutas de evacuación	
		Tiene brigadas de emergencia	
		Tiene brigadas de emergencia y participa	
AMBIENTAL	FRAGILIDAD AMBIENTAL	Manejo y disposición de residuos sólidos	Sin recojo de residuos solidos
			Botadero en el cauce de la quebrada
			Recojo con motofurgon (reciclador)
			Recojo municipal (compactadora)
			No genera (no botan)
	FRAGILIDAD AMBIENTAL	Conocimiento de reciclaje	No conoce
			Conoce por comentarios de sus vecinos
			Tiene ligeras nociones
			Solo tiene conocimientos
			Conoce y practica elreciclaje

Nota: Elaboración propia

3.9.5.3 Análisis y determinación de la Vulnerabilidad

Tabla 49

Procedimiento de cálculo del valor de dimensión social

DIMENSIÓN SOCIAL										
Fragilidad				Resiliencia					VALOR DIMENSIÓN SOCIAL	PESO DIMENSIÓN SOCIAL
Grupo etéreo	Cercanía de la vivienda a la zona de peligro	Valor Fragilidad Social	Peso Fragilidad Social	Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en su localidad.	Capacitación en temas de Gestión de Riesgos por parte de sus autoridades.	Interés de participar en campañas de prevención del riesgo.	Valor Resiliencia Social	Peso Resiliencia Social		
Pdes x P par	Pdes x P par		P_FACTOR	Pdes x P par	Pdes x P par	Pdes x P par		P_FACTOR		
0.19	0.28	0.47	0.5	0.2759	0.1539	0.0618	0.49	0.5	0.481	0.6
0.11	0.18	0.29	0.5	0.1380	0.0878	0.0293	0.26	0.5	0.273	0.6
0.05	0.07	0.12	0.5	0.0862	0.0444	0.0169	0.15	0.5	0.136	0.6
0.03	0.04	0.07	0.5	0.0356	0.0214	0.0098	0.07	0.5	0.069	0.6
0.02	0.02	0.04	0.5	0.0213	0.0128	0.0050	0.04	0.5	0.041	0.6

Nota: Elaboración propia

Tabla 50

Procedimiento de cálculo del valor de dimensión económica

DIMENSIÓN ECONÓMICA										
Fragilidad					Resiliencia				VALOR DIMENSIÓN ECONÓMICA	PESO DIMENSIÓN ECONÓMICA
Material predominante - pared	Material predominante - techo	Estado de conservación de la vivienda	Valor Fragilidad Económica	Peso Fragilidad Económica	Ocupación principal (jefe de hogar)	Organización comunitaria	Valor Resiliencia Económica	Peso Resiliencia Económica		
Pdes x P par	Pdes x P par	Pdes x P par			Pdes x P par	Pdes x P par				
0.26	0.15	0.06	0.46	0.60	0.26	0.24	0.50	0.40	0.475	0.32
0.15	0.09	0.03	0.27	0.60	0.12	0.12	0.24	0.40	0.257	0.32
0.09	0.05	0.02	0.16	0.60	0.07	0.08	0.15	0.40	0.157	0.32
0.04	0.03	0.01	0.08	0.60	0.03	0.04	0.07	0.40	0.074	0.32
0.02	0.01	0.00	0.04	0.60	0.02	0.02	0.04	0.40	0.036	0.32

Nota: Elaboración propia

Tabla 51

Procedimiento de cálculo del valor de dimensión ambiental

DIMENSIÓN ECONÓMICA					
Fragilidad		Resiliencia		VALOR DIMENSIÓN AMBIENTAL	PESO DIMENSIÓN AMBIENTAL
Valor Fragilidad Ambiental	Peso Fragilidad Ambiental	Valor Fragilidad Ambiental	Peso Fragilidad Ambiental		
Pdes x P par	P_FACTOR	Pdes x P par	P_FACTOR		
0.43	0.50	0.44	0.50	0.434	0.12
0.29	0.50	0.28	0.50	0.281	0.12
0.17	0.50	0.17	0.50	0.169	0.12
0.07	0.50	0.07	0.50	0.074	0.12
0.05	0.50	0.04	0.50	0.042	0.12

Nota: Elaboración propia

3.9.5.4 Niveles de vulnerabilidad

Tabla 52

Niveles de Vulnerabilidad

Niveles de vulnerabilidad	
Nivel de vulnerabilidad	Rango
vulnerabilidad muy alto	0.269 ≤P≤ 0.474
vulnerabilidad alto	0.147 ≤P≤ 0.269
vulnerabilidad medio	0.071 ≤P≤ 0.147
vulnerabilidad bajo	0.039 ≤P≤ 0.071

Nota: Elaboración propia

3.9.5.5 Estratificación de los niveles de vulnerabilidad

Tabla 53

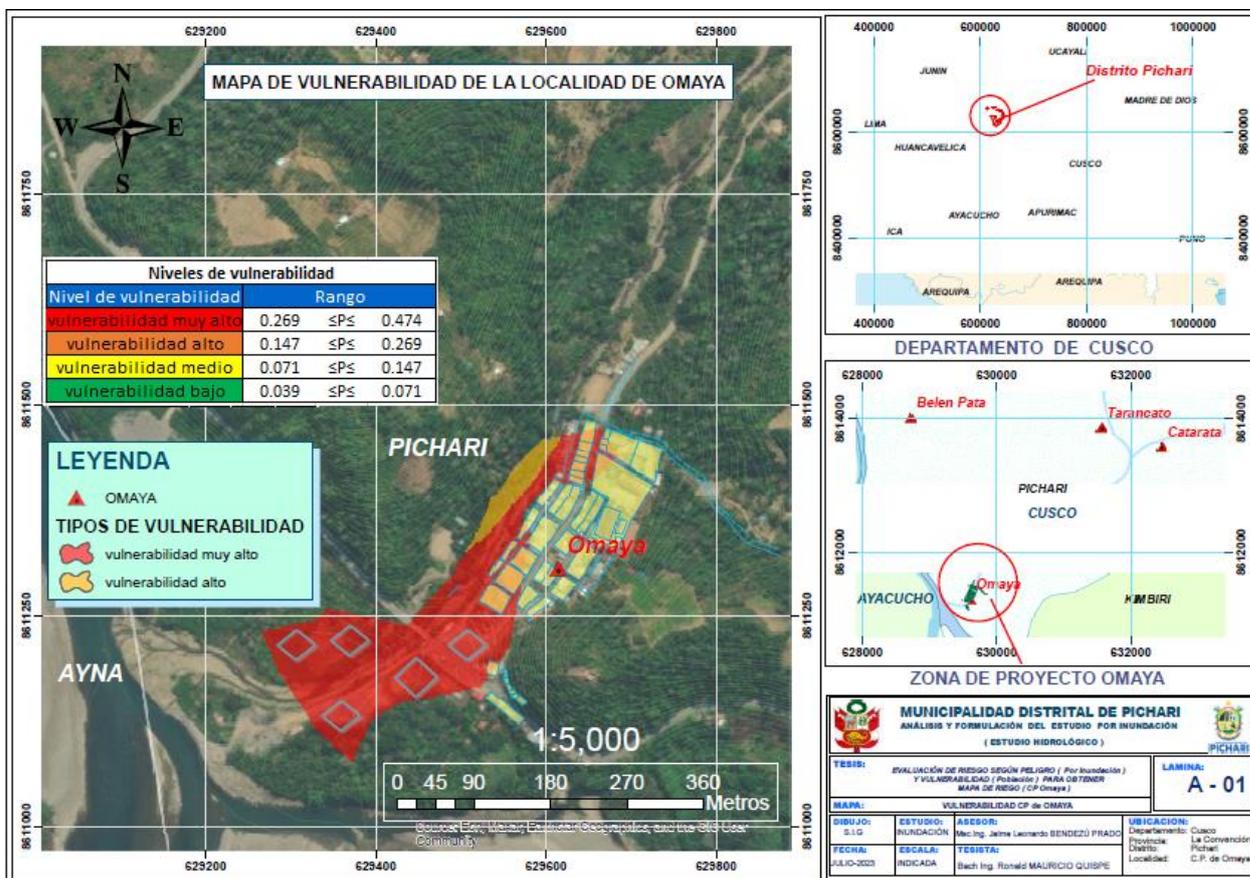
Estratificación de los niveles de vulnerabilidad

Estratificación de nivel de vulnerabilidad		
Nivel de vulnerabilidad	Descripción	Rango
vulnerabilidad muy alto	Grupo etáreo (de 0 a 5 años y mayor a 65 años). Cercanía de la vivienda a la zona de peligro (menor a 30 de la zona de peligro). Conocimiento pasado sobre la ocurrencia de desastres en su localidad (No conoce). Capacitación en temas de gestión de riesgo por parte de sus autoridades (Nunca). Interés en participar en campañas de prevención de riesgos (No muestra interés). Material predominante de las paredes (Triplay). Material predominante de techo (Otro material). Estado de conservación de la vivienda (Deteriorado). Ocupación principal del jefe del hogar (Trabajador familiar no remunerado). Organización comunitaria (No le interesa). Manejo y disposición de residuos sólidos	0.269 ≤P≤ 0.474
vulnerabilidad alto	Grupo etáreo (de 6 a 12 y 61 a 65 años). Cercanía de la vivienda a la zona de peligro (Entre 30 y 50m a la zona de peligro). Conocimiento pasado sobre la ocurrencia de desastres en su localidad (Escaso conocimiento). Capacitación en temas de gestión de riesgo por parte de sus autoridades (Cada 5 años). Interés en participar en campañas de prevención de riesgos (muestra interés de vez en cuando). Material predominante de la pared (Madera). Material predominante de techo (Estera y/o paja). Estado de conservación de la vivienda (En proceso de deterioro). Ocupación principal del jefe del hogar (Obrero/Peón). Organización comunitaria (Le interesa participar en las brigadas de emergencia). Manejo y disposición de residuos sólidos (Botadero en cauce de la quebrada). Conocimiento de reciclaje (Conoce por comentarios de sus vecinos).	0.147 ≤P≤ 0.269
vulnerabilidad medio	Grupo etáreo (De 13 a 15 años y 51 a 60 años). Cercanía de la vivienda a la zona de peligro (Entre 50 y 100 a la zona de peligro). Conocimiento pasado sobre la ocurrencia de desastres en su localidad (Poco conocimiento). Capacitación en temas de gestión de riesgo por parte de sus autoridades (Cada 3 años). Interés en participar en campañas de prevención de riesgos (Actúa si hay incentivos). Material predominante de los pares (Adove). Material predominante de techo (Madera o caña). Estado de conservación de la vivienda (Con refacciones). Ocupación principal del jefe del hogar (Agricultor). Organización comunitaria (Conoce las rutas de evacuación). Manejo y disposición de residuos sólidos (Recojo con moto furgón reciclador). Conocimiento de reciclaje (Tiene ligeras nociones).	0.071 ≤P≤ 0.147
vulnerabilidad bajo	Grupo etáreo (de 16 a 50 años). Cercanía de la vivienda a la zona de peligro (Mayores a 100 m de la zona de peligro). Conocimiento pasado sobre la ocurrencia de desastres en su localidad (Regular conocimiento y conocimiento amplio). Capacitación en temas de gestión de riesgo por parte de sus autoridades (Cada 2 años y una vez por año). Interés en participar en campañas de prevención de riesgos (Me gusta participar y Siempre estoy atento a participar). Material predominante de los pares (Piedra y ladrillo y/o bloqueta de cemento). Material predominante de techo (Calamina y/o teja y Losa de concreto). Estado de conservación de la vivienda (Regular estado y en buen estado). Ocupación principal del jefe del hogar (Empleado y/o trabajador independiente y Empleador). Ingreso promedio mensual (Menor al sueldo mínimo). Organización comunitaria (Tiene brigadas de emergencia y Participa). Manejo y disposición de residuos sólidos (Recojo municipal con compactadora y no generan (No botan)). Conocimiento de reciclaje (Solo tiene conocimiento y practica el reciclaje).	0.039 ≤P≤ 0.071

Nota: Elaboración propia

Tabla 54

Mapa de Vulnerabilidad



Nota: Elaboración propia

3.9.6 Estimación del Riesgo

El riesgo es simplemente la intersección del Peligro y la Vulnerabilidad.

3.9.6.1 Identificación de zonas de riesgo potencial

Tabla 55

Procedimiento de cálculo del valor de riesgo

PELIGRO (P)	VULNERABILIDAD (V)	VALOR DE RIESGO $P*V=$ (R)
0.492	0.474	0.233
0.256	0.269	0.069
0.141	0.147	0.021
0.074	0.071	0.005
0.038	0.039	0.001

Nota: Elaboración propia

3.9.6.2 Niveles de riesgo

Tabla 56

Niveles de riesgo

Niveles de Riesgo	
Nivel de vulnerabilidad	Rango
Riesgo muy alto	0.069 ≤ P ≤ 0.233
Riesgo alto	0.021 ≤ P ≤ 0.069
Riesgo medio	0.005 ≤ P ≤ 0.021
Riesgo bajo	0.001 ≤ P ≤ 0.005

Nota: Elaboración propia

3.9.6.3 Matriz de Riesgo

Tabla 57

Matriz de riesgo

Peligro muy alto	0.492	0.035	0.072	0.132	0.233
Peligro alto	0.256	0.018	0.037	0.069	0.121
Peligro medio	0.141	0.010	0.021	0.038	0.067
Peligro bajo	0.074	0.005	0.011	0.020	0.035
		0.071	0.147	0.269	0.474
		vulnerabilidad bajo	vulnerabilidad medio	vulnerabilidad alto	vulnerabilidad muy alto

Nota: Elaboración propia

Tabla 58

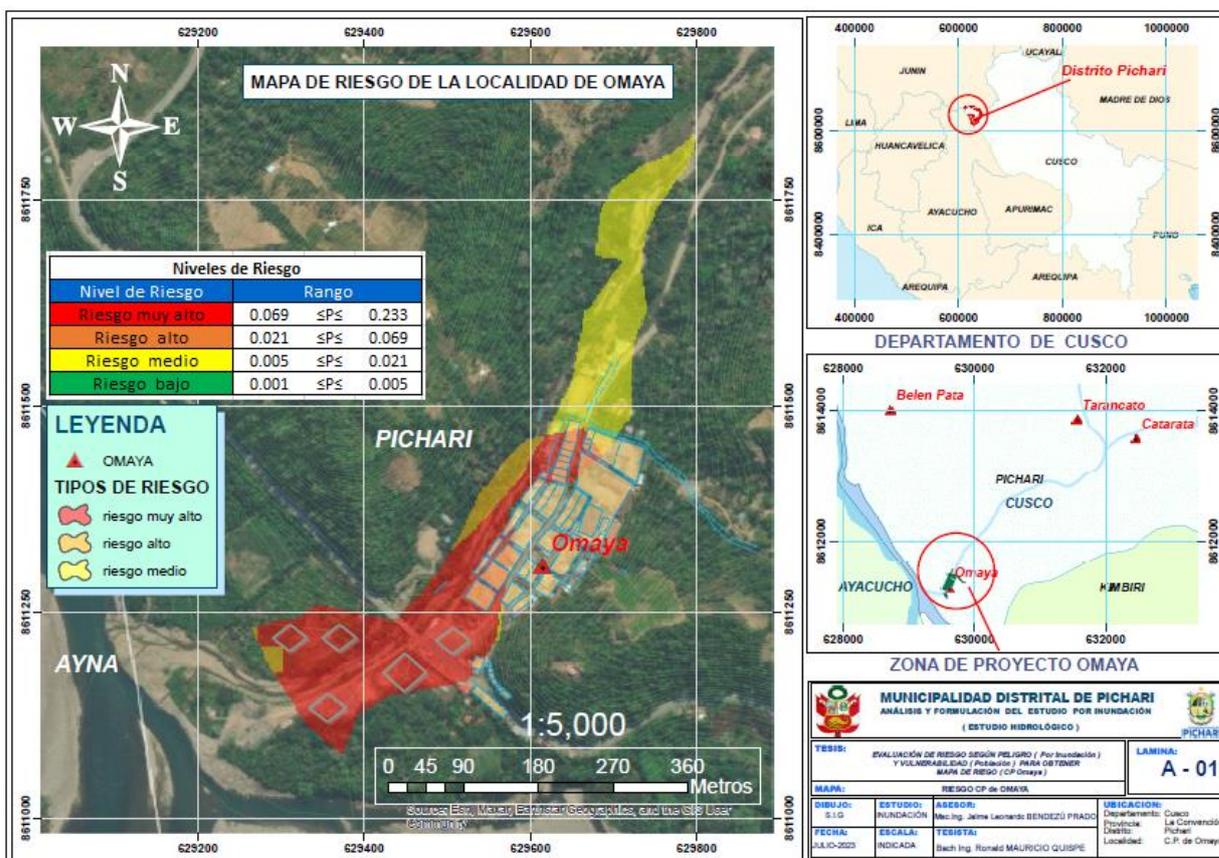
Estratificación del nivel de Riesgo

Estratificación de nivel de Riesgo		
Nivel de Riesgo	Descripción	Rango
Riesgo muy alto	Inundación para tiempos de retorno de 25 a 50 años, Nivel de precipitación máxima 24 hr para período de retorno de 100 años de 145 - 146.5 mm, se encuentra geomorfológicamente en cauce natural del río, geológicamente se encuentra en el depósito fluvial, con una pendiente entre 0° y 4°. Grupo etáreo (de 0 a 5 años y mayor a 65 años). Cercanía de la vivienda a la zona de peligro (menor a 30 de la zona de peligro). Conocimiento pasado sobre la ocurrencia de desastres en su localidad (No conoce). Capacitación en temas de gestión de riesgo por parte de sus autoridades (Nunca). Interés en participar en campañas de prevención de riesgos (No muestra interés). Material predominante de las paredes (Triplay). Material predominante de techo (Otro material). Estado de conservación de la vivienda (Deteriorado). Ocupación principal del jefe del hogar (Trabajador familiar no remunerado). Organización comunitaria (No le interesa). Manejo y disposición de residuos sólidos (Sin recojo). Conocimiento de reciclaje (No conoce).	0.069 ≤P≤ 0.233
Riesgo alto	Inundación para tiempos de retorno de 50 a 100 años, Nivel de precipitación máxima 24 hr para período de retorno de 100 años de 143 - 145 mm, se encuentra geomorfológicamente en Terraza Aluvial, geológicamente se encuentra en Depósitos Aluviales, con una pendiente entre 4° y 8°. Grupo etáreo (de 6 a 12 y 61 a 65 años). Cercanía de la vivienda a la zona de peligro (Entre 30 y 50m a la zona de peligro. Conocimiento pasado sobre la ocurrencia de desastres en su localidad (Escaso conocimiento). Capacitación en temas de gestión de riesgo por parte de sus autoridades (Cada 5 años). Interés en participar en campañas de prevención de riesgos (muestra interés de vez en cuando). Material predominante de la pared (Madera). Material predominante de techo (Estera y/o paja). Estado de conservación de la vivienda (En proceso de deterioro). Ocupación principal del jefe del hogar (Obrero/Peón). Organización comunitaria (Le interesa participar en las brigadas de emergencia). Manejo y disposición de residuos sólidos (Botadero en cauce de la quebrada). Conocimiento de reciclaje (Conoce por comentarios de sus vecinos).	0.021 ≤P≤ 0.069
Riesgo medio	Inundación para tiempos de retorno de 100 a 200 años, Nivel de precipitación máxima 24 hr para período de retorno de 100 años de 141 - 143 mm, se encuentra geomorfológicamente en Vertiente o Piedemonte Coluvio- Deluvial, geológicamente se encuentra en Depósitos Eluviales, con una pendiente entre 8° y 12°. Grupo etáreo (De 13 a 15 años y 51 a 60 años). Cercanía de la vivienda a la zona de peligro (Entre 50 y 100 a la zona de peligro). Conocimiento pasado sobre la ocurrencia de desastres en su localidad (Poco conocimiento). Capacitación en temas de gestión de riesgo por parte de sus autoridades (Cada 3 años). Interés en participar en campañas de prevención de riesgos (Actúa si hay incentivos). Material predominante de los pares (Adove). Material predominante de techo (Madera o caña). Estado de conservación de la vivienda (Con refacciones). Ocupación principal del jefe del hogar (Agricultor). Organización comunitaria (Conoce las rutas de evacuación). Manejo y disposición de residuos sólidos (Recojo con moto furgón). Conocimiento de reciclaje (Tiene 3ligeras nociones).	0.005 ≤P≤ 0.021
Riesgo bajo	Inundación para tiempos de retorno de 200 a 500 años, Nivel de precipitación máxima 24 hr para período de retorno de 100 años de 135 - 141 mm y 130.5 - 135 mm, se encuentra geomorfológicamente en Vertiente o Piedemonte Aluvial y Montaña en Roca Sedimentaria, geológicamente se encuentra en Grupo Cabanillas y Fm. La Merced, con una pendiente entre 12° a más. Grupo etáreo (de 16 a 50 años). Cercanía de la vivienda a la zona de peligro (Mayores a 100 m de la zona de peligro). Conocimiento pasado sobre la ocurrencia de desastres en su localidad (Regular conocimiento y conocimiento amplio). Capacitación en temas de gestión de riesgo por parte de sus autoridades (Cada 2 años y una vez por año). Interés en participar en campañas de prevención de riesgos (Me gusta participar y Siempre estoy atento a participar). Material predominante de los pares (Piedra y ladrillo y/o bloqueta de cemento). Material predominante de techo (Calamina y/o teja y Losa de concreto). Estado de conservación de la vivienda (Regular estado y en buen estado). Ocupación principal del jefe del hogar (Empleado y/o trabajador independiente y Empleador). Ingreso promedio mensual (Menor al sueldo mínimo). Organización comunitaria (Tiene brigadas de emergencia y Participa). Manejo y disposición de residuos sólidos (Recojo municipal con compactadora y no generan (No botan)). Conocimiento de reciclaje (Solo tiene conocimiento y practica el reciclaje).	0.001 ≤P≤ 0.005

Nota: Elaboración propia

Tabla 59

Mapa de riesgo



Nota: Elaboración propia

CAPITULO IV

4 Resultados

4.1 Contrastación de Hipótesis

El objetivo estadístico que hemos planteado en el presente estudio es de nivel descriptivo, correspondiendo al objetivo estimar, la variable Perfil de riesgo. Por consiguiente, el estudio en mención no lleva hipótesis, ya que el nivel investigativo Descriptivo no presenta Hipótesis.

4.2 Análisis e Interpretación

No corresponde realizar el Análisis e interpretación por lo sustentado líneas arriba en el ítem 4.1.

CAPITULO V

5 Conclusiones

5.1 Conclusiones

5.1.1 Del Objetivo General

Se estimó el nivel del perfil de riesgo por inundación en la cuenca del río Omayá, localidad de Omayá, la cual oscila entre el nivel 0.233 y 0.001, correspondiendo a zonas con riesgo muy alto, riesgo alto, riesgo medio y riesgo bajo.

5.1.2 De Los Objetivos Secundarios

- a. Se determinó el nivel de peligrosidad en la cuenca del río Omayá, localidad de Omayá, la cual oscila entre el nivel 0.492 y 0.038, correspondiendo a zonas con peligro muy alto, peligro alto, peligro medio y peligro bajo.
- b. Se determinó el nivel de vulnerabilidad en la cuenca del río Omayá, localidad de Omayá, la cual oscila entre el nivel 0.474 y 0.039, correspondiendo a zonas con vulnerabilidad muy alto, vulnerabilidad alto, vulnerabilidad medio y vulnerabilidad bajo.
- c. Se cuantificó el caudal máximo en la cuenca del río Omayá, localidad de Omayá, con un periodo de retorno de 100 años, correspondiendo a un caudal de 288.7 m³/s, la que causó mayor daño en el registro histórico de inundaciones.

5.2 Recomendaciones

- a) Se recomienda que las entidades responsables del estudio de riesgos por inundaciones identifiquen y cartografíen las áreas susceptibles a este tipo de eventos. La utilización de mapas de riesgo puede ser de gran ayuda para prevenir los daños ocasionados por crecidas extremas.
- b) Es esencial informar y educar a la población cercana a los márgenes del río Omayá sobre los riesgos de inundación y las leyes relacionadas con las franjas marginales. Este conocimiento es crucial para prevenir desastres en el área de Omayá.
- c) Se propone la inclusión del software HEC-RAS para realizar análisis hidráulicos en diversas estructuras de arte y protección. Además, se sugiere la participación de estudiantes en investigaciones sobre la adaptación de coeficientes de rugosidad y números de curva para la zona, proporcionando datos fundamentales para futuros estudios hidrológicos e hidráulicos.

6 Referencias Bibliográficas

- Aparicio, F. Javier. (1992). *Fundamentos de hidrología de superficie* (Editorial Limusa & Grupo Noriega Editores, Eds.; Primera edición). Noriega.
- Aparicio Mijares, F. Javier. (1992). *Fundamentos de hidrología de superficie*. Noriega.
- Cahuana, A., & Yugar, W. (2009). *Material de apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de hidrología CIV-233*.
- Campos, A., Konstantinovich, E., & Igorevich, I. (2016). *Hidráulica e Hidrología para Ingeniería*. CENEPRED. (2015). *Manual para la Evaluación de Riesgos originados por fenómenos Naturales* (NEVA STUDIO SAC, Ed.; Primera Edición).
- Chow, V. Te. (2004). *Hidráulica de canales abiertos* (Nomos S.A., Ed.).
- Chow, V. Te, Maidment, D., & Mays, L. (1994). *Hidrología Aplicada*. McGraw-Hill Interamericana.
- Coronado, F. (1992). *Diseño y construcción de canales* (El Monitor E.I.R.L, Ed.).
- INDECI. (2006). *MANUAL BASICO PARA LA ESTIMACION DEL RIESGO*. www.indeci.gob.pe
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2008). *MANUAL DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE*.
- Secretaria para Asuntos de Vulnerabilidad. (2015). *Conceptos básicos de Gestión de Riesgos*.
- Villón, M. (2002). *Hidrología*.
- Villón, M. (2007). *Hidráulica de Canales* (Editorial Villón, Ed.; Segunda Edición).
- www.itcr.ac.cr/escuelas/agricola/index.aspx

7 Anexos.

Figura 23

Levantamiento topográfico del cauce del río Omayá.



Nota: Elaboración propia

Figura 24

Levantamiento topográfico del cauce del río Omayá.



Nota: Elaboración propia

Figura 25

Levantamiento topográfico del cauce del río Omayá



Nota: Elaboración propia

Figura 26

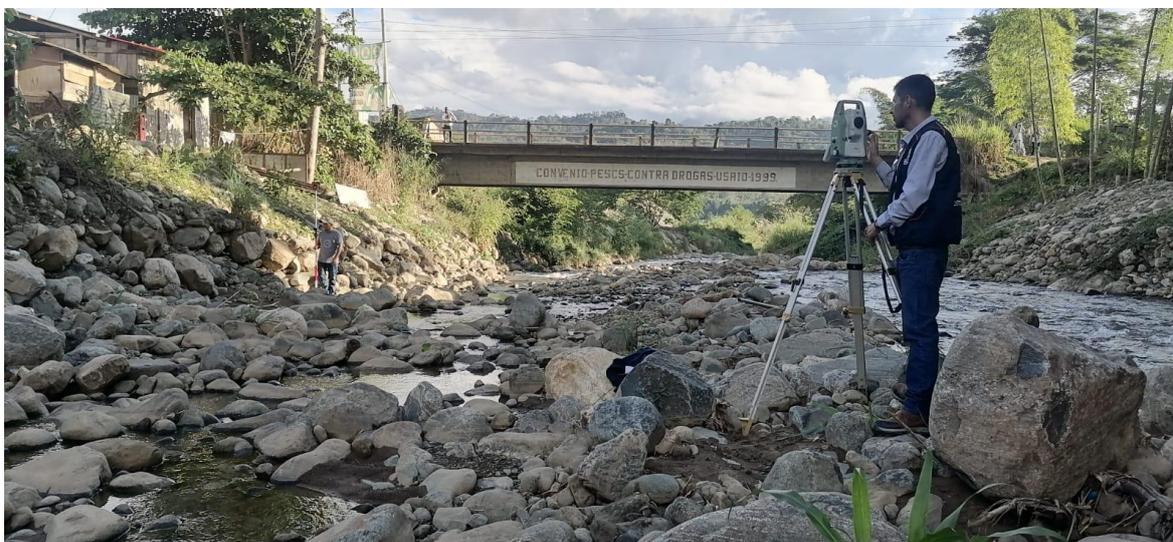
Levantamiento topográfico del cauce del río Omayá.



Nota: Elaboración propia

Figura 27

Levantamiento topográfico del cauce del río Omayá.



Nota: Elaboración propia

Figura 28

Levantamiento topográfico del cauce del río Omayá.



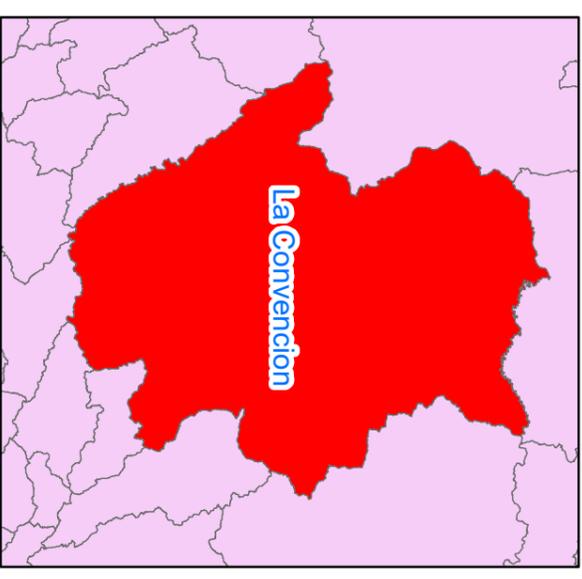
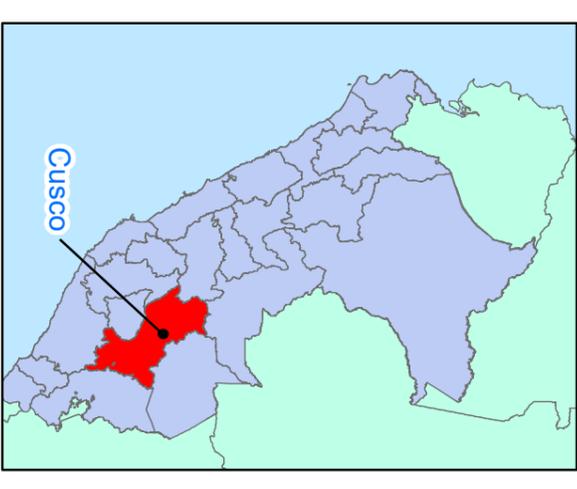
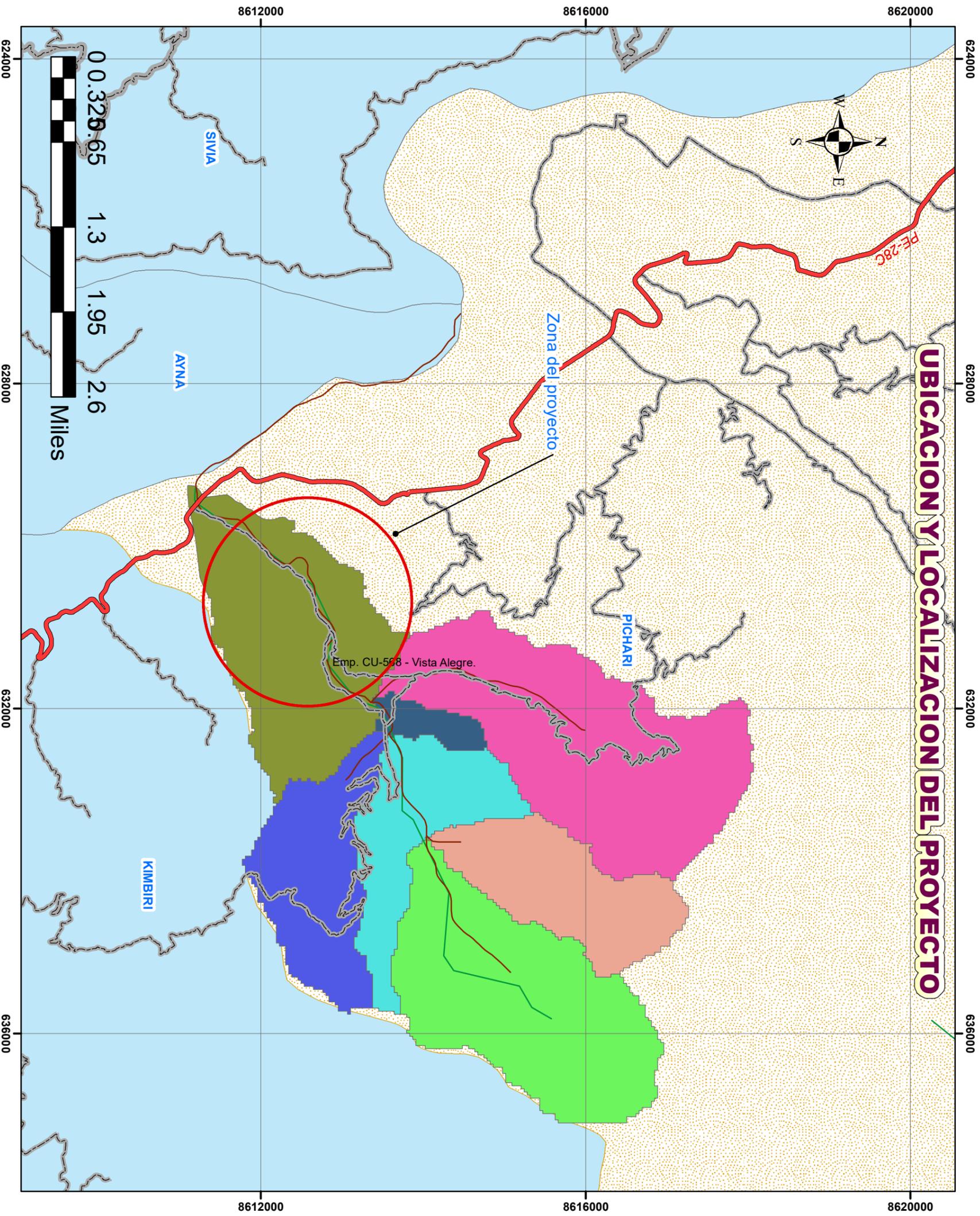
Nota: Elaboración propia

Anexos

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN
<p>1. PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Cuál es el nivel de riesgo ante inundaciones del río Omayá Pichari 2023?</p> <p>2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>a. ¿En qué medida el servicio ecosistémico de regulación (X1) afecta a la valoración económica ambiental (Y)?.</p> <p>b. ¿En qué medida el servicio ecosistémico cultural (X2) afecta a la valoración económica ambiental (Y)?.</p>	<p>1. OBJETIVO GENERAL</p> <p>Cuantificar el servicio ecosistémico (X) para determinar en qué medida afecta a la valoración económica ambiental (Y), en el centro histórico de Huamanga, región Ayacucho, 2021.</p> <p>2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>a. Cuantificar el servicio ecosistémico de regulación (X1) para determinar en qué medida afecta a la valoración económica ambiental (Y).</p> <p>b. Cuantificar el servicio ecosistémico cultural (X2) para determinar en qué medida afecta a la valoración</p>	<p>1. HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>Si cuantificamos el servicio ecosistémico (X), entonces determinaremos que afecta en forma significativa a la valoración económica ambiental (Y), en el centro histórico de Huamanga, región Ayacucho, 2021.</p> <p>2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <p>a. Si cuantificamos el servicio ecosistémico de regulación (X1), entonces determinaremos que afecta en forma significativa a la valoración económica ambiental (Y).</p> <p>a. Si cuantificamos el servicio ecosistémico cultural (X2), entonces determinaremos que afecta en forma significativa a la</p>	<p>1. VARIABLE CAUSA</p> <p>X: Servicio ecosistémico.</p> <p>DIMENSIONES</p> <p>X1: Servicio ecosistémico de regulación</p> <p>X2: Servicio ecosistémico cultural</p> <p>2. VARIABLE EFECTO</p> <p>Y: Valoración económica ambiental.</p> <p>DIMENSIÓN</p> <p>Y1: Medidas de bienestar con variación compensada.</p> <p>Y2: Medidas de bienestar con variación equivalente.</p>	<p>1. TIPO DE INVESTIGACIÓN</p> <p>Observacional, prospectivo, transversal, longitudinal y analítico.</p> <p>2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN</p> <p>Explicativo.</p> <p>3. POBLACIÓN</p> <p>La población de estudio está conformada por 485 personas dedicadas a la actividad comercial, demandantes de los servicios ecosistémicos en el centro histórico de la ciudad de Ayacucho el año 2021.</p> <p>4. MUESTRA</p> <p>Se realizó un muestreo probabilístico con la técnica de selección aleatorio simple para la elección de los participantes con un nivel de confianza del 95% y un error máximo aceptable del 5%, siendo la muestra de 214 personas que realizan comercios demandantes de los servicios ecosistémicos en el centro histórico de la ciudad de Ayacucho en el año 2021.</p> <p>5. TÉCNICAS</p> <p>Encuesta.</p>

	económica ambiental (Y).	valoración económica ambiental (Y).		Análisis documental. 6. INSTRUMENTOS Cuestionario. Guía de análisis documental.
--	--------------------------	-------------------------------------	--	---

UBICACION Y LOCALIZACION DEL PROYECTO

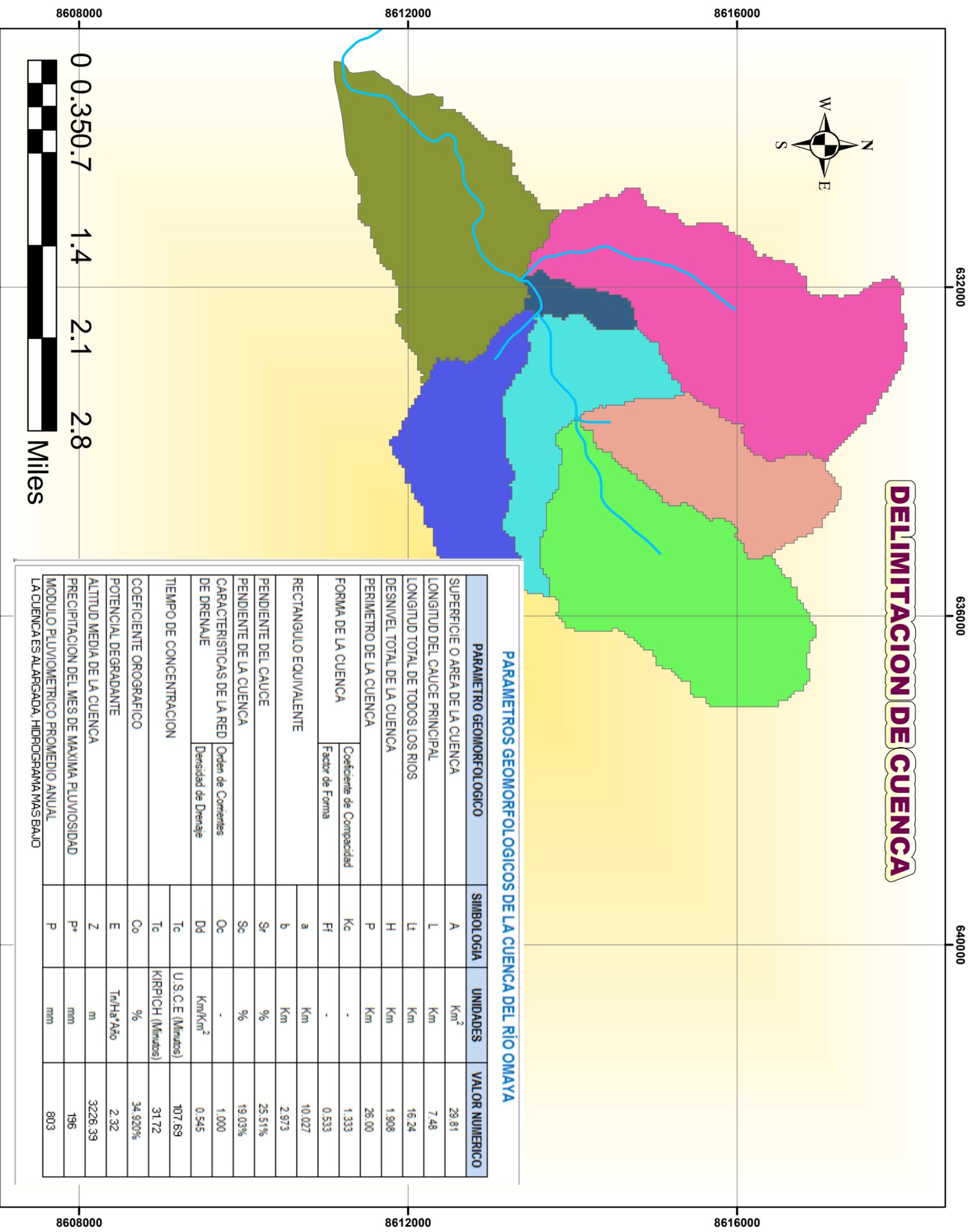


LEYENDA	RVN_Eje
	RVV
	RVD
	RIOS
	Rios_Quebradas
DISTRITOS	
NOMBRES	PICHARI

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PICHARI

PROYECTO: "EVALUACION DEL PERFIL DE RIESGO POR INUNDACION DEL RIO OMAYA - LOCALIDAD DE OMAYA - DISTRITO PICHARI - PROVINCIA LA CONVENCIÓN - CUSCO, 2023".		MAPA: UBICACION Y LOCALIZACION DEL PROYECTO		UBICACION: *REGION: CUSCO *PROVINCIA: LA CONVENCIÓN *DISTRITO: PICHARI		JEFE DE PROYECTO: * E.T.C		DEBUJO: * E.T.C		ESCALA: INDICADA	
RESPONSABLE: * Mayo 2023		FECHA: * Mayo 2023		PC. 01							

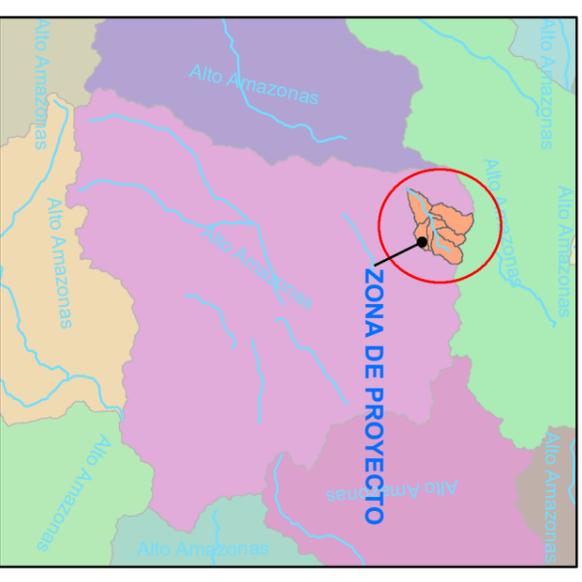
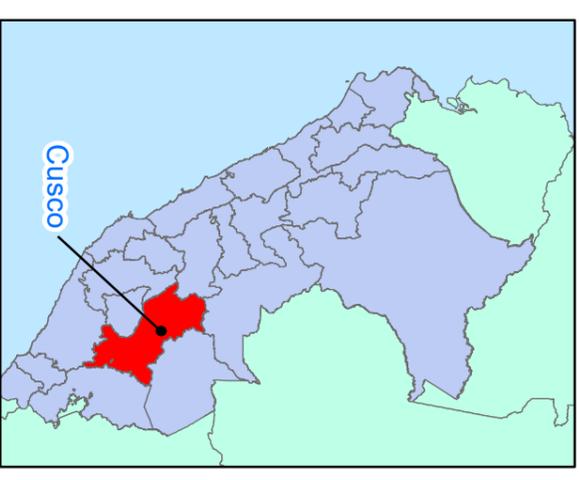
DELIMITACION DE CUENCA



PARAMETROS GEOMORFOLOGICOS DE LA CUENCA DEL RÍO OMAYA

PARAMETRO GEOMORFOLOGICO	SIMBOLOGIA	UNIDADES	VALOR NUMERICO
SUPERFICIE O AREA DE LA CUENCA	A	Km ²	29.81
LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL	L	Km	7.48
LONGITUD TOTAL DE TODOS LOS RIOS	Lt	Km	16.24
DESNIVEL TOTAL DE LA CUENCA	H	Km	1.908
PERIMETRO DE LA CUENCA	P	Km	26.00
FORMA DE LA CUENCA	Coficiente de Compacidad	Kg	1.333
	Factor de Forma	Ff	0.533
RECTANGULO EQUIVALENTE	a	Km	10.027
	b	Km	2.973
PENDIENTE DEL CAUCE	Sr	%	25.51%
PENDIENTE DE LA CUENCA	Sc	%	19.03%
CARACTERISTICAS DE LA RED DE DRENAJE	Orden de Corrientes	Oc	1.000
	Densidad de Drenaje	Dd	Km/Km ²
TIEMPO DE CONCENSTRACION	Tg	U.S.C.E. (Minutos)	107.69
	Tc	KIRPICH (Minutos)	31.72
COEFICIENTE OROGRAFICO	Co	%	34.920%
POTENCIAL DEGRADANTE	E	Tm/Ha ² Año	2.32
ALTITUD MEDIA DE LA CUENCA	Z	m	3226.39
PRECIPITACION DEL MES DE MAXIMA PLUVIOSIDAD	P*	mm	196
MODULO PLUVIOMETRICO PROMEDIO ANUAL	P	mm	803

LA CUENCA ES ALARGADA, HIDROGRAMA MAS BAJO



LEYESDA CUENCA	AREA DE INTERES
AREA 1	AREA DE INTERES
AREA 2	
AREA 3	
AREA 4	
AREA 5	
AREA 6	
AREA 7	
RIOS	

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PICHARI

PROYECTO: "EVALUACION DEL PERFIL DE RIESGO POR INUNDACION DEL RIO OMAYA - LOCALIDAD DE OMAYA - DISTRITO PICHARI - PROVINCIA LA CONVENCIÓN - CUSCO, 2023".

MAPA: DELIMITACION DE CUENCAS

UBICACION: REGION: CUSCO
PROVINCIA: LA CONVENCIÓN
DISTRITO: PICHARI

JEFE DE PROYECTO:
RESPONSABLE:

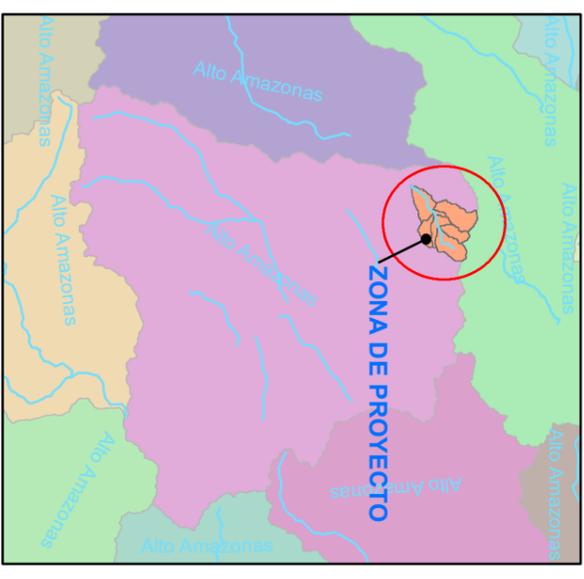
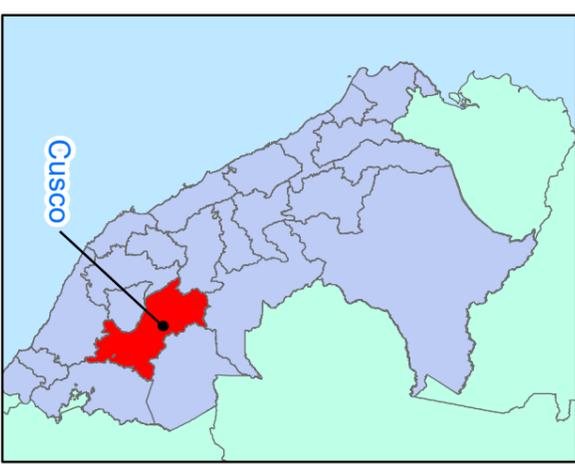
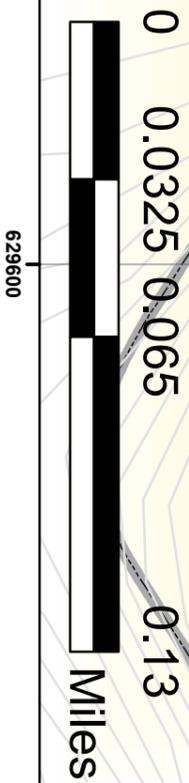
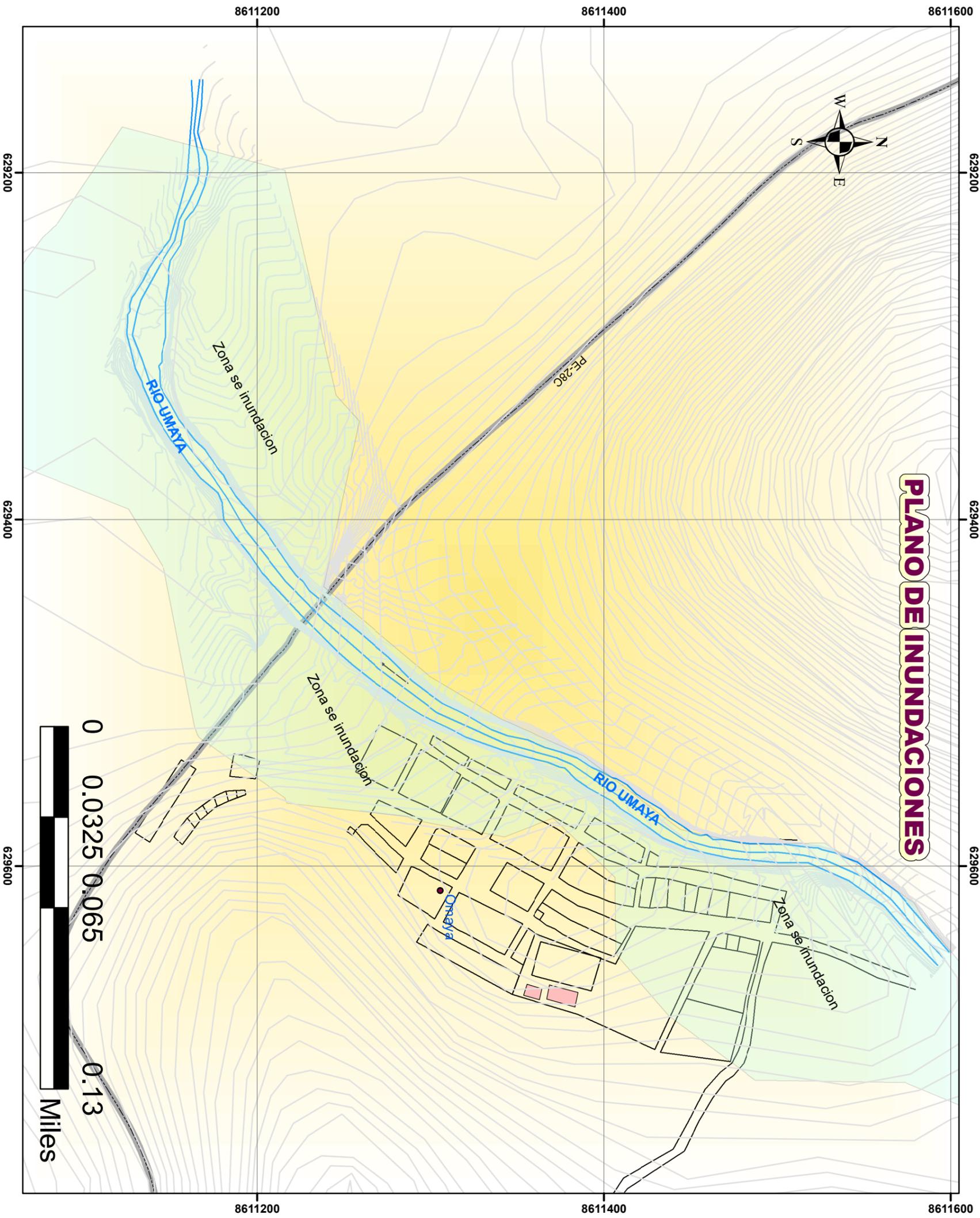
DEBUJO:
E.T.C

FECHA:
Mayo 2023

ESCALA: INDICADA

PC. 01

PLANO DE INUNDACIONES



LEYENDA	
●	OP_P2
○	C_N
■	poblacion A
■	AREAS INUNDABLES
—	RION
—	ON-UMAYA
—	RVN_Eje
—	poblacion

MUNICIPALIDAD DISTRICTAL DE PICHARI

PROYECTO:
 "EVALUACION DEL PERFIL DE RIESGO POR INUNDACION DEL RIO OMAYA - LOCALIDAD DE OMAYA - DISTRITO PICHARI - PROVINCIA LA CONVENCIÓN - CUSCO, 2023".

MAPA: DE INUNDACION

UBICACION:
 *REGION: CUSCO
 *PROVINCIA: LA CONVENCIÓN
 *DISTRITO: PICHARI

JEFE DE PROYECTO:

* E.T.C

RESPONSABLE:

FECHA:
 * Mayo 2023

ESCALA: INDICADA

PC. 01

**UNSCH**FACULTAD DE
INGENIERÍA
DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL

“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA N° 050-2023-FIMGC

En la ciudad de Ayacucho, en cumplimiento a la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 282-2023-FIMGC-D**, siendo los veintinueve días del mes de julio del 2023, a horas 8:00 am.; se reunieron los jurados del acto de sustentación, en el Auditorium virtual google meet del Campus Universitario de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Siendo el Jurado de la sustentación de tesis compuesto por el presidente el **Dr. Ing. Efraín Elías PORRAS FLORES**, Jurado el **MSc. Ing. Saul RETAMOZO FERNANDEZ**, Jurado el **Ing. Edwin Carlos GARCÍA SAEZ**, Jurado - Asesor el **MSc. Ing. Jaime Leonardo BENDEZÚ PRADO** y secretario del proceso el **Mg. Ing. Christian LEZAMA CUELLAR**, con el objetivo de recepcionar la sustentación de la tesis denominada titulado: **“EVALUACIÓN DEL PERFIL DE RIESGO POR INUNDACIÓN DEL RÍO OMAYA - LOCALIDAD DE OMAYA – DISTRITO PICHARI – PROVINCIA LA CONVENCION - CUSCO, 2023”**, presentado por el/la Sr./Srta., **Ronald MAURICIO QUISPE**, Bachiller en Ciencias de la Ingeniería Civil.

El Jurado luego de haber recepcionado la sustentación de la tesis y realizado las preguntas, el sustentante al haber dado respuesta a las preguntas, y el Jurado haber deliberado; califica con la nota aprobatoria de **15 (quince)**.

En fe de lo cual, se firma la presente acta, por los miembros integrantes del proceso de sustentación.

**Dr. Efraín Elías Porras Flores**
DECANOFirmado digitalmente por
Dr. Ing. Efraín Elías Porras
Flores
Fecha: 2023.08.08 07:59:25
-05'00'**Dr. Ing. Efraín Elías PORRAS FLORES**
Presidente
Ing. Edwin Carlos GARCÍA SAEZ
Jurado
MSc. Ing. Jaime Leonardo BENDEZÚ PRADO
Jurado Asesor
MSc. Ing. Saul RETAMOZO FERNANDEZ
Jurado
Mg. Ing. Christian LEZAMA CUELLAR
Secretario del Proceso
Departamento Académico de Matemática y FísicaFACULTAD DE INGENIERIA DE
MINAS, GEOLOGIA Y CIVIL
Av. Independencia S/N
Ciudad Universitaria
Central Tel. 066 312510
Anexo 151C.c.:
Bach. Ronald MAURICIO QUISPE
Jurados (4)
Archivo



UNSCH

FACULTAD DE
INGENIERÍA
DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA N° 050-2023-FIMGC

El que suscribe; responsable verificador de originalidad de trabajos de tesis de pregrado con el software Turnitin, en segunda instancia para las **Escuelas Profesionales** de la **Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil**; en cumplimiento a la **Resolución de Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU**, Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga y **Resolución Decanal N° 281-2022-FIMGC- UNSCH-D**, deja constancia de originalidad de trabajo de investigación, que el/la Sr./Srta.

Apellidos y Nombres : MAURICIO QUISPE, Ronald
Escuela Profesional : INGENIERÍA CIVIL
Título de la Tesis : “EVALUACIÓN DEL PERFIL DE RIESGO POR INUNDACIÓN DEL RIO OMAYA-LOCALIDAD DE OMAYA-DISTRITO PICHARI-PROVINCIA LA CONVENCIÓN -CUSCO, 2023”
Evaluación de la Originalidad : 26 % Índice de Similitud
Identificador de la entrega : 2134905367

Por tanto, según los Artículos 12, 13 y 17 del Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación, es **PROCEDENTE** otorgar la **Constancia de Originalidad** para los fines que crea conveniente.

En señal de conformidad y verificación se firma la presente constancia

Ayacucho, 18 de julio del 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil

Mg. Ing. Christian LEZAMA CUELLAR
Verificador de Originalidad de Trabajos de Tesis de Pregrado
Departamento Académicos de Matemática y Física



Con depósito para Sustentación y Tramites
Cc. Archivo

FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS, GEOLOGIA Y CIVIL
Av. Independencia S/N Ciudad Universitaria
Central Tel. 066 312510
Anexo 151

Evaluación del perfil de riesgo
por inundación del río Omayá
localidad de Omayá distrito
Pichari provincia La Convención
Cusco, 2023
por Ronald Mauricio Quispe

Fecha de entrega: 22-jul-2023 02:34a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2134905367

Nombre del archivo: Mauricio.pdf (6.95M)

Total de palabras: 17344

Total de caracteres: 97605

Evaluación del perfil de riesgo por inundación del río Omayá localidad de Omayá distrito Pichari provincia La Convención Cusco, 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

26%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

22%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	16%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	redi.unjbg.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	pt.scribd.com Fuente de Internet	<1%

9	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
10	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	livrosdeamor.com.br Fuente de Internet	<1 %
12	www.indeci.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
13	fliphtml5.com Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.untumbes.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1 %
16	repository.eia.edu.co Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	vsip.info Fuente de Internet	<1 %
20	Submitted to Universidad de Piura Trabajo del estudiante	<1 %

21

Submitted to Universidad Alas Peruanas

Trabajo del estudiante

<1 %

22

ebin.pub

Fuente de Internet

<1 %

23

es.scribd.com

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo