UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y EL SER HUMANO

CARRERA DE INGENIERÍA EN RIESGOS DE DESASTRES

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERÍA EN RIESGOS DE DESASTRES

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD ANTE LA AMENAZA DE ALUVIÓN EN EL SECTOR CHAUPIYACU DE LA PARROQUIA BALSAPAMBA, CANTÓN SAN MIGUEL EN EL PERIODO AGOSTO-DICIEMBRE 2025

AUTORAS:

SISALEMA MENESES VIVIANA BEATRIZ

TAMAMI YAZUMA LIZETH ESTHEFANIA

DIRECTOR
Ing. Luis Villacis

GUARANDA – ECUADOR
2025

TEMA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD ANTE LA AMENAZA DE ALUVIÓN EN EL SECTOR CHAUPIYACU DE LA PARROQUIA BALSAPAMBA, CANTÓN SAN MIGUEL EN EL PERIODO AGOSTO-DICIEMBRE 2025

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a Dios por brindarme la fortaleza y sabiduría necesaria para culminar con esta importante etapa de mi formación académica.

A mis padres por todo el apoyo, confianza y sobre todo por su amor incondicional, ya que ha sido muy importante para alcanzar cada meta que me la he propuesto, ya que gracias a ellos he aprendido el valor del esfuerzo y la importancia de luchar por conseguir nuestros sueños. A mi familia, que han sido parte fundamental de mi crecimiento personal.

Agradezco de manera especial a mi tutor de tesis, Ing. Luis Villacís, por su apoyo, dedicación y por impartir sus conocimientos durante el desarrollo de esta investigación, de la misma manera extiendo mis agradecimientos al Ing. Numa Gaibor por su aporte, orientación y colaboración, que contribuyeron significativamente a la realización de este trabajo.

VIVIANA BEATRIZ SISALEMA MENESES

En primer lugar, expreso mis más sinceros agradecimientos a los docentes: Ing. Numa Gaibor y tutor de tesis, Ing. Luis Villacis, por su invaluable apoyo, dedicación y compromiso durante el desarrollo de este trabajo de investigación. Sus conocimientos, orientaciones, experiencia profesional, paciencia y constante motivación fueron fundamentales para mi formación académica y para la culminación exitosa de esta tesis.

A mi familia por su apoyo incondicional y a su vez enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia.

A mis hermanas por estar siempre a mi lado y brindarme palabras de aliento en los momentos difíciles.

Este logro no solo refleja mi esfuerzo, sino también el apoyo de quienes creyeron en mí. Les dedico mi más profundo agradecimiento.

TAMAMI YAZUMA LIZETH ESTHEFANIA

DEDICATORIA

Con profundo cariño y gratitud, dedico este trabajo a mis padres, quienes con amor, esfuerzo y sacrificio han sido un pilar fundamental en mi vida. Gracias por creer en mí, por sus enseñanzas y por impulsarme a alcanzar mis metas aún en los momentos más difíciles.

A mi familia por acompañarme en cada paso de este camino, por su apoyo incondicional, comprensión y confianza. Su presencia y aliento han sido una fuente constante de motivación para seguir adelante.

Este logro no solo representa el resultado de mi esfuerzo, sino también el reflejo del amor, valores y la fortaleza que ustedes han sembrado en mí.

A todos ustedes, les dedico este trabajo con el corazón lleno de agradecimiento, orgullo y gratitud.

VIVIANA BEATRIZ SISALEMA MENESES

Dedico este proyecto a mi familia, por ser el pilar fundamental de mi vida, por su amor, apoyo incondicional, comprensión y confianza en cada etapa de mi formación académica. Su respaldo constante ha sido la motivación que me impulsó a seguir adelante y a no rendirme ante los desafíos.

En especial a mis padres, ya que este logro es también parte de sus esfuerzos, sus consejos, sacrificios y palabras de aliento hicieron posible que hoy culmine con éxito esta importante etapa de mi vida.

Con profundo cariño, respeto y gratitud, les dedico este trabajo.

TAMAMI YAZUMA LIZETH ESTHEFANIA

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR
CERTIFICADO DE SEGUIMIENTO AL PROCESO INVESTIGATIVO, EMITIDO POR EL TUTOR.

Guaranda, 11 de junio de 2026.

El suscrito Ingeniero Luis Villacis Taco MsC., Director del Proyecto de Investigación de Pre Grado de la carrera de Riesgos de Desastres de la Universidad Estatal de Bolívar, en calidad de Docente – Tutor.

CERTIFICA:

Que el proyecto de investigación titulado: "ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD ANTE LA AMENAZA DE ALUVIÓN EN EL SECTOR CHAUPIYACU DE LA PARROQUIA BALSAPAMBA, CANTON SAN MIGUEL EN EL PERIODO AGOSTO-DICIEMBRE 2025"; realizado por las señoritas: Viviana Beatriz Sisalema Meneses y Lizeth Esthefania Tamami ha sido debidamente revisado e incorporado las observaciones realizadas durante las asesorías; en tal virtud, autorizo su presentación para la aprobación respectiva de acuerdo al reglamento de la Universidad.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a verdad.

Validar documento en Firmaec.
Firmado electrónicamente por:
LUIS HERNAN VILLACIS TACO

ING. LUIS VILLACIS TACO.

TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE PRE GRADO

CERTIFICADO DEL TUTOR.

Guaranda, 30 de junio de 2026.

El suscrito Ingeniero Luis Villacis Taco, Director del Proyecto de Investigación de Pre Grado de la carrera de Riesgos de Desastres de la Universidad Estatal de Bolívar, en calidad de Docente – Tutor.

CERTIFICA:

Que el proyecto de investigación titulado: "ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD ANTE LA AMENAZA DE ALUVIÓN EN EL SECTOR CHAUPIYACU DE LA PARROQUIA BALSAPAMBA, CANTÓN SAN MIGUEL EN EL PERIODO AGOSTO-DICIEMBRE 2025,"; realizado por las señoritas: **Viviana Beatriz Sisalema Meneses y Lizeth Esthefania Tamami Yazuma** ha sido debidamente revisado y se han cumplido los requisitos académicos y legales establecidos por la Universidad.

Por lo tanto, se encuentra en condiciones de proceder a la publicación correspondiente.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a verdad.

Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
LUIS HERNAN
VILLACIS TACO

ING. LUIS VILLACIS TACO.

DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE PRE GRADO

DERECHOS DE AUTOR

Nosotras Sisalema Meneses Viviana Beatriz y Tamami Yazuma Lizeth Esthefania portadas de la Cédula de Identidad 0202416764 y 0202174470 en calidad de autoras y titulares de los derechos morales y patrimoniales del Trabajo de Titulación:
ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD ANTE LA AMENAZA DE ALUVIÓN EN EL SECTOR CHAUPIYACU DE LA PARROQUIA BALSAPAMBA, CANTÓN SAN MIGUEL EN EL PERIODO AGOSTO-DICIEMBRE 2025, modalidad proyecto de investigación, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, concedemos a favor de la Universidad Estatal de Bolívar, una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservamos a nuestro favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizamos a la Universidad Estatal de Bolívar, para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Digital, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Los autores declaran que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

VIVIANA BEATRIZ SISALEMA MENESES



LIZETH ESTHEFANIA TAMAMI YAZUMA



ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO 3

DEDICATORIA 5

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR 7

DERECHOS DE AUTORÍA NOTARIZADA 8

ÍNDICE DE TABLAS 13

ÍNDICE DE FIGURAS 14

INTRODUCCIÓN 15

RESUMEN 17

ABSTRACT 18

CAPÍTULO I. 19

1.1. Planteamiento del Problema 19

1.2. Formulación del Problema 21

1.3. Justificación 21

1.4. Objetivos 22

1.4.1. Objetivo General 22

1.4.2. Objetivos Específicos 22

1.5. Pregunta de la investigación 23

1.6. Variables (Operacionalización) 24

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO 27

2.1. Referencial o Georreferencial 27

2.2. Antecedentes (académicos y artículos de investigación) 29

2.3. Científico (bases teóricas en la que fundamenta la investigación) 33

2.3.1. ALUVIONES 33

2.3.2. Tipos de aluviones 33

2.3.3. Causas de los aluviones 34

2.3.4. Factores desencadenantes 35

2.3.5. Efectos 36
2.3.6. Formas de evaluaciones de aluviones. 37
2.3.6.1. Evaluaciones hidrológicos e hidráulicos 38
2.3.7. Medidas para la reducción de riesgos de aluviones. 42
2.3.8. Vulnerabilidad 43
2.3.9. Tipos de vulnerabilidad. 43
2.3.10. Factores de la vulnerabilidad 45
2.3.11. Medidas que pueden tomarse para contrarrestar las vulnerabilidades 45
CAPITULO III. METODOLOGÍA 51
3. METODOLOGÍA 51
3.1. Tipo de Investigación 51
3.2. Enfoque de la investigación 51
3.3. Métodos de Investigación 52
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recopilación de Datos 53
3.5. Universo, Población y Muestra 55
3.6. Técnicas de análisis y procesamiento de la Información 56
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 66
4. RESULTADOS 66
4.1. Resultado del objetivo 1: Identificar las zonas de mayor riesgo de aluviones 66
Delimitación de la microcuenca sector Chaupiyacu 66
4.1.1. Simulación hidráulica del flujo aluvional 94
4.1.2. Clasificación de zonas de riesgo 99
4.2. Resultado del objetivo 2: Evaluar el nivel de vulnerabilidad socioeconómica 100
4.2.1. Dimensión Social 101
4.2.2. Dimensión Económica 115
4.3. Resultado del objetivo 3: Proponer medidas de mitigación y adaptación 125

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 130
CONCLUSIONES..... 130
RECOMENDACIONES 132

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de la variable independiente 24
Tabla 2 Operacionalización de la variable dependiente 25
Tabla 3 Datos de precipitación máximas de 24 horas (mm) 68
Tabla 4 Prueba Kolmogórov - Smirnov 72
Tabla 5 Precipitaciones diarias máximas probables, para periodos de retorno. 76
Tabla 6 Modelo de Dick Peschke 78
Tabla 7 Intensidad de precipitación para los periodos de retorno 82
Tabla 8 Hietograma de precipitación, Periodo de retorno 88
Tabla 9 Resultados hidrológicos simulados para la microcuenca de Chaupiyacu 92
Tabla 10 Clasificación de zonas de riesgo de aluvión según resultados hidráulicos simulados 99
Tabla 11 Qué es un aluvión y como puede afectar a su vivienda 101
Tabla 12 Capacitación o información sobre cómo actuar ante un aluvión 102
Tabla 13 Existencia de señalización o rutas de evacuación en la comunidad (N = 58) 104
Tabla 14 Plan o punto de encuentro familiar en caso de emergencia (N = 58) 105
Tabla 15 Percepción de ubicación de la vivienda en zona de peligro (N = 58) 107
Tabla 16 Medidas necesarias para reducir el riesgo en la comunidad (N = 58) 108
Tabla 17 Continuidad de ayuda institucional actualmente (N = 58) 110
Tabla 18 Organización comunitaria después del aluvión (N = 58) 111
Tabla 19 Causa principal percibida del aluvión (N = 58) 113
Tabla 20 Actividad económica predominante de la familia en el Sector Chaupiyacu 115
Tabla 21 Afectación del negocio o actividad económica por el aluvión (N = 58) 117
Tabla 22 Ingreso actual del hogar (post-aluvión) (N = 58) 119
Tabla 23 Institución que brindó asistencia (N = 58) 120
Tabla 24 Tabla resumen de las categorías 123
Tabla 25 Matriz de medidas de mitigación y adaptación 127

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación zona de estudio del sector Chaupiyacu del Cantón San Miguel.... 27
Figura 2 Clasificación de la curva hipsométrica 41
Figura 3 Proceso para la delimitación de la microcuenca y obtención de los parámetros morfométricos..... 56
Figura 4..... 67
Figura 5 Tendencia de datos de precipitación 71
Figura 6 Distribución estadístico de LogNormal 75
Figura 7 Precipitación máxima estimada para diferentes periodos de retorno..... 77
Figura 8 Curvas intensidad-duración-frecuencia de precipitación..... 88
Figura 9 Hietograma de precipitación de diseño, periodo de retorno de 50 años 91
Figura 10 Hidrograma de salida y distribución de precipitación en la microcuenca de Chaupiyacu..... 93
Figura 11 Caudal específico simulado en la microcuenca de Chaupiyacu 95
Figura 12 Velocidad del flujo en la microcuenca de Chaupiyacu..... 96
Figura 13 Análisis hidráulico del sector vial y poblado..... 96
Figura 14 Calado o profundidad del flujo en la microcuenca de Chaupiyacu 98
Figura 15 Elevación de la lámina de agua en la microcuenca de Chaupiyacu..... 99
Figura 16 Conoce que es un aluvión y como puede afectar a su vivienda..... 102
Figura 17 Recibió capacitaciones sobre como actuar ante un aluvión..... 103
Figura 18 Existe señalización o rutas de evacuación en su comunidad 105
Figura 19 Su familia cuenta con un plan o punto de encuentro en caso emergencia . 106
Figura 20 Su vivienda está ubicado en una zona de peligro..... 107
Figura 21 Qué medidas considera necesarias para reducir el riesgo comunidad 109
Figura 22 Siguen recibiendo algún tipo de ayuda por parte de alguna institución..... 110
Figura 23 Como fue su organización despues de que ocurrio el aluvión..... 112
Figura 24 Cuál cree que fue la causa principal que se haya dado el aluvión 114
Figura 25 Actividad predominante de su familia 116
Figura 26 Su negocio o actividad económica tuvo afectación a causa del aluvión..... 118
Figura 27 Ingreso actual del hogar (post-aluvión) 120
Figura 28 Recibió alguna asistencia por parte de alguna institución 121

INTRODUCCIÓN

Los aluviones son eventos de origen hidrometeorológico y geológico, compuestos por flujos de detritos que se desplazan a gran velocidad por cauces y laderas. Debido a su elevada capacidad destructiva, pueden ocasionar el bloqueo de vías de comunicación, la interrupción de servicios básicos, daños a la infraestructura y afectaciones a la seguridad de la población.

La ocurrencia de aluviones se relaciona con toda una serie de factores, entre ellos, las lluvias intensas, la saturación de suelos, la existencia de fuertes pendientes, la deforestación, la ocupación inadecuada del territorio y la intervención antrópica en zonas susceptibles. Estos factores provocan un aumento de las escorrentías de los suelos, una reducción de la capacidad de infiltración del suelo y una mayor inestabilidad de laderas y ríos. (Toro, 2022).

En el Ecuador, los aluviones en época de lluvia han generado impactos significativos sobre la población, ocasionando pérdida de vidas, así como también pérdidas económicas, sociales y ambientales. La vulnerabilidad es la susceptibilidad de una población a sufrir daños ante la presencia de una amenaza, dependiendo de sus condiciones físicas, sociales, económicas e institucionales (Peña, 2018).

La presente investigación analiza la susceptibilidad a aluviones del sector Chaupiyacu, correspondiente a la parroquia Balsapamba, cantón San Miguel, provincia de Bolívar. Las características del relieve, las lluvias intensas y las condiciones socioculturales de la población eleva el nivel de exposición frente a esta amenaza. Los eventos registrados evidencian la necesidad de realizar un análisis integral de los factores que inciden en la vulnerabilidad de la comunidad, sobre todo estructural, educativo y socioeconómico.

RESUMEN

El sector de Chaupiyacu, parroquia Balsapamba perteneciente al cantón San Miguel, provincia de Bolívar, presenta una alta susceptibilidad debido a la amenaza de aluviones. El objetivo principal de la investigación fue analizar el nivel de vulnerabilidad socioeconómica ante aluviones. El enfoque de investigación fue mixto, de tipo descriptivo y exploratorio. Se utilizaron: en el objetivo 1, Sistemas de Información Geográfica, modelo digital de elevación, análisis hidrológico e hidráulico con IBER y datos climáticos del INAMHI; en el objetivo 2, observación de campo y encuestas aplicadas a los 58 moradores; y en el objetivo 3, se propusieron medidas de mitigación y adaptación considerando las condiciones socioeconómicas de la población. Los resultados fueron procesados con frecuencias, porcentajes y categorización. Los resultados muestran que la amenaza se encuentra concentrada en el cauce y con mayor intensidad en los tramos estrechos, en las zonas de mayor pendiente y en áreas contiguas a vías, viviendas e infraestructura expuestas. La prueba de simulación se realizó y dio lugar a una máxima velocidad de 3,753 m/s; de igual manera, a un calado máximo de 0,24739 m, a un caudal específico de 0,39921 m^3/s y a un caudal pico de 0,60 m^3/s. Asimismo, se destacó una vulnerabilidad alta en relación con la escasa disponibilidad de ingresos, escasa capacitación, falta de rutas de evacuación, falta de un plan familiar y escasa continuidad institucional. Para minimizar el riesgo se requieren medidas estructurales y no estructurales, articuladas y con efectiva participación comunitaria.

Palabras clave: aluvión, vulnerabilidad socioeconómica, gestión del riesgo, Chaupiyacu.

ABSTRACT

The Chaupiyacu sector, in the Balsapamba parish of the San Miguel cantón, Bolívar province, is highly susceptible to mudslides. The main objective of this research was to analyze the level of socioeconomic vulnerability to mudslides. The research approach was mixed, descriptive, and exploratory. The following methods were used: for objective 1, Geographic Information Systems, a digital elevation model, hydrological and hydraulic analysis using IBER, and climate data from INAMHI; for objective 2, field observations and surveys administered to the 58 residents; and for objective 3, mitigation and adaptation measures were proposed, taking into account the socioeconomic conditions of the population. The results were processed using frequencies, percentages, and categorization. The results show that the threat is concentrated in the riverbed and is most intense in narrow sections, areas with steeper slopes, and areas adjacent to roads, houses, and exposed infrastructure. The simulation test was conducted and resulted in a maximum velocity of 3.753 m/s: similarly, a maximum depth of 0.24739 m, a specific flow rate of 0.39921 m^3/s, and a peak flow rate of 0.60 m^3/s. Furthermore, high vulnerability was highlighted in relation to limited income, insufficient training, a lack of evacuation routes, the absence of a family emergency plan, and poor institutional continuity. To minimize the risk, structural and non-structural measures are required, coordinated and with effective community participation.

Keywords: mudslide, socioeconomic vulnerability, risk management, Chaupiyacu.

CAPÍTULO I.

1.1. Planteamiento del Problema

Los aluviones constituyen una amenaza recurrente en territorios con pendientes pronunciadas, presencia de cauces naturales, suelos inestables y alta exposición a lluvias intensas. En estos escenarios, el flujo repentino de agua, lodo, rocas y sedimentos puede generar daños significativos en viviendas, vías, cultivos, servicios básicos y medios de vida de la población. Los impactos generados por este evento no dependen únicamente de la ocurrencia del fenómeno natural, sino también de las condiciones de vulnerabilidad de las comunidades asentadas en zonas expuestas, especialmente cuando existen limitaciones económicas, infraestructura deficiente, baja preparación comunitaria y escasa planificación territorial (Toro, 2022)

Durante la temporada de lluvias, numerosos aluviones afectan a las poblaciones de la región montañosa, ríos cercanos y cauces de arroyos. La destrucción se incrementa aún más cuando hay una falta de planificación adecuada del uso del suelo que deje viviendas vulnerables en áreas de alto riesgo, medidas de prevención, sistemas de advertencia, sistemas de evacuación y organización comunitaria. En este sentido, la vulnerabilidad socioeconómica de las familias es el factor principal para determinar su capacidad para reducir su nivel de afectación, gestionar la emergencia y fortalecer su proceso de recuperación post-evento (Toro, 2022).

El sector Chaupiyacu de la parroquia Balsapamba del cantón San Miguel de la provincia de Bolívar es particularmente susceptible a amenazas por aluviones repentinas debido a sus condiciones físicas y sociales. La problemática se agrava ya que la región está expuesta a altas precipitaciones durante la temporada de lluvias y las carreteras

existentes concentran la escorrentía. Podría arrastrar cantidades significativas de escombros hacia áreas de tránsito y habitacionales.

Estas condiciones fueron aún más evidentes durante el evento ocurrido el 14 de febrero de 2025, cuando un aluvión repentino afectó a la población del sector Chaupiyacu. Se evidenció una alta exposición de la población, así como también la estructura de sus viviendas en mal estado, la ausencia de preparación en la comunidad y un alto nivel de pobreza en muchas de las familias afectadas. Además, estas condiciones pueden aumentar el nivel de daño ante futuros eventos, debido a que una población con bajos recursos, escaso acceso a medidas preventivas, limitada capacitación y débil organización institucional tiene menor capacidad para responder oportunamente y recuperarse después de una emergencia (Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, 2025).

A pesar de la importancia del problema, no se cuenta con un análisis detallado que permita determinar de manera específica el nivel de vulnerabilidad socioeconómica de la población del sector Chaupiyacu frente a la amenaza de aluviones. Aunque se reconoce que la naturaleza del sector presenta ciertas amenazas, deben identificarse de manera más específica los factores sociales, económicos y físicos que impactan en la capacidad de respuesta de la comunidad. En ausencia de esta información, se pueden tomar acciones de prevención y mitigación, pero probablemente abordarán el marco general y no responderán de manera adecuada a las necesidades reales de la comunidad afectada.

En consecuencia, el principal problema de esta investigación es entender el nivel de vulnerabilidad socioeconómica ante los aluviones en el sector Chaupiyacu, parroquia Balsapamba, cantón San Miguel. Para ello, se analizó las condiciones de vida de la población, la capacidad económica, el nivel de preparación comunitaria y el apoyo institucional.

1.2. Formulación del Problema

¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad socioeconómica ante la amenaza de aluviones en la parroquia Balsapamba sector Chaupiyacu del cantón San Miguel?

1.3. Justificación

El presente estudio busca analizar la vulnerabilidad socioeconómica de la población del sector Chaupiyacu, parroquia Balsapamba, cantón San Miguel, frente a la amenaza de aluviones. Ya que esta zona presenta condiciones físicas y sociales que incrementan su exposición a la amenaza, entre ellas el relieve irregular, la presencia de cauces naturales, las precipitaciones intensas en temporada lluviosa, la cercanía de viviendas e infraestructura vial a zonas susceptibles y las limitaciones socioeconómicas de parte de la población. Estas condiciones pueden aumentar los daños ante futuros eventos, especialmente cuando las familias no cuentan con suficientes recursos, preparación, organización comunitaria o acceso oportuno a medidas de prevención.

Esta investigación tiene relevancia social porque permite identificar las condiciones de vulnerabilidad de la población del sector Chaupiyacu frente a aluviones. Para ello, se analizan factores sociales y económicos como el acceso a servicios básicos, la percepción de la amenaza, la organización comunitaria, las rutas de evacuación, el apoyo institucional, los ingresos familiares y las actividades económicas. Los resultados contribuirán a fortalecer la gestión del riesgo mediante el diseño de estrategias de prevención, preparación y reducción de la vulnerabilidad, adaptadas a las condiciones locales.

Desde un enfoque técnico, el estudio se centrará en los sectores más vulnerables, usando la combinación de datos de exposición y condiciones socioeconómicas del sector, obtenidos a través de encuestas aplicadas a la población.

Esta técnica permitirá organizar de manera estructurada datos sobre las amenazas y las condiciones sociales de la población. Con estos datos, las autoridades locales, miembros de la comunidad y las organizaciones competentes pueden fortalecer la preparación comunitaria y la ejecución de medidas preventivas para mejorar la planificación territorial.

Desde una perspectiva académica, este estudio ayuda a la gestión del riesgo de desastres en comunidades rurales vulnerables a amenazas como los aluviones. Además, representa un aporte significativo a la formación profesional en el ámbito de la gestión de riesgos, ya que se analiza el territorio, la sociedad y la prevención relacionados con un problema que afecta a una comunidad local específica.

El proyecto también es factible, ya que cuenta con condiciones técnicas, metodológicas y operativas para su desarrollo. La información requerida puede obtenerse mediante la revisión documental, el levantamiento de datos en campo, la aplicación de encuestas, el uso de herramientas geoespaciales y el análisis de la información recolectada. Asimismo, el estudio puede desarrollarse dentro del tiempo previsto y con recursos accesibles, lo que permite cumplir los objetivos planteados.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Analizar el nivel de vulnerabilidad socioeconómica ante la amenaza de aluviones en la parroquia Balsapamba sector Chaupiyacu del cantón San Miguel.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar la amenaza de aluvión en el sector de Chaupiyacu mediante modelamientos hidrológicos e hidráulicos.

- Evaluar el nivel de vulnerabilidad socioeconómica en el sector Chaupiyacu.
- Proponer medidas de mitigación y adaptación considerando las condiciones socioeconómicas de la población.

1.5. Pregunta de la investigación

- ¿Cuál es la delimitación y el nivel de intensidad de la amenaza de aluvión en el sector Chaupiyacu, a partir de la simulación en Iber?
- ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad socioeconómica de la población frente a la amenaza de aluvión?
- ¿Qué medidas de mitigación y adaptación se puede implementar en el sector de Chaupiyacu para reducir los impactos de los aluviones, considerando las condiciones socioeconómicas de la población?

1.6. Variables (Operacionalización)

Tabla 1 *Operacionalización de la variable independiente*

Variable	Definición	Dimensión	Indicadores	Escala	Criterios de medición
Variable independiente: amenaza de aluvión	Flujo de agua, lodo, sedimentos y material suelto que se desplaza por una quebrada o cauce, generando afectación en zonas expuestas.	Parámetros morfométricos de la microcuenca	Superficie de la cuenca	Km2	A partir de un Modelo Digital de Elevación (MDE).
			Pendiente	m/s	Cálculo a partir del MDE en SIG
			Longitud del cauce	km	Medición del cauce en SIG.
		Parámetros hidrológicos	Precipitación	mm	Registros de estaciones meteorológicas
			Rugosidad del terreno	Coeficiente de Manning	Asignada según el tipo de cobertura y uso del suelo
			Escorrentía	mm	Mediante modelamiento hidrológico (HEC-HMS) utilizando precipitación, uso del suelo y tipo de suelo.

		Densidad de drenaje	Km/km2	Relación longitud de cauces/área
		Caudal	m^3/s	Simulación hidrológica.
	Parámetros hidráulicos	Velocidad del flujo	m/s	Modelamiento hidráulico.
		Calado	m	Modelamiento hidráulico.
		Elevación de lámina de agua	m	Modelamiento hidráulico.
		Clasificación de las zonas de riesgo	Alto Medio Bajo	Zonificación de la amenaza.

Tabla 2 *Operacionalización de la variable dependiente*

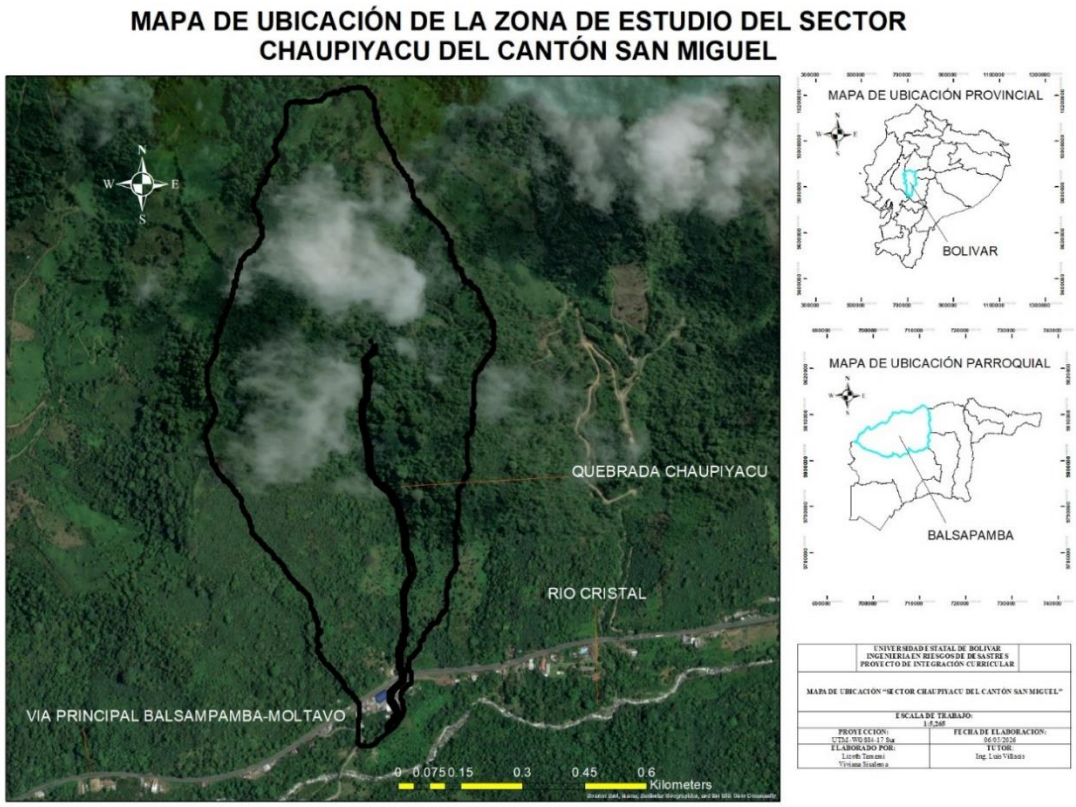
Variable	**Definición**	**Dimensión**	**Indicadores**	**Escala**	**Criterio de medición**
Variable dependiente: Vulnerabilidad socioeconómica	Incapacidad de una persona, familia o comunidad para anticipar, resistir, soportar y	Dimensión social	Conocimiento del aluvión, capacitación recibida, existencia de señalización o rutas de evacuación, plan familiar o punto de encuentro, percepción de ubicación en zona de riesgo, medidas	Ordinal: baja, media y alta.	Determinado a partir del nivel de conocimiento, preparación, organización

	recuperarse de los impactos de amenazas externas o crisis (climáticas, económicas o sanitarias)		necesarias para reducir el riesgo, asistencia institucional recibida, continuidad del apoyo, organización comunitaria y percepción de causas del aluvión.		comunitaria, percepción del riesgo y capacidad de respuesta ante aluviones.
		Dimensión económica	La actividad económica predominante, el ingreso actual del hogar, así como la afectación del negocio o actividad económica.	Ordinal: baja, media y alta.	Determinado a partir de la estabilidad de los medios de vida, afectación económica, nivel de ingresos y capacidad de recuperación de los hogares afectados.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Referencial o Georreferencial.

Figura 1 *Ubicación zona de estudio del sector Chaupiyacu del cantón San Miguel*



Fuente: Elaboración propia

Chaupiyacu es un sector rural ubicado en la parroquia Balsapamba, cantón San Miguel, provincia de Bolívar. Los límites oficiales de Balsapamba en los que se encuentra el recinto Chaupiyacu son:

Norte: Limita con el sector de Las Guardias y la parroquia Telimbela (cantón Chimbo).

Sur: Limita con la parroquia Régulo de Moro y el cantón Montalvo (provincia de Los Ríos).

Este y Oeste: El relieve está marcado por el río Cristal y las estribaciones montañosas hacia los cantones San Miguel y Montalvo**.**

La microcuenca del sector Chaupiyacu tiene las siguientes características:

Área: 0.666741 km

Longitud: 79° 12' 57.383" W

Coordenadas X: 698460.62

Coordenadas Y: 9805547.449

Según información recabada en el estudio, el sector Chaupiyacu cuenta con alrededor de 68 familias y 214 habitantes, lo que evidencia su exposición directa al peligro de aluvión. Esta condición demográfica es importante, ya que la magnitud del impacto puede ser grande en función de la calidad del número de personas que lo padecen, en especial si hay limitaciones en infraestructura, servicios básicos y poder de respuesta comunitario (Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, 2025).

Asimismo, el aluvión del 14 de febrero de 2025 afectó de manera importante a la población en los aspectos físicos y socioeconómicos, lo que evidencio la necesidad de analizar a fondo la vulnerabilidad del sector. En este contexto, la organización de la comunidad posterior al evento fue principalmente a partir del trabajo en equipo y reuniones periódicas; aunque también se encontraron puntos débiles en la coordinación o voluntad de coordinación y ausencia de estructuras formales permanentes, para la prevención y atención de emergencias (Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, 2025).

Se registro otro aluvión ocurrido el 10 de marzo del 2026 originado por las intensas precipitaciones registradas durante la madrugada. El evento provocó el descenso de agua, lodo, rocas y material vegetal desde la parte alta de la microcuenca, ocasionando el desbordamiento del flujo hacia la vía principal y las zonas habitadas. Como consecuencia, se produjo la obstrucción total de aproximadamente un kilómetro de la vía

San Miguel–Balsapamba (E-491), el ingreso de lodo y material pétreo a viviendas y kioscos comerciales, daños en una alcantarilla y de la cancha de la comunidad, además de la interrupción temporal del servicio eléctrico (Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, 2025).

2.2. Antecedentes (académicos y artículos de investigación).

Existen varios estudios e investigaciones relevantes que abordan el tema de aluviones y de vulnerabilidad. A continuación, se referencian algunos que pueden aportar a la investigación.

El artículo de investigación "Evaluación de la vulnerabilidad a los flujos de escombros en la selva central peruana". Los huaicos o huaycos, como se les llama localmente, tienen ciertas características y son corrimientos de tierra con origen climatológico, en especial el fenómeno del Niño, según Sánchez (2023).

Según el Proyecto Multinacional Andino, un huaico se define como un flujo de detritos o un flujo de escombros, dependiendo de la cantidad de sedimento.

Las áreas de influencia de un huaico es el espacio delimitado por una cierta quebrada o río, donde se producen las mayores afectaciones, especialmente en el delta o cono de depositado. Conforme Sánchez (2023), las afectaciones causadas por un huaico son por el aumento del caudal hidráulico. La gran energía que desprende ocasiona que se arrastre gran cantidad de material del terreno, especialmente cuando con el agua de las intensas lluvias que aumenta el caudal del río se forman enormes avalanchas de barro.

Los huaicos también se desarrollan durante la época de lluvia (entre diciembre y abril). En los años el fenómeno de El Niño, los torrentes de lodo se hacen más frecuentes y de mayor magnitud. Las lluvias torrenciales que caen sobre las cuencas hidrográficas

limeñas ponen en actividad a muchas quebradas y torrenteras, en algunos casos, llegan a represar el río hacia el que descargan su caudal.

Los huaicos destruyen viviendas y cultivos, e inhabilitan tramos de carreteras e infraestructuras sanitarias. Todos estos factores contribuyen a la destrucción de poblados y a la interrupción de servicios básicos, como el agua potable y energía eléctrica, en los sectores vecinos.

De acuerdo con un reporte en 2014, de los 150 distritos en riesgo, las zonas más propensas a huaicos son:

Cuenca del rio Rímac (Lima) con 12 quebradas conectadas.

Cuenca del rio Chanchamayo (Junín)

Cuenca del rio Mayo (San Martín)

Zonas de Quincemil La Convención, Lares y otras microcuencas del rio Vilcanota, Urubamba (Cusco)

Zona urbana de Arequipa

En caso del Ecuador, a lo largo de la historia, varios eventos han evidenciado la vulnerabilidad en el Ecuador frente a este tipo de fenómenos, especialmente en zonas de pendiente y áreas cercanas a ríos o quebradas.

El estudio de investigación "Formulación de la propuesta del Plan de Gestión de Suelo y evaluación de daños y pérdidas de bienes muebles e inmuebles ocasionados por el aluvión de la quebrada El Tejado, realizado por Palacios (2022)", en Quito, tuvo como objetivo la propuesta de gestión de suelo por el aluvión de la quebrada el Tejado, conforme a los instrumentos establecidos en la LOOTUGS a partir de la evaluación de daño y pérdidas de inmuebles e infraestructuras.

Se trata de un estudio cuantitativo, de campo y de tipo descriptivo, en el que se utilizó la información geográfica y topográfica que emitieron las instituciones públicas.

Se espera que este informe contenga un estimado de los daños en bienes público y privado, así como también una referencia precisa y detallada de las alteraciones geográficas del sector, las cuales sirven de referencia para conocer las causas y posibles riesgos asociados a futuros aluviones (Ortiz, 2023).

Respaldado por el Gobierno Regional de Antofagasta, el trabajo titulado "Aluviones históricos y prehistóricos en la ciudad de Taltal, II Región de Antofagasta", realizado por Meza (2019) en Santiago de Chile, tuvo como objetivo determinar las causas de la ocurrencia de aluviones en esa comuna. La investigación presentó un diseño no experimental, descriptivo y de campo. La conclusión más importante a la que se ha llegado es que las afectaciones de los aluviones en esa región responden al cambio climático, a la geomorfología y al desconocimiento de la población sobre los riesgos de construir en lugares cercanos a las quebradas (Armando, 2023).

El artículo científico de Paredes et al. (2022) "Aluvión de Quito: una mirada comunicacional del desastre", tuvo como objetivo describir lo ocurrido que dio lugar al aluvión de Quito en 2022 y analizar el rol de los medios de comunicación durante la emergencia. La investigación se desarrolló bajo enfoque cuantitativo, siendo un estudio descriptivo de campo.

Entre el principal hallazgo se determinó que, durante el evento de La Gasca, el municipio priorizó las actividades de rescate y hubo una gran cantidad de comunicados informando sobre dichas acciones. Sin embargo, no se detalló las actividades que el municipio llevó a cabo para evitar el evento o cómo se llevaría a cabo el proceso de reconstrucción del sector. Así mismo no hay comunicados de planos oficiales para prevenir riesgos de desastres naturales, aparte de la prohibición de construir en estos lugares (Armando, 2023).

Por último, se considera el trabajo titulado “Análisis geológico y numérico del flujo de lodo de la quebrada El Tejado del 31 de enero de 2022, Quito–Ecuador”, realizado por Troncoso et al. (2022). Este estudio tuvo como objetivo describir la geomorfología del sector, las condiciones geográficas, de cómo se generó y el proceso de generación del flujo de lodo. Se detalla que el evento se debió a las intensas lluvias que caen en el sector. No obstante, la situación se vio agravada por factores antrópicos, especialmente por la presencia de escombreras y un inadecuado diseño vial, los cuales comprometieron la efectividad de algunas obras de mitigación existentes (Armando, 2023).

Los antecedentes investigativos revisados aportan significativamente a nuestro tema de estudio, ya que permiten comprender de forma integral los factores que influyen en la vulnerabilidad frente a los aluviones. El estudio de Palacios (2022) constituye un referente para evaluar los daños y pérdidas, para proponer una adecuada gestión del suelo. Por su parte, Meza (2019) describe los factores condicionantes como la geomorfología, el cambio climático y la ocupación inadecuada del territorio, aspectos que están presentes en el sector.

Asimismo, Paredes et al. (2022) evidencian deficiencias en la planificación y comunicación institucional durante la gestión de emergencias, lo cual destaca la necesidad de fortalecer la gestión del riesgo desde un enfoque preventiva. Por otro lado, Troncoso et al. (2022) analiza las condiciones geológico y geomorfológicas ocurrido en la quebrada El Tejado, destacando factores naturales y antrópicos.

Finalmente, estos estudios proporcionan fundamentos conceptuales, metodología y técnicos que respaldan la investigación, sirviendo como base para el análisis de la vulnerabilidad socioeconómica frente a la amenaza de aluvión en el sector Chaupiyacu.

2.3. Científico (bases teóricas en la que fundamenta la investigación)

2.3.1. ALUVIONES

Según Piñera (2020), un aluvión es un tipo de flujo de masa compuesta por una mezcla de agua, sedimentos, rocas y materia orgánica, que se desplazan rápidamente por cauces y laderas, causando una destrucción significativa en su órbita. Los aluviones pueden clasificarse por volumen y velocidad, causados por una intensa precipitación, terremoto, actividad volcánica o intervención humana en pendientes y arroyos.

Algunos factores detonantes que causan los aluviones son las fuertes lluvias, movimientos sísmicos, deforestación y mal uso de la tierra. Asimismo, la intervención humana, afecta como una urbanización no planificada o una gestión inadecuada de residuos sólidos que aumenta la impermeabilización del suelo y reduce la capacidad de infiltración que aumenta la escorrentía superficial. (Piñera, 2020).

2.3.1.1 Tipos de aluviones

Para profundizar nuestro estudio, es necesario también conocer los distintos tipos de aluviones que pueden existir.

- **Aluviones de detritos**

Este tipo de aluviones se caracterizan por tener una alta concentración de sedimentos gruesos como rocas, gravas y material vegetal mezclado con agua. Son muy destructivos y se mueven a gran velocidad, especialmente en zonas montañosas con fuertes pendientes. Un flujo de detritos puede alcanzar velocidades superiores a 40 km/h y transportar rocas de más de un metro de diámetro. (Ochoa J. , 2020)

- **Aluviones de lodo**

Contienen un alto porcentaje de partículas finas como arcillas y limos, mezcladas con agua. Son más fluidos que los flujos de detritos; sin embargo, también pueden ser devastadores por su capacidad de inundar áreas amplias. Los flujos de lodo tienden a propagarse en terrenos con suelos arcillosos y provocan colapsos de viviendas por sedimentación (Piñera, 2020).

- **Flujos hiperconcentrados**

Se encuentran entre los flujos de agua sedimentada y los flujos de detritos. Transportan una mezcla intermedia de agua y partículas sólidas. Tienen un comportamiento hidráulico similar al de una corriente de agua, pero con alto potencial erosivo. Los flujos hiperconectados son comunes en quebradas de zonas áridas o semiáridas durante lluvias intensas. (Sevilla, 2020)

- **Aluviones volcánicos (Lahares)**

Son flujos generados por la mezcla de materiales volcánicos (como ceniza y tefra) con agua de origen pluvial o glaciar. Suelen ser desencadenados por erupciones o deshielos súbitos. Los lahares pueden recorrer decenas de kilómetros desde el volcán y destruir pueblos enteros en minutos. (Álvarez, 2022)

2.3.1.2 Causas de los aluviones

Algunas causas por las que se producen los aluviones son:

Lluvias intensas y prolongadas, que son las principales causas de aluviones es la precipitación excesiva, que satura el suelo y genera escorrentía superficial, arrastrando sedimentos y materiales inestables (Ochoa F. , 2023).

- **Topografía escarpada,** las pendientes pronunciadas favorecen la acumulación de energía cinética en el agua, facilitando el arrastre de grandes volúmenes de material (Ochoa F. , 2023).
- **Suelos no cohesionados o inestables,** los suelos sueltos, con poca vegetación o alterados por actividades humanas, son más susceptibles a aluviones (Ochoa F. , 2023).
- **Deforestación,** por la eliminación de la cobertura vegetal reduce la cohesión del suelo y aumenta la erosión, facilitando el desencadenamiento de aluviones (Ochoa F. , 2023).
- **Por la actividad sísmica o volcánica,** por los movimientos telúricos o erupciones pueden desestabilizar taludes y originar aluviones, especialmente si están acompañados de lluvias (Ochoa F. , 2023).
- **La Intervención humana,** se produce por la urbanización desordenada, las construcciones en zonas de riesgo, y las obras mal planificadas pueden alterar el equilibrio natural del terreno (Ochoa F. , 2023).

Para realizar la zonificación de amenazas por aluviones, se puede utilizar herramientas como Sistemas de Información Geográfica (SIG), las cuales permiten identificar zonas de riesgo, integrando variables como pendiente, el tipo de suelo, la cobertura de plantas y la precipitación. Estas herramientas son esenciales para la gestión de riesgos, la toma de decisión y la planificación territorial (Sevilla, 2020).

2.3.2 Factores desencadenantes

- **Sismos.** Pueden causar la formación de represas temporales al bloquear causes. Las fallas en estas represas generan escurrimientos y aluviones de forma repentina ya que generan una liberación de sedimento.

- **Precipitación.** Puede contribuir a la erosión del suelo, especialmente en zonas con pendientes fuertes, impulsando el movimiento de sedimentos y proporcionando aluviones.
- **Saturación del suelo.** El momento en que el terreno llega a su máxima capacidad de retención de agua se adquiere la inestabilidad. Esto puede ocurrir por torrenciales lluvias. Dependiendo de la cantidad de agua y el tipo de tierra puede que el deslizamiento varíe a aluvión con escombros o lodo.

2.3.3 Efectos

Efectos inmediatos y físicos

- **Pérdida de vidas y heridos:** Las corrientes de agua y lodo pueden provocar traumatismos graves o la muerte de personas y animales.
- **Destrucción de infraestructura:** Viven el arrastre de viviendas, edificios, puentes, vías férreas y carreteras, lo que interrumpe el transporte y el acceso a servicios de emergencia y médicos.
- **Daños a propiedades y bienes:** Se pierden bienes materiales, como vehículos, electrodomésticos y otros enseres, además de cosechas y ganado.
- **Contaminación de agua:** Las fuentes de agua potable pueden contaminarse con lodo, escombros y desechos, generando escasez de agua potable.
- **Daños en servicios básicos:** Se pueden dañar o romper cables eléctricos, tuberías de agua y gas, y sistemas de alcantarillado.

Efectos a largo plazo y sociales

- **Problemas de salud pública:** Los servicios básicos de salud estarán bajo mayor estrés cuando las condiciones sanitarias empeoren. Se convierten en focos de epidemias transmisibles.

- **Desplazamiento de comunidades:** La destrucción de viviendas lleva a las comunidades a evacuar sus residencias. Las víctimas de la destrucción están más aisladas y necesitan mayor ayuda humanitaria.
- **Impacto económico:** Los aluviones tienen un impacto negativo inmediato y duradero en la economía local y nacional. En particular, afectan la productividad agrícola, el turismo y el comercio de bienes y capital.
- **Impacto social y psicológico:** Los desastres, pueden ser muy impactantes socialmente y psicológicamente, provocando traumas y efectos sociales, como perder un medio de subsistencia y algunos problemas comunitarios.

2.3.4 Formas de evaluaciones de aluviones.

Se realiza con el fin de determinar las causas, los niveles de amenaza, la vulnerabilidad y los riesgos asociados. Estas evaluaciones se pueden clasificar en cuatro formas principales.

Evaluación Geomorfológica

- Análisis de mapas topográficos y modelos digitales del terreno (MDT).
- Analizar las características del relieve, pendientes, cauces y formas del terreno.
- Identificar zonas propensas a deslizamientos o acumulaciones de material que puedan generar aluviones.

Evaluaciones de Campo y Comunitarias

- Visitas técnicas para verificar la estabilidad del terreno.
- Entrevistas comunitarias para obtener información histórica de eventos pasados.

Evaluación de Riesgo y Vulnerabilidad

- Elaboración de mapas de amenaza y riesgo Sistemas de Información Geográfica (SIG).

- Evaluación de exposición y vulnerabilidad de viviendas, vías de comunicación y servicios básicos.

2.3.4.1 Evaluaciones hidrológicos e hidráulicos

Área (A). Es la característica más importante, que se encuentra definida por la red hídrica. Mantiene una relación directa entre la magnitud del área y los caudales generado por las precipitaciones, expresado en kilómetro cuadrado (km2).

Clasificación de área

Nombre	Área (km2)
Unidad	<5
Sector	5 – 20
Microcuenca	20 – 100
Subcuenca	100 – 300
Cuenca	>300

Perímetro (P). Medida del espacio de la cuenca. Esta longitud permite entender la configuración de la cuenca en relación con la superficie

Factor de Forma (Kf). Es fundamental debido a su influencia en el tiempo que tarda en concentrarse el agua, lo que permite comprender la rapidez con la que el río y sus tributarios reaccionan ante la presencia de intensas precipitaciones.

.

Factor de forma, Horton

$$K_f = \frac{A}{L^2}$$

Clasificación de la forma de la cuenca hidrográfica

Rangos de Valores	Forma de la cuenca
< 0,22	Muy Alargada
0,22 – 0,30	Alargada
0,30 – 0,37	Ligeramente Alargada
0,37 – 0,45	Ni alargada ni ensanchada
0,45 – 0,60	Ligeramente alargada

0,60 – 0,80	Ensanchada
0,80 – 1,12	Muy ensanchada
>1,20	Redondeando el desagüe

Pendiente media de la cuenca. Cambio en el ángulo de inclinación dentro de una cuenca, es esencial para comprender como se mueven las capas del suelo. En áreas elevadas, la inclinación pronunciada provoca más dificultades relacionadas con la erosión, mientras que, en las zonas planas, son más comunes los inconvenientes de drenaje y acumulación del drenaje.

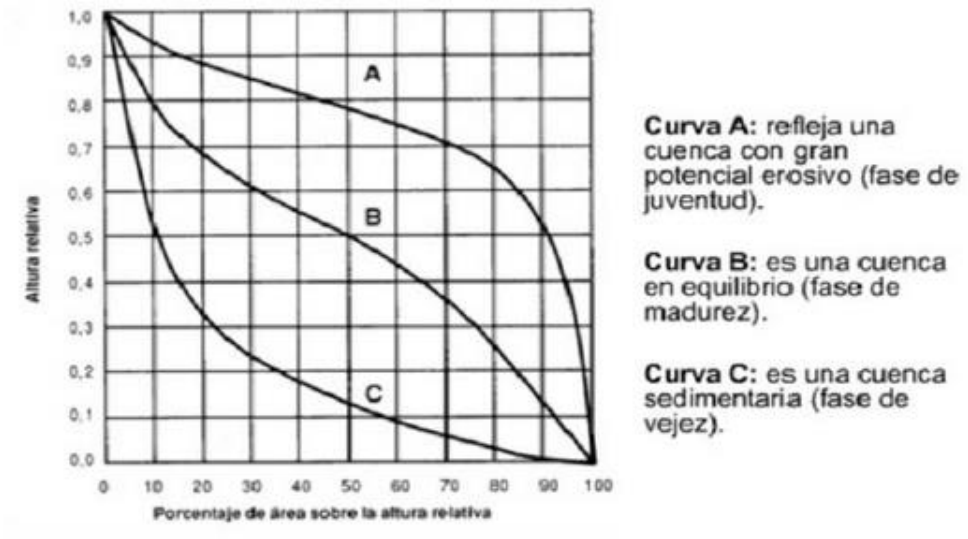
Clasificación de las cuencas de acuerdo con la pendiente.

Pendiente Media	**Tipo de relieve**
0 – 3	Plano
3 – 7	Suave
7 – 12	Medianamente Accidentado
12 – 20	Accidentado

20 – 35	Fuertemente accidentado
35 – 50	Muy fuertemente accidentado
50 – 75	Escarpado
>75	Muy Escarpado

Curva hipsométrica. Se trata de una gráfica que muestra la proporción del espacio de la cuenca o la zona de la cuenca, en kilómetro cuadrados, que se encuentra por encima de un nivel específico.

Figura 2 *Clasificación de la curva hipsométrica*



Parámetro de la Red Hídrica. Se determina las longitudes completas de la red hídrica, así como la longitud del río principal.

Densidad de drenaje. Es la dinámica de la cuenca, es la relación entre la longitud de los ríos y área total.

$$D_d = \frac{L}{A}$$

Donde:

L: Longitud de la red hídrica (km)

A: Área de la cuenca (km2)

Factores de densidad de drenaje de las cuencas según Strahler/Horton

Densidad de drenaje (km/km2)	Categoría	Interpretación Ambiental
<1	Baja	Baja la escorrentía y aumenta la infiltración
1 – 2	Moderada	Tendencia media de escorrentía
2 – 3	Alta	Alta tendencia a fluir las inundaciones
>3	Muy Alta	Alta tendencia a la escorrentía y erosión

2.3.5 Medidas para la reducción de riesgos de aluviones

Se puede tomar medidas para reducir el riesgo de aluviones, entre las que se destacan las siguientes:

- Evitar la ocupación de zonas propensas a aluviones mediante regulaciones de uso del suelo y la reubicación de asentamientos vulnerables.

- Implementar sistemas de monitoreo y alerta que permitan evacuar a la población antes del evento.
- Construcción de diques, muros de contención, canales de desvío y trampas de sedimentos para controlar el flujo del material transportado por el aluvión.
- La cobertura vegetal ayuda a estabilizar los suelos y reducir la escorrentía superficial.
- Capacitación a la población en planes de emergencia, rutas de evacuación y simulacros ante desastres.
- Realizar estudios geotécnicos y monitoreos periódicos en zonas de riesgo para actualizar mapas de amenaza y vulnerabilidad ((IIGE), 2024).

2.3.2 Vulnerabilidad

Es la fragilidad o susceptibilidad de un sistema, como una comunidad, una organización o un activo, para sufrir daños ante la exposición a un peligro o una amenaza. Es la debilidad que permite que una amenaza cause un impacto negativo, ya sea físico, económico, social o institucional. La vulnerabilidad no es una amenaza en sí misma, sino una condición que hace que una amenaza sea más probable que cause un resultado negativo (Gómez, 2025).

2.3.2.1 Tipos de vulnerabilidad.

La vulnerabilidad socioeconómica, según Lavell (2000), se refiere a la susceptibilidad de los individuos, los hogares o las comunidades a experimentar deterioros en su bienestar debido a factores económicos y sociales adversos. Esta condición se ve agravada por la falta de acceso a recursos, servicios básicos y redes de protección social.

Para este estudio, se menciona la medición de la vulnerabilidad socioeconómica a través del índice de pobreza Multidimensional (IPM), que es una herramienta que permite identificar las condiciones preexistentes de pobreza que hacen que ciertos hogares presenten mayores riesgos frente a las amenazas.

Dentro del contexto de los desastres naturales, la vulnerabilidad socioeconómica implica la pérdida de medios de vida, ingresos y capital económico como consecuencia de la exposición a amenazas (Lavell, 2000).

Vulnerabilidad física. Se trata de desplegar poblaciones en espacios que tienen riesgo físico por motivos de infraestructura, falta de servicios o condiciones ambientales.

Vulnerabilidad social. La falta de organización es el grado deficiente de organización y cohesión interna que presenta una comunidad y que no le permite prevenir ni responder eficazmente a situaciones de riesgo.

Vulnerabilidad económica. Se origina por la escasa capacidad de ingresos de una población, región o país. La exposición de una sociedad a fenómenos externos es mayor cuando se tiene un acceso deficiente a bienes y servicios o a empleos o tierras u otros recursos que permitan satisfacer las necesidades básicas.

Vulnerabilidad educativa. Se refiere a la escasa información sobre el entorno y preparación ante las emergencias. Uno de los factores preventivos es conocer la realidad de la zona y cómo se debe actuar ante un problema.

Vulnerabilidad ecológica. Es la manera en que las personas tienen relación con el medio ambiente. Un contexto natural puede ser peligroso para una población a causa del clima o de sucesos naturales y, a su vez, los ecosistemas ven su interferencia por la acción humana. El agua, el aire y el suelo se alteran por culpa de estas actividades.

Vulnerabilidad cultural. Es la manera mediante la cual las personas se reconocen como disruptivo. Los medios, la información, la difusión de estereotipos y los valores

inciden en los usos de la lengua. Afecta la manera en que un grupo se comporta ante una amenaza.

Vulnerabilidad política. Este fenómeno surge como consecuencia de una involucración escasa en la toma de decisiones de una comunidad. La mala gestión de los riesgos se debe a la falta de autonomía de las instituciones.

2.3.2.2 Factores de la vulnerabilidad

La vulnerabilidad es una noción que se vincula con la idea de riesgo. El riesgo es la probabilidad de que un peligro genere un daño. La magnitud de un riesgo es dependiente tanto del peligro o amenaza como de las características de los elementos que se encuentran expuestos a ello (Coronado, 2017).

Depende de tres factores:

Exposición. Cuando las personas están en terreno peligroso, donde han sucedido acontecimientos adversos. El número de seres humanos en el planeta se ha vuelto un problema importante.

Fragilidad. - Se refiere a la vulnerabilidad que tiene una población frente a un peligro. Su componente son las condiciones físicas y socioeconómicas, Por ejemplo, la edificación o la pobreza.

Resiliencia. - Es la capacidad de las personas para adaptarse a una circunstancia y sobreponerse a una dificultad más que aferrarse a esa dificultad, manifestando fortaleza y flexibilidad.

2.3.2.3 Medidas que pueden tomarse para contrarrestar las vulnerabilidades

- Reducir los riesgos lo máximo posible. Por ejemplo, mediante alertas que permitan la preparación tanto de una persona como de un país.

- Fortaleces las capacidades o recursos existentes para estar en las mejores condiciones ante posibles peligros.
- Tratar las causas que generan vulnerabilidad. Por ejemplo, la desigualdad o una mala gestión de gobierno.

2.4.Legal

Las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastre, menciona cuatro principios rectores en cuanto a gestión de riesgos dentro del territorio nacional, provincial y cantonal, los mismo que se mencionan a continuación:

Prioridad 1: Comprender el riesgo de desastres.

Prioridad 2: Fortalecer la gobernanza del riesgo de desastres para gestionar dicho riesgo.

Prioridad 3: Invertir en la reducción de riesgo de desastres para la resiliencia.

Prioridad 4: Aumentar la preparación para casos de desastres, a fin de dar una respuesta eficaz y para reconstruir mejor en ámbitos de la recuperación, rehabilitación y reconstrucción (Marco de Sendai para la Reducción de Riesgos de Desastres , 2015).

El marco legal ecuatoriano cuenta con varios artículos relacionados con la gestión de riesgos en el territorio ecuatoriano, centrándose en la preparación y respuesta ante posibles eventos adversos derivados de amenazas naturales y antrópicas que enfrenta el territorio ecuatoriano.

Constitución de la república del Ecuador en el Artículo 340 menciona que:

El Sistema Nacional de Inclusión y Equidad Social se define como el conjunto articulado y coordinado de sistemas, instituciones, políticas, normas, programas y servicios, que aseguren el ejercicio, la garantía, y la exigibilidad de los derechos

reconocidos por la Constitución, así como el cumplimiento de los objetivos del régimen de desarrollo.

El sistema, tal y como lo define la Ley 1622 de 2013, en su artículo 3, es un conjunto organizado de componentes y procedimientos que articulan, interactúan y se coordinan ágil y eficaz entre sí y con otros sistemas e instituciones estatales y sociales.

El sistema está conformado por los ámbitos de la educación, la salud, la seguridad social, la gestión del riesgo, la cultura física y el deporte, el hábitat y la vivienda, la cultura, la comunicación y la información, el disfrute del tiempo libre, la ciencia y la tecnología, la población, la seguridad humana y el transporte (Constitución de la Republica del Ecuador, 2008).

El artículo 389 establece que:

El Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico, mediante la prevención del riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y el mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad (Constitución de la Republica del Ecuador, 2008).

Código Orgánico de Organización Territorial, COOTAD mediante el Artículo 140 indica que:

Actividades diseñadas para gestionar los riesgos. La gestión de riesgos que comprende las acciones de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia para hacer frente a todas las amenazas de origen natural o antrópico que afecten al territorio, se gestionarán de manera concurrente y de forma articulada por todos los niveles de gobierno, de acuerdo con las políticas y planes emitidos por el organismo nacional responsable, conforme a la Constitución y la ley (COOTAD, 2019).

El Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgo está conformado por las unidades de gestión de riesgo de todas las entidades, no sólo privadas, sino también públicas, de los campos regional, local y nacional. El Estado ejercerá la dirección técnica a través del organismo establecido en la ley. Sus principales funciones serán, entre otras:

1. Reconocer los riesgos que ya existen y que se puede presentar, con el objeto de que se afecte al territorio ecuatoriano.

2. Producir, democratizar el acceso y divulgar información suficiente y oportuna para la correcta gestión del riesgo.

3. Que todas las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente, y en forma transversal, la gestión del riesgo en su planificación y su gestión.

4. Concientizar a la ciudadanía, así como también en las entidades públicas y privadas, sobre los riesgos inherentes a cada uno de sus ámbitos de acción, para informar sobre ellos e incorporar acciones acertadas para reducirlos.

5. Articular a las instituciones para que coordinen acciones destinadas a prevenir y mitigar los riesgos, así como para enfrentar, recuperar y mejorar las condiciones anteriores a la ocurrencia de una emergencia o desastre.

6. Realizar las acciones necesarias para prevenir y mitigar los efectos de desastres o emergencias, así como para atender y recuperar de sus eventuales efectos en el territorio nacional, coordinar y articular a las autoridades con competencias en esta materia.

7. Asegurar la disponibilidad de recursos suficientes, en el tiempo estipulado, para el funcionamiento del Sistema, y coordinar la cooperación internacional que se destine al manejo del riesgo.

El Artículo 390 menciona que:

Los riesgos que se presenten se gestionarán de acuerdo con el principio de descentralización subsidiaria, lo que implica la responsabilidad directa de las

instituciones que actúan dentro de su ámbito geográfico. Cuando las capacidades de gestión del riesgo no sean suficientes, las instancias de mayor ámbito y capacidad técnica y financiera brindarán el apoyo correspondiente, con respeto a la autoridad de las instituciones en el territorio y sin relevarlos de su responsabilidad.

El Artículo 397 menciona que:

El Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud de la población y la restauración de los ecosistemas dañados. Aparte de la pena que proceda, el Estado repetirá frente al operador de la actividad que causó el daño las obligaciones a que dé lugar la reparación integral, en la forma y con los procedimientos que establezca la ley. El control ambiental será también responsabilidad de las servidoras o los servidores competentes (Constitución de la Republica del Ecuador, 2008).

Ley de seguridad pública y del Estado, Articulo 11, literal (d), de la Gestión de Riesgos, indica que:

Las entidades públicas y privadas, tanto nacionales como regionales y locales, son responsables de la prevención y las medidas para contrarrestar, reducir y mitigar los riesgos de origen natural y antrópico, o para reducir la vulnerabilidad. El Estado ejercerá dicha rectoría a través de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (Estado, 2014).

2.5.Conceptual (glosario de términos)

- **Aluvión:** Un aluvión es un fenómeno que se origina por el incremento significativo de la lluvia en un corto período de tiempo.
- **Amenaza:** Se define como un peligro latente que puede causar un fenómeno natural que afecte a las personas o al entorno donde habitan.

- **Evaluación de riesgos**: Se aplica tanto una metodología cualitativa como una cuantitativa para determinar el alcance de la amenaza, en función de las condiciones existentes de exposición y vulnerabilidad de la población.
- **Fenómenos naturales**: Son aquellos eventos de la naturaleza de origen natural, como fuerte lluvia o deslizamiento, que ocasiona un aluvión.
- **Medidas de mitigación**: Estrategias o acciones cuya finalidad es mitigar el impacto de las amenazas naturales.
- **Planificación territorial**: Distribución ordenada del uso del suelo, tomando en cuenta riesgos naturales.
- **Resiliencia**: Se refiere a la capacidad de una comunidad para recuperarse de un desastre.
- **Riesgo**: La probabilidad de ocurrencia que el evento causa daños.
- **Vulnerabilidad**: Se define como el grado de susceptibilidad de una comunidad, infraestructura o entorno frente a un evento peligroso (desgracia, calamidad, sismo, inundación, etcétera).
- **Vulnerabilidad física**: Estas condiciones se refieren a que un asentamiento humano o su entorno construido pueden sufrir daños debido a su localización en zonas de riesgo o deficiencias en la calidad de sus estructuras físicas.
- **Vulnerabilidad social**: Se refiere a la susceptibilidad de un determinado grupo social para ser dañado por alguna amenaza (desastre natural, crisis económica, entre otros), así como su poca capacidad para afrontar, recuperarse y prevenir la adversidad.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de Investigación

- **Descriptiva**

Este método permitió mostrar y caracterizar, sin manipular variables, la situación real en la que se encuentra el sector Chaupiyacu, tanto frente a la amenaza de aluvión como respecto a la vulnerabilidad socioeconómica de su población. En el componente de amenaza, posibilita describir las zonas de mayor riesgo mediante el análisis cartográfico y el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), identificando las áreas expuestas según sus condiciones físicas e hidráulicas. En cuanto a la vulnerabilidad, facilita examinar el acceso a servicios básicos, las condiciones de las viviendas, la organización comunitaria y otros factores sociales y económicos que influyen en la capacidad de respuesta ante un posible aluvión.

- **Exploratoria**

La presente investigación cumple esta característica, ya que se realizó una exploración de los factores socioeconómicos y vulnerabilidad ante aluviones, identificando percepciones y experiencias de la comunidad a través de entrevistas y observación directa.

3.2. Enfoque de la investigación

- **Mixta**

El enfoque mixto combina los enfoques cualitativo y cuantitativo, con el propósito de comprender el fenómeno de estudio desde dos perspectivas complementarias.

El enfoque cuantitativo consistió en el modelamiento bidimensional con el Software Iber, obteniendo datos de calado y velocidad con el fin de representar la amenaza de aluvión. Asimismo, se analizaron los resultados numéricos obtenidos mediante encuestas, la medición de la vulnerabilidad socioeconómica, los porcentajes, las frecuencias, la clasificación de zonas de riesgo, y los parámetros morfométricos e hidráulicos.

Los datos cualitativos, por su parte, tienen que ver con la descripción e interpretación de la situación del sector, la percepción que tienen los moradores sobre el aluvión, la organización comunitaria, las causas que se percibidas del evento y la explicación del contexto territorial y social.

Este enfoque de análisis permitió contar con información que integra cada uno de estos elementos y que da cuenta de la realidad y condiciones del sector, tanto en la amenaza de aluvión como en la vulnerabilidad de la población.

Con base a la información obtenida, se elaboraron propuestas de medidas de reducción ante la exposición de amenaza de aluvión en el sector de Chaupiyacu.

3.3. Métodos de Investigación

Deductivo

En la investigación se aplicó el método deductivo, ya que parte de criterios generales ya establecidos sobre amenaza, vulnerabilidad y gestión del riesgo para aplicarlos al caso específico del sector Chaupiyacu.

A través de este método se logró identificar las causas y consecuencias, lo que permitió comprender por qué ocurre el evento en el área de estudio. Para el análisis de la amenaza de aluvión, se emplean herramientas como análisis cartográfico, los Sistemas de

Información Geográfica (SIG), la revisión de pendientes, cauces y zonas expuestas. Por otro lado, para la vulnerabilidad socioeconómica se aplican encuestas, observación de campo e indicadores relacionados con ingresos, servicios básicos, conocimiento del riesgo, capacitación y organización comunitaria.

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recopilación de Datos

Para alcanzar los objetivos específicos planteados de la investigación, se utilizaron diversas técnicas.

Objetivo Especifico 1. Caracterizar la amenaza de aluvión en el sector de Chaupiyacu mediante modelamiento hidrológico e hidráulico

Se descargó el Modelo Digital de Elevación (DEM) desde la plataforma SIG tierras, con el fin de delimitar la microcuenca y obtener los parámetros morfométricos correspondientes, generando los shapes de la microcuenca, los cuales fueron importados al software Iber. A partir de ello, se realizó la búsqueda de los datos de precipitación por horas desde 1 enero del 2000 hasta 31 de diciembre del 2025 de la plataforma Power Data Access View de la Nasa.

Seguidamente, una vez obtenidos los datos de precipitación mensual, se aplicó el método de descarte de los valores atípicos de (Outliers). Finalmente, se realizó el modelamiento con las precipitaciones mencionadas, obteniendo como resultado el calado y velocidad del flujo.

Objetivo 2. Evaluar el nivel de vulnerabilidad socioeconómica en el sector Chaupiyacu.

Para este objetivo, se aplicó una encuesta estructurada a los moradores del sector Chaupiyacu. Este instrumento permitió recopilar información sobre actividad económica,

ingresos, conocimiento del aluvión, capacitación recibida, existencia de rutas de evacuación, planes familiares, asistencia institucional y organización comunitaria.

Ítems utilizados en la encuesta:

1. ¿Actividad económica predominante de su familia?
2. ¿Conoce qué es un aluvión y cómo puede afectar a su vivienda?
3. ¿Ha recibido capacitación o información sobre cómo actuar ante un aluvión?
4. ¿Existe señalización o rutas de evacuación en su comunidad?
5. ¿Cuenta su familia con un plan o punto de encuentro en caso de emergencia?
6. ¿Considera que su vivienda está ubicada en zona de riesgo?
7. ¿Qué medidas considera necesarias para reducir el riesgo en su comunidad?
8. ¿El negocio o su actividad económica tuvo afectación a causa del aluvión?
9. ¿Cuál es el ingreso actual del hogar (post-aluvión)?
10. ¿Recibieron alguna asistencia por parte de alguna institución?
11. ¿Siguen recibiendo algún tipo de ayuda por parte de alguna institución?
12. ¿Cómo fue su organización después de que ocurrió el aluvión?
13. ¿Cuál cree usted que fue la causa principal para que se haya dado el aluvión?

La encuesta fue diseñada a partir de las dimensiones e indicadores establecidos en la operacionalización de la variable vulnerabilidad socioeconómica y social. Fue sometido a un proceso de revisión por parte del tutor durante el desarrollo de la investigación, con el propósito de verificar la claridad, pertinencia y coherencia de las preguntas respecto a los objetivos planteados.

Objetivo específico 3: Proponer medidas de mitigación y adaptación considerando las condiciones socioeconómicas de la población

Para este objetivo, se integraron los resultados obtenidos en los dos objetivos anteriores. Se relacionaron las zonas de mayor riesgo identificadas mediante SIG e IBER con las condiciones socioeconómicas de la población.

A partir de este análisis se propusieron medidas estructurales, como obras de contención, limpieza de cauces, señalización y reforestación, y medidas no estructurales, como capacitación comunitaria, planes familiares, organización barrial y coordinación institucional.

3.5. Universo, Población y Muestra

El universo de estudio estuvo constituido por todos los habitantes del sector Chaupiyacu, perteneciente a la parroquia Balsapamba del cantón San Miguel, quienes se encuentran expuestos a la amenaza de aluviones. Esta población está distribuida en zonas rurales con características socioeconómicas diversas y con distintos niveles de vulnerabilidad ante eventos naturales.

La población objeto del estudio se conformó por todos los habitantes mayores de edad del sector Chaupiyacu. Para determinar la muestra, se aplicó un muestreo probabilístico aleatorio simple, utilizando la fórmula para poblaciones finitas. Además, se consideró un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, en función de la información poblacional disponible proporcionada por el GAD parroquial o el INEC.

El sector Chaupiyacu, perteneciente a la parroquia Balsapamba del cantón San Miguel, registra un total de 68 familias residentes, que en conjunto suman una población de 214 habitantes.

Fórmula de tamaño de la muestra para poblaciones finitas.

$$n = \frac{Z^2 * pqN}{E^2(N-1) + Z^2pq}$$

Donde:

Z = nivel de confianza =95%

n = Tamaño de la muestra = 214

p = Es la variable positiva probabilidad de éxito= 0.5

q = variable negativa o probabilidad de fracaso= 0.5

N = Tamaño de la población= 68

E = precisión o error = 0.05

$$n = \frac{1.96^2 * (0.5)(0.5) * 68}{0.05^2(68-1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = \frac{65.28}{1.1279} = 57.87$$

$$n = 58$$

La muestra fue de 58.

3.6. Técnicas de análisis y procesamiento de la Información

Objetivo 1. Caracterizar la amenaza de aluvión en el sector de Chaupiyacu mediante modelamiento hidrológico e hidráulico

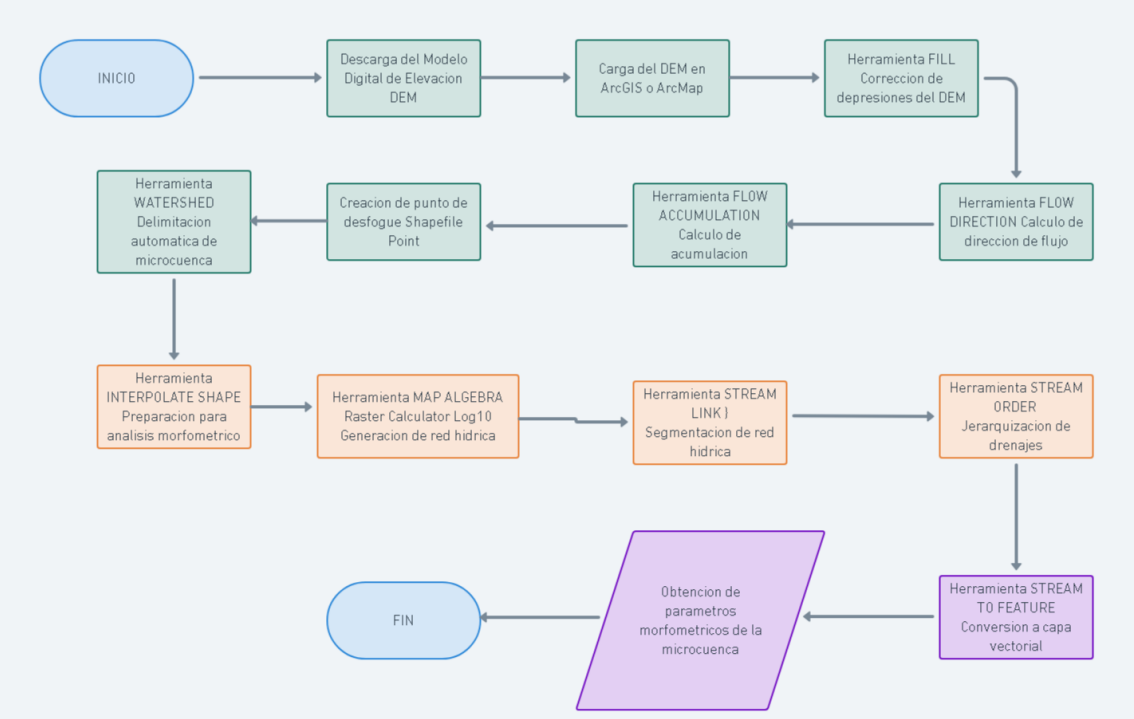
Se utilizó el modelo matemático bidimensional con un módulo hidrodinámico especializado, siendo una herramienta esencial para evaluar la amenaza de aluviones en el sector Chaupiyacu. Este modelo permitió una mejor comprensión de los posibles escenarios de afectación en el área de estudio, facilitando la toma de decisiones y la implementación de las medidas efectivas de gestión del riesgo.

Delimitación de la microcuenca.

A partir del Modelo Digital de Elevación (DEM) obtenido de la plataforma SIG, se representaron las características del relieve del sector Chaupiyacu. Asimismo, se

identificar las zonas de pendiente, se reconoció la red de drenaje y delimitó la microcuenca.

Figura 3 *Proceso para la delimitación de la microcuenca y obtención de los parámetros morfométricos*



Nota: Realizado por Tamami L. y Sisalema V.2026

Metodología para validación de datos de precipitación

Análisis de datos dudosos (Outliers)

Los valores atípicos(outliers) son datos que se desvían de las demás tendencias de datos. Por esta razón, es importante identificar y manejar la desviación de los datos ya que puede afectar significativamente los resultados.

Datos de precipitación máxima.

Se realizó el cálculo de los valores máximos de precipitación mensual. Posteriormente, se efectuó un análisis de valores atípicos con el propósito de identificar registros que presentaran desviaciones significativas respecto al comportamiento general de los datos recopilados.

La detección de estos valores permitió evaluar posibles anomalías, inconsistencias o eventos extremos, los cuales podrían influir en la interpretación de los resultados y en la estimación de la amenaza.

Datos de precipitación máximas de 24 horas (2000 - 2025)

	MESES											
Año	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Set**	**Oct**	**Nov**	**Dic**
2000	16.38	24.81	47.1	22.05	27.1	8.66	2.29	2.66	5.52	1.9	1.25	7.16
2001	19.62	49.26	37.8	21.15	6.89	5.84	1.64	2.18	2.88	2.72	4.89	4.73
2002	6.48	36.69	41.6	26.46	8.53	6.71	4	1.55	2.59	5.1	4.36	12.25
2003	26.73	45.74	24.5	24.43	7	3.17	3.11	1.9	3.12	3.93	8.68	13.97
2004	20.33	28.85	26.7	16.64	9.9	4	3.73	2.46	4.81	3.09	5.24	4.69
2005	0.53	5.51	17.3	31.34	1.33	0.99	0.28	0.4	1.15	3.36	8.63	2.36
2006	17.42	26.38	18.7	10.72	7.75	7.7	2.04	2.02	0.54	0.71	0.71	1.47

2007	25.4	1.1	11.3	0.81	1.81	8.02	1.42	3.87	2.49	8	7.68	5.47
2008	28.83	27.53	36.3	16.21	10.5	6.05	3.04	6.26	7.47	5.55	3.54	1.65
2009	24.79	25.35	24.9	3.62	0.93	1	1.39	3	1.26	4.1	1.72	5.66
2010	25	18.54	13.8	27.12	2.74	14.32	2.08	1.58	3.88	2.67	5.58	14.22
2011	10.07	26.58	10.5	56.01	3.82	3.86	4.11	12.85	6.46	2.58	6.74	4.37
2012	28.26	47.93	28.9	20.42	14.7	4.18	2.75	3.02	3.89	9.96	4.07	2.79
2013	13.34	19.18	38.7	17.45	6.73	7.37	2.8	2.62	1.86	5.28	3.7	2.49
2014	30.58	19.02	10.7	4.09	21.9	6.51	2.49	1.76	4.63	7.33	1.68	4.92
2015	12.3	19.82	21.2	20.13	14.4	9.51	3.63	1.5	1.36	5.28	9.58	7.49
2016	18.12	22.29	35.6	33.95	3.58	4.23	1.92	1.72	7.72	3.03	4.89	3.61
2017	25.2	28.33	44.5	34.26	22.4	7.34	3.2	3.91	2.06	9.42	6.19	8.11
2018	12.24	26.07	25.5	9.39	14.1	4.94	5.61	4.43	2.43	4.31	4.59	7.23

2019	19.35	21.82	24.5	19.08	9.01	7.67	5.85	3.14	1.54	4.82	17.72	12.24
2020	26.68	13.48	33	20.7	12.2	7.53	12.7	4.19	1.45	5.37	7.27	25.44
2021	74.85	12.57	31	11.9	20.2	50.62	2.82	1.86	6.48	5.95	14.27	29.37
2022	24.34	14.66	32	12.25	7.37	5.35	6.38	2.08	4.45	5.11	5.32	4.63
2023	8.02	40.09	24.2	34.82	9.77	5.33	18.4	36.26	2.59	5.46	5.52	16.54
2024	23.86	30.53	4.3	11.4	14.1	12.26	3.64	4.04	9.83	16.78	6.15	18.32
2025	12.59	31.19	37.8	44.49	8.95	31.7	4.57	3.35	3.02	16.83	6.37	5.25

Nota. La tabla muestra los resultados de valores máximos de precipitación mensual, en la cual se identificó un valor atípico de 74.85 correspondiente al mes de enero 2021. Elaborado por Tamami L. y Sisalema V., 2026.

Prueba de Bondad de ajuste Kolmogórov- Smirnov

Se utiliza para determinar si los datos obtenidos de la muestra provienen de una distribución o modelo de probabilidad permitiendo verificar que tipos de distribución se ajusta mejor a los datos que se obtuvo.

Mediante la prueba de bondad aplicado a los valores máximos de precipitación obtenidos, se evidencia que los datos tienden a seguir una distribución normal. Sin embargo, el modelo de log Person, se ajusta menor a los datos y presenta menos dispersión de datos.

Software Hydrognomon

Para calcular los periodos de retorno en el software Hydrgnomon, se debe ingresar los datos de precipitación máxima anual. Una vez cargada los datos, se emplea distribuciones tales como Normal, Log Normal, y Pearson III, con el objetivo de seleccionar el tipo de análisis que mejor se ajuste a los datos de precipitación.

Posteriormente, se realiza la prueba de bondad de ajuste de Kolmogórov, método más utilizado para eventos hidrológicos.

El análisis del periodo de retorno se basa en la comparación entre diversas distribuciones, observándose que la distribución de Log Person III se ajusta a los datos de precipitación máxima. En función de esta distribución, se estiman los valores correspondientes a los periodos de retorno de 2, 5, 10, 25 y 50 años.

Curvas IDF (Intensidad- Duración- Frecuencia)

Es una herramienta que permite analizar el comportamiento de la intensidad, duración y frecuencia de las precipitaciones, en la cual la intensidad se relaciona con la cantidad de precipitación, mientras que la duración se refiere a la intensidad de lluvias en función al tiempo de duración, así también la frecuencia se refiere a la probabilidad de presencia de lluvia con intensidad y duración sin interrupciones.

Modelo Hidráulico Iber

Es un modelo bidimensional para modelar el flujo de ríos, canales y cauces naturales que permiten la combinación de módulos hidrodinámicos. (Sánchez, 2021)

Primero se realizó la selección del Modelo Digital de Elevación (DEM), con la que se va a trabajar y guiará el flujo generado por la aplicación, así mismo se crea un polígono con formato shapefile, delimitando manualmente la cuenca y el suelo aledaño.

Una vez generado se importan estos dos archivos en formato ASCII, dentro del software, se asignaron valores de rugosidad adecuadas a la zona de estudio, creando una malla no

estructura, otorgando valores más pequeños al cauce de la quebrada y valores más altos al suelo cercano, para una mejor delimitación.

Finalmente, se otorga valores de tiempo en los datos del problema para definir la duración del evento y que se genere la animación del flujo.

Objetivo 2: Evaluar el nivel de vulnerabilidad socioeconómico

Aplicación de encuestas estructuradas. Se diseñó y aplicó un cuestionario dirigido a los moradores del sector Chaupiyacu, con el fin de recopilar información socioeconómica, organizativa, institucional y de percepción de la amenaza.

Los datos obtenidos fueron tabulados y procesados mediante Microsoft Excel.

Para determinar el nivel de vulnerabilidad, se utilizó un método que consiste en la evaluación descriptiva de los porcentajes obtenidos en cada una de sus variables. Cuando los resultados evidencian una alta incidencia de factores críticos, tales como limitaciones en la disponibilidad de recursos financieros, insuficiencia o inexistencia de rutas de evacuación, afectación significativa de los medios de vida, deficiencias en la infraestructura de prevención y mitigación, así como una elevada exposición territorial a amenazas, se determina la existencia de un nivel de vulnerabilidad alto.

Esta condición refleja una reducida capacidad de respuesta, adaptación y recuperación frente a eventos adversos, incrementando la probabilidad de que se generen impactos severos sobre la población, la infraestructura y las actividades socioeconómicas del sector Chaupiyacu.

Se determina una vulnerabilidad media cuando se presente algunas capacidades, conocimientos o formas de apoyo comunitarios, aunque estos resulten insuficientes para asegurar una respuesta adecuada y sostenida al riesgo. La vulnerabilidad baja se establece

para aquellas categorías en las que, predominado condiciones favorables de preparación comunitaria, capacidad organizativa, recursos, menor exposición. En el presente estudio no se observó ninguna categoría que predominara con baja vulnerabilidad (UNDRR, 2020).

La medición de la vulnerabilidad socioeconómica se realizó mediante la evaluación de indicadores agrupados en las dimensiones social y económica. Para ello, se analizaron las respuestas obtenidas a través de encuestas con preguntas cerradas y abiertas, las cuales fueron procesadas mediante estadística descriptiva, utilizando frecuencias absolutas y relativas.

Las preguntas abiertas fueron categorizadas de acuerdo con la similitud de las respuestas, mientras que las preguntas cerradas permitieron cuantificar la percepción y condiciones de la población frente a la amenaza de aluviones.

La clasificación de los niveles de vulnerabilidad (alta, media y baja) se estableció mediante la interpretación integral de los resultados obtenidos para cada indicador, considerando criterios como nivel de preparación, capacidad de respuesta, organización comunitaria, apoyo institucional, condiciones económicas y exposición al riesgo.

De esta manera, aquellos indicadores que evidenciaron carencias significativas en preparación, organización, infraestructura preventiva o capacidad económica fueron clasificados como vulnerabilidad alta; los que presentaron condiciones intermedias fueron clasificados como vulnerabilidad media; y aquellos que reflejaron fortalezas o capacidades adecuadas fueron considerados como vulnerabilidad baja.

Se evalúa indicadores de vulnerabilidad socioeconómica. Algunos de estos indicadores son:

* Acceso a servicios básicos.

* Ingresos familiares.

* Organización comunitaria.

* Preparación ante emergencias.

* Apoyo institucional.

Luego, interpretamos y clasificamos los resultados de cada indicador. Se clasifican en niveles de vulnerabilidad.

Índice	Nivel de vulnerabilidad
1.00 - 1.66	Baja
1.67 - 2.33	Media
2.34 – 3.00	Alta

Objetivo 3. Proponer medidas de mitigación y adaptación considerando las condiciones socioeconómicas de la población

Se integraron los resultados obtenidos en el análisis de la amenaza de aluvión y en la evaluación de la vulnerabilidad socioeconómica de la población del sector Chaupiyacu. De esta manera, las medidas propuestas no se plantearon de forma general, sino en función de los problemas identificados en el área de estudio.

Inicialmente, se revisaron los resultados técnicos correspondientes al Objetivo 1, considerando principalmente los sectores donde el flujo se concentra dentro del cauce analizado, los tramos estrechos, los cambios de pendiente, la velocidad del flujo, el calado

y la cercanía de viviendas, vías e infraestructura expuesta. Esta información permitió reconocer los puntos donde podrían requerirse acciones físicas de prevención o reducción de la amenaza.

En complemento, se analizaron los resultados del Objetivo 2 relacionados con la vulnerabilidad socioeconómica de la población. Se consideraron aspectos como la falta de capacitación, la ausencia de rutas de evacuación, la inexistencia de planes familiares, la débil organización comunitaria, así como las percepciones de las causas de los aluviones y la afectación económica. Asimismo, se evaluó el nivel de respaldo institucional. Estos componentes representaron las condiciones sociales y organizativas del sector.

Considerando la comparación de ambos resultados, solo se eligieron las medidas específicas que abordaban las necesidades de Chaupiyacu. Por lo tanto, no se utilizó otro método de medición de la resiliencia, porque en esta parte de la investigación, esta medición no iba a ser utilizada. Por ello, las propuestas se clasificaron utilizando una matriz de priorización sencilla. Esto incluía el problema, la ubicación, el objetivo, los interesados y el nivel de prioridad.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. Análisis, Interpretación y discusión de resultados

4.1. Resultado del objetivo 1: Caracterizar la amenaza de aluvión en el sector de Chaupiyacu mediante modelamiento hidrológico e hidráulico.

Delimitación de la microcuenca sector Chaupiyacu

Para la delimitación del nivel de amenaza por flujo de aluvión del sector Chaupiyacu, se utilizó el Modelo Digital de Elevación (DEM), el cual permitió representar la superficie del terreno y reconocer el comportamiento natural del drenaje. A partir de este modelo, se procesaron las direcciones de flujo, la acumulación de escorrentía y la red hídrica principal. Este procedimiento fue fundamental para establecer el límite real de aporte hacia el cauce analizado y para definir la trayectoria del flujo aluvional desde la parte alta de la microcuenca hasta los sectores bajos, donde se localizan vías e infraestructura expuesta.

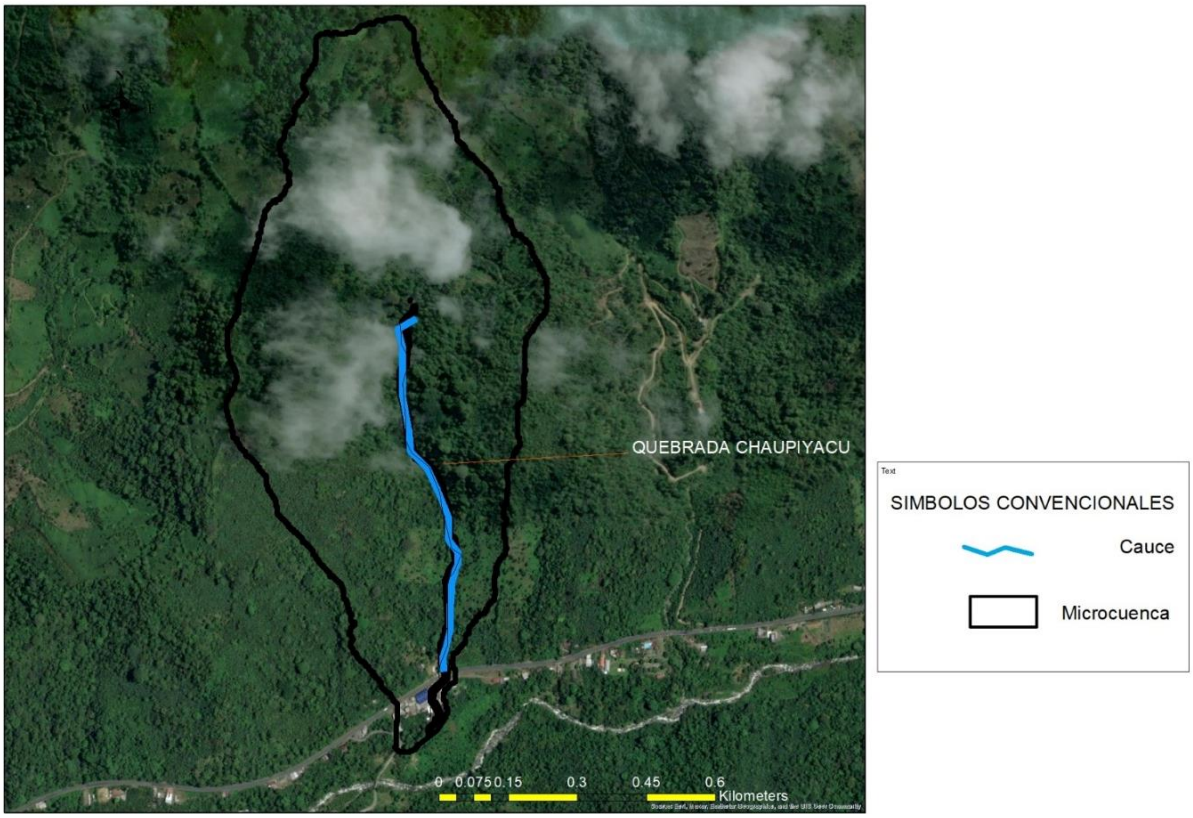
La delimitación nos permite identificar el área de captación hídrica, donde las precipitaciones se concentran y drenan hacia un único punto de salida, ya que se encargada de conducir el flujo de agua desde la parte alta hasta la zona baja del área de estudio.

Además, la microcuenca posee una forma alargada, con pendientes pronunciadas y cobertura vegetal predominante.

Asimismo, la delimitación realizada permite comprender la dirección natural del drenaje superficial y constituye una base fundamental para el desarrollo de estudios hidrológicos e hidráulicos, modelación de caudales y evaluación de amenazas naturales en el sector Chaupiyacu.

Figura 4

Delimitación microcuenca de Chaupiyacu



Fuente: Elaboración propia

Una vez delimitada la microcuenca, se realizó la simulación hidrológica del evento de precipitación para la subcuenca denominada “Cuenca Alta”. El modelo hidrológico consideró el inicio de la simulación el 01 de enero de 2026 a las 00:00 horas y su finalización el 02 de enero de 2026 a las 00:00 horas. Los resultados permitieron estimar el volumen de precipitación, las pérdidas, el exceso de lluvia y el caudal de salida generado por la microcuenca.

El análisis estadístico de las precipitaciones permitió caracterizar el comportamiento hidrológico de la cuenca asociado a la amenaza de aluvión en el sector Chaupiyacu. Asimismo, los parámetros obtenidos constituyeron la base para la generación de los

escenarios hidrológicos y su posterior modelación hidráulica mediante el software IBER, facilitando la evaluación de la dinámica del flujo y las zonas potencialmente afectadas por este fenómeno.

Tabla 3 *Datos de precipitación máximas de 24 horas (mm)*

REGISTRO DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA DE 24 HORAS (mm)

Estación:	**Estación 02**				Latitud:							Dpto:	Sector Chaupiyacu	
Parámetro:	Precipitación Máxima 24 hr (mm)				Longitud:							Prov:	Bolívar	
Año	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Set**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**Pmax24**	**Log(P24 hr)**
2000	16.38	24.81	47.1	22.05	27.1	8.66	2.29	2.66	5.52	1.9	1.25	7.16	**47.1**	**1.67**
2001	19.62	49.26	37.8	21.15	6.89	5.84	1.64	2.18	2.88	2.72	4.89	4.73	**49.3**	**1.69**
2002	6.48	36.69	41.6	26.46	8.53	6.71	4	1.55	2.59	5.1	4.36	12.25	**41.6**	**1.62**
2003	26.73	45.74	24.5	24.43	7	3.17	3.11	1.9	3.12	3.93	8.68	13.97	**45.7**	**1.66**
2004	20.33	28.85	26.7	16.64	9.9	4	3.73	2.46	4.81	3.09	5.24	4.69	**28.9**	**1.46**

2005	0.53	5.51	17.3	31.34	1.33	0.99	0.28	0.4	1.15	3.36	8.63	2.36	**31.3**	**1.50**
2006	17.42	26.38	18.7	10.72	7.75	7.7	2.04	2.02	0.54	0.71	0.71	1.47	**26.4**	**1.42**
2007	25.4	1.1	11.3	0.81	1.81	8.02	1.42	3.87	2.49	8	7.68	5.47	**25.4**	**1.40**
2008	28.83	27.53	36.3	16.21	10.5	6.05	3.04	6.26	7.47	5.55	3.54	1.65	**36.3**	**1.56**
2009	24.79	25.35	24.9	3.62	0.93	1	1.39	3	1.26	4.1	1.72	5.66	**25.4**	**1.40**
2010	25	18.54	13.8	27.12	2.74	14.32	2.08	1.58	3.88	2.67	5.58	14.22	**27.1**	**1.43**
2011	10.07	26.58	10.5	56.01	3.82	3.86	4.11	12.85	6.46	2.58	6.74	4.37	**56.0**	**1.75**
2012	28.26	47.93	28.9	20.42	14.7	4.18	2.75	3.02	3.89	9.96	4.07	2.79	**47.9**	**1.68**
2013	13.34	19.18	38.7	17.45	6.73	7.37	2.8	2.62	1.86	5.28	3.7	2.49	**38.7**	**1.59**
2014	30.58	19.02	10.7	4.09	21.9	6.51	2.49	1.76	4.63	7.33	1.68	4.92	**30.6**	**1.49**
2015	12.3	19.82	21.2	20.13	14.4	9.51	3.63	1.5	1.36	5.28	9.58	7.49	**21.2**	**1.33**
2016	18.12	22.29	35.6	33.95	3.58	4.23	1.92	1.72	7.72	3.03	4.89	3.61	**35.6**	**1.55**

2017	25.2	28.33	44.5	34.26	22.4	7.34	3.2	3.91	2.06	9.42	6.19	8.11	**44.5**	**1.65**
2018	12.24	26.07	25.5	9.39	14.1	4.94	5.61	4.43	2.43	4.31	4.59	7.23	**26.1**	**1.42**
2019	19.35	21.82	24.5	19.08	9.01	7.67	5.85	3.14	1.54	4.82	17.72	12.24	**24.5**	**1.39**
2020	26.68	13.48	33	20.7	12.2	7.53	12.7	4.19	1.45	5.37	7.27	25.44	**33.0**	**1.52**
2021	74.85	12.57	31	11.9	20.2	50.62	2.82	1.86	6.48	5.95	14.27	29.37	**74.9**	**1.87**
2022	24.34	14.66	32	12.25	7.37	5.35	6.38	2.08	4.45	5.11	5.32	4.63	**32.0**	**1.50**
2023	8.02	40.09	24.2	34.82	9.77	5.33	18.4	36.26	2.59	5.46	5.52	16.54	**40.1**	**1.60**
2024	23.86	30.53	4.3	11.4	14.1	12.26	3.64	4.04	9.83	16.78	6.15	18.32	**30.5**	**1.48**
2025	12.59	31.19	37.8	44.49	8.95	31.7	4.57	3.35	3.02	16.83	6.37	5.25	**44.5**	**1.65**

Figura 5 *Tendencia de datos de precipitación*



Nota. Se evidencia el incremento del nivel de precipitaciones, observándose que no sobrepasa los rangos de precipitaciones máximas y mínimos, la cual representa que no existen datos atípicos.

Los datos de precipitación de 24 h (mm/h) obtenidos de la plataforma Power Data Access View de la Nasa fueron procesados para identificar y tratar los datos atípicos generados por la plataforma, para reducir el nivel de incertidumbre en los datos y determinar la precisión. En la cual en este proceso se utilizó la metodología de Outlier, encontrándose el valor de 74.85 mm/h como anómalo, para ajustar el valor se promedió el dato mensual de enero.

Posteriormente, se realizaron las pruebas estadísticas para encontrar la correlación de acuerdo con el nivel de ajuste de bondad. Para este análisis se utilizó el software Hydrognomon aplicando funciones de distribución como Normal, Person III, en la cual LogNormal presentó el mejor ajuste a los datos de precipitación permitiendo así validar los datos de precipitación mostrando así una curva más precisa que las generadas por las demás distribuciones.

La línea de tendencia muestra un comportamiento relativamente estable, aunque con oscilaciones marcadas entre años secos, moderados y críticos. Esta dinámica permite interpretar que el sector Chaupiyacu presenta exposición a eventos de lluvia intensa que pueden favorecer la saturación del suelo, el aumento de la escorrentía superficial y el

incremento repentino del caudal en el cauce principal, condiciones asociadas a la ocurrencia de aluviones.

Tabla 4 *Prueba Kolmogórov - Smirnov*

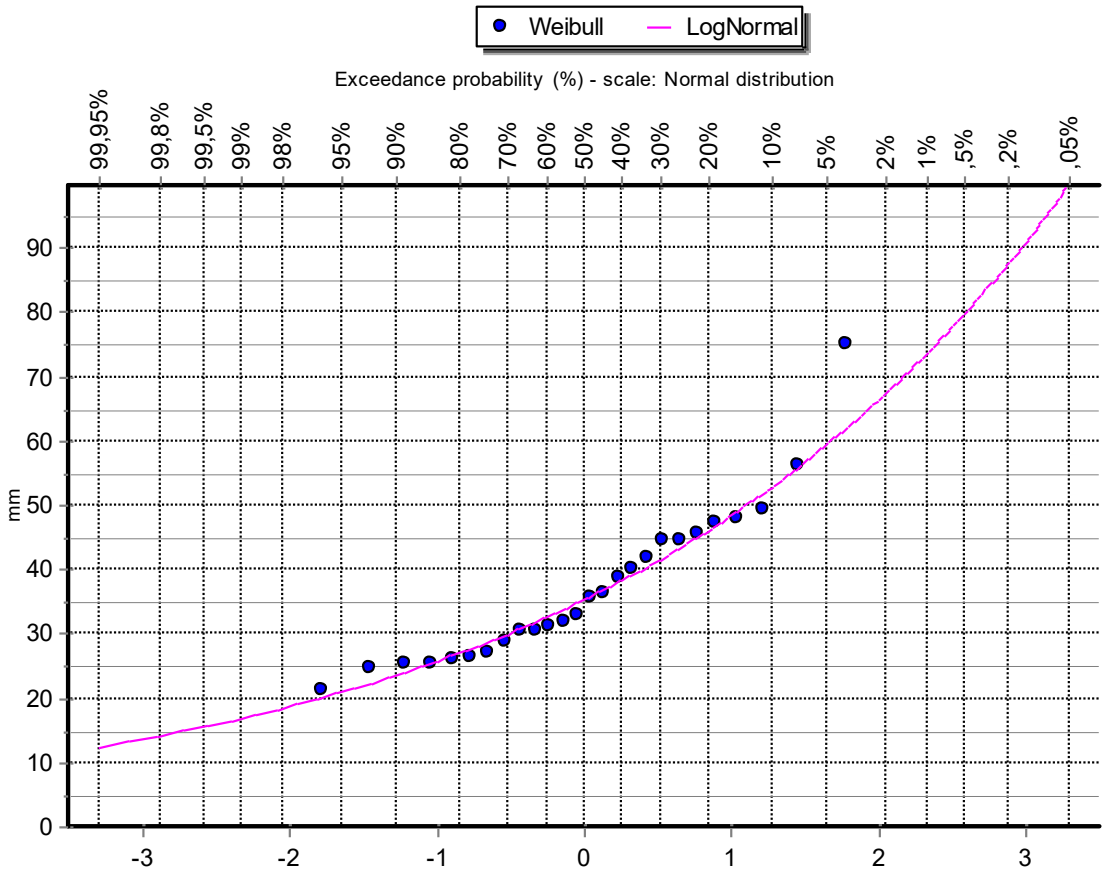
Kolmogorov-Smirnov test for:All data	**a=1%**	**a=5%**	**a=10%**	**Attained a**	**DMax**
Normal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	81.71%	0.11482
Normal (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	78.11%	0.11943
LogNormal	**ACCEPT**	**ACCEPT**	**ACCEPT**	**99.85%**	**0.06595**
Galton	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.27%	0.07481
Exponential	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	76.99%	0.12082
Exponential (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	96.87%	0.08713
Gamma	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	98.85%	0.07816
Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.48%	0.07261
Log Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	98.14%	0.08209

EV1-Max (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.60%	0.07104
EV2-Max	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	58.06%	0.14313
EV1-Min (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	32.54%	0.17724
EV3-Min (Weibull)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	85.61%	0.10946
GEV-Max	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.08%	0.07648
GEV-Min	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.63%	0.0705
Pareto	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	36.44%	0.17121
GEV-Max (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	98.06%	0.0825
GEV-Min (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.83%	0.06647
EV1-Max (Gumbel, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.67%	0.06991
EV2-Max (L-Momments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	86.10%	0.10873
EV1-Min (Gumbel, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	33.04%	0.17644

EV3-Min (Weibull, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	80.11%	0.1169
Pareto (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	95.72%	0.09061
GEV-Max (kappa specified)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	85.41%	0.10974
GEV-Min (kappa specified)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	60.49%	0.14027
GEV-Max (kappa specified, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	94.28%	0.09421
GEV-Min (kappa specified, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	57.38%	0.14393

Nota. Muestra el nivel de importancia es de DMax,valor que se ajusta a los datos de precipitación, donde se compara con la prueba de ajuste de bondad de LogNormal

Figura 6 *Distribución estadístico de LogNormal*



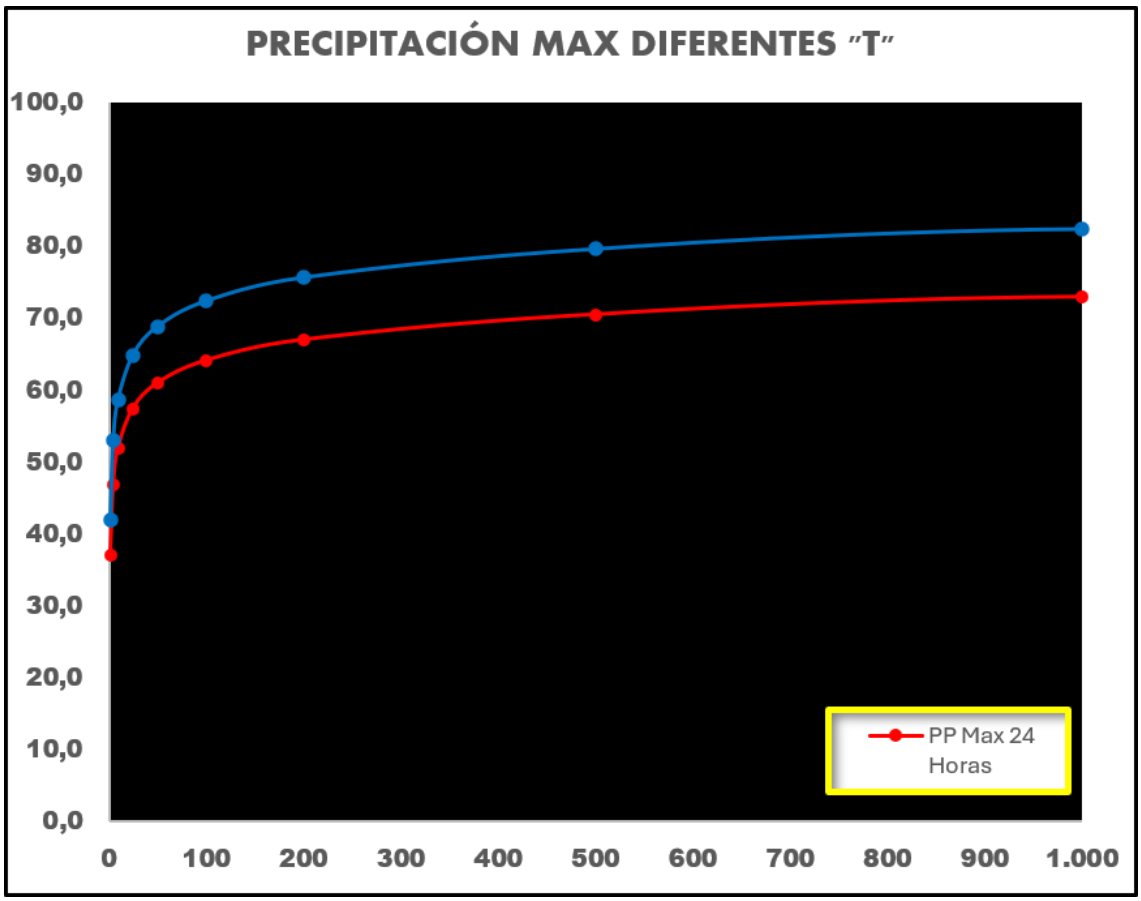
Mediante los datos obtenidos de precipitación máximas del software estadístico Hydrognomon, el modelo de Dick Perschke permitió calcular los periodos de retorno para los años 2,5,10,25,50, 100,200, 500 y 1000. De estos, seleccionamos el periodo de retorno de 50 años como referencia para el análisis hidrológico e hidráulico del estudio.

Tabla 5 *Precipitaciones diarias máximas probables, para periodos de retorno.*

Periodo de Retorno	Hydrognomon	Pmax Corregido (mm)	Probabilidad de no excedencia P
T (años)	Pmax (mm)		
2	**37.100**	41.923	0.500000
5	**46.876**	52.970	0.800000
10	**51.986**	58.744	0.900000
25	**57.435**	64.901	0.960000
50	**60.955**	68.879	0.980000
100	**64.121**	72.457	0.990000
200	**67.019**	75.731	0.995000
500	**70.531**	79.700	0.998000
1000	**72.994**	82.483	0.999000

10000	**80.298**	90.736	0.999900

Figura 7 *Precipitación máxima estimada para diferentes periodos de retorno*



Nota. Elaboración propia

La precipitación máxima estimada para diferentes periodos de retorno muestra un incremento progresivo de los valores conforme aumenta la recurrencia del evento. En los periodos de retorno bajos, la curva presenta un crecimiento más acelerado, mientras que en los periodos mayores tiende a estabilizarse, aunque conserva una tendencia ascendente.

Este comportamiento indica que los eventos menos frecuentes pueden alcanzar precipitaciones superiores a las lluvias comunes y, por tanto, representar escenarios de mayor peligrosidad para el sector. Desde el punto de vista interpretativo, el gráfico permite justificar que la amenaza no debe analizarse únicamente con lluvias ordinarias, sino también con eventos extremos que podrían generar mayor escorrentía, erosión del cauce y transporte de sedimentos hacia zonas expuestas.

Tabla 6 *Modelo de Dick Peschke*

Modelo de Dick Peschke									
Duración (Minutos)	Precipitación en 24 horas (mm)								
	37.10	46.88	51.99	57.43	60.95	64.12	67.02	70.53	72.99
	Periodo de Retorno (Años)								
	2	5	10	25	50	100	200	500	1000
	Precipitación (mm)								
5	9.01	11.38	12.62	13.94	14.80	15.57	16.27	17.12	17.72
10	10.71	13.53	15.01	16.58	17.60	18.51	19.35	20.36	21.07
15	11.85	14.98	16.61	18.35	19.47	20.48	21.41	22.53	23.32
20	12.74	16.09	17.85	19.72	20.93	22.01	23.01	24.21	25.06

25	13.47	17.02	18.87	20.85	22.13	23.28	24.33	25.60	26.50
30	14.09	17.81	19.75	21.82	23.16	24.36	25.46	26.80	27.73
35	14.65	18.51	20.53	22.68	24.07	25.32	26.46	27.85	28.82
40	15.15	19.14	21.22	23.45	24.88	26.18	27.36	28.79	29.80
45	15.60	19.71	21.86	24.15	25.63	26.96	28.18	29.65	30.69
50	16.01	20.23	22.44	24.79	26.31	27.68	28.93	30.45	31.51
55	16.40	20.72	22.98	25.39	26.95	28.35	29.63	31.18	32.27
60	16.76	21.18	23.49	25.95	27.54	28.97	30.28	31.87	32.98
120	19.93	25.19	27.93	30.86	32.75	34.45	36.01	37.90	39.22
180	22.06	27.87	30.91	34.15	36.24	38.13	39.85	41.94	43.40
240	23.70	29.95	33.22	36.70	38.95	40.97	42.82	45.07	46.64
300	25.06	31.67	35.12	38.80	41.18	43.32	45.28	47.65	49.31

360	26.23	33.15	36.76	40.61	43.10	45.34	47.39	49.87	51.61
420	27.26	34.45	38.20	42.21	44.80	47.12	49.25	51.83	53.64
480	28.19	35.62	39.50	43.64	46.32	48.72	50.92	53.59	55.46
540	29.03	36.68	40.68	44.95	47.70	50.18	52.45	55.19	57.12
600	29.81	37.66	41.77	46.14	48.97	51.52	53.84	56.67	58.65
660	30.53	38.57	42.77	47.26	50.15	52.76	55.14	58.03	60.06
720	31.20	39.42	43.71	48.30	51.26	53.92	56.36	59.31	61.38
780	31.83	40.21	44.60	49.27	52.29	55.01	57.50	60.51	62.62
840	32.42	40.97	45.43	50.19	53.27	56.04	58.57	61.64	63.79
900	32.99	41.68	46.22	51.07	54.20	57.01	59.59	62.71	64.90
960	33.52	42.36	46.97	51.90	55.08	57.94	60.56	63.73	65.96
1020	34.04	43.00	47.69	52.69	55.92	58.82	61.48	64.70	66.96

1080	34.53	43.62	48.38	53.45	56.72	59.67	62.37	65.64	67.93
1140	35.00	44.22	49.04	54.18	57.50	60.48	63.22	66.53	68.85
1200	35.45	44.79	49.67	54.88	58.24	61.26	64.03	67.39	69.74
1260	35.88	45.34	50.28	55.55	58.95	62.02	64.82	68.22	70.60
1320	36.30	45.87	50.87	56.20	59.64	62.74	65.58	69.01	71.42
1380	36.71	46.38	51.44	56.83	60.31	63.44	66.31	69.78	72.22
1440	**37.10**	**46.88**	**51.99**	**57.43**	**60.95**	**64.12**	**67.02**	**70.53**	**72.99**

Tabla 7 *Intensidad de precipitación para los periodos de retorno*

Intensidad de Precipitación										
Duración (Horas)	Duración (min)	Periodo de Retorno (Años)								
		2.00	5.00	10.00	25.00	50.00	100.00	200.00	500.00	1000.00
		Intensidad (mm/hr)								
0.083	5	108.07	136.55	151.43	167.30	177.56	186.78	195.22	205.45	212.63

0.167	10	64.26	81.19	90.04	99.48	105.58	111.06	116.08	122.16	126.43
0.250	15	47.41	59.90	66.43	73.40	77.89	81.94	85.64	90.13	93.28
0.333	20	38.21	48.28	53.54	59.15	62.78	66.04	69.02	72.64	75.18
0.417	25	32.32	40.84	45.29	50.04	53.10	55.86	58.39	61.44	63.59
0.500	30	28.19	35.62	39.50	43.64	46.32	48.72	50.92	53.59	55.46
0.583	35	25.11	31.73	35.19	38.88	41.26	43.40	45.36	47.74	49.41
0.667	40	22.72	28.71	31.83	35.17	37.33	39.27	41.04	43.19	44.70

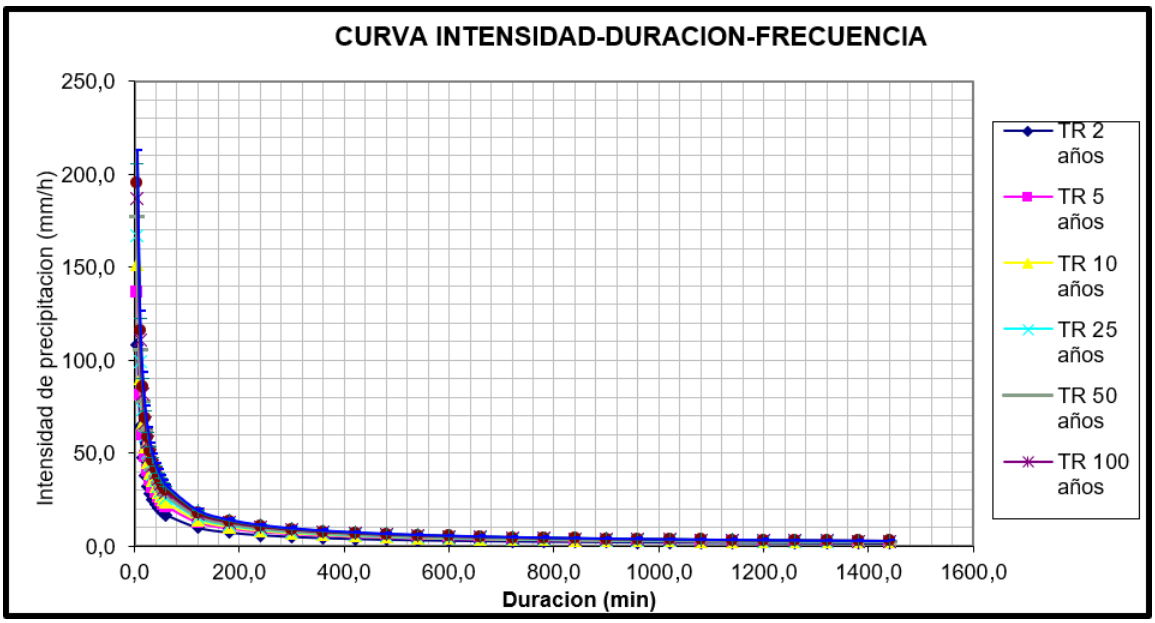
0.750	45	20.80	26.28	29.14	32.20	34.17	35.95	37.57	39.54	40.92
0.833	50	19.22	24.28	26.93	29.75	31.57	33.22	34.72	36.54	37.81
0.917	55	17.89	22.61	25.07	27.70	29.40	30.92	32.32	34.01	35.20
1.000	60	16.76	21.18	23.49	25.95	27.54	28.97	30.28	31.87	32.98
2.000	120	9.97	12.59	13.97	15.43	16.38	17.23	18.00	18.95	19.61
3.000	180	7.35	9.29	10.30	11.38	12.08	12.71	13.28	13.98	14.47
4.000	240	5.93	7.49	8.30	9.17	9.74	10.24	10.71	11.27	11.66

5.000	300	5.01	6.33	7.02	7.76	8.24	8.66	9.06	9.53	9.86
6.000	360	4.37	5.52	6.13	6.77	7.18	7.56	7.90	8.31	8.60
7.000	420	3.89	4.92	5.46	6.03	6.40	6.73	7.04	7.40	7.66
8.000	480	3.52	4.45	4.94	5.46	5.79	6.09	6.37	6.70	6.93
9.000	540	3.23	4.08	4.52	4.99	5.30	5.58	5.83	6.13	6.35
10.000	600	2.98	3.77	4.18	4.61	4.90	5.15	5.38	5.67	5.86
11.000	660	2.78	3.51	3.89	4.30	4.56	4.80	5.01	5.28	5.46

12.000	720	2.60	3.28	3.64	4.02	4.27	4.49	4.70	4.94	5.12
13.000	780	2.45	3.09	3.43	3.79	4.02	4.23	4.42	4.65	4.82
14.000	840	2.32	2.93	3.25	3.59	3.81	4.00	4.18	4.40	4.56
15.000	900	2.20	2.78	3.08	3.40	3.61	3.80	3.97	4.18	4.33
16.000	960	2.10	2.65	2.94	3.24	3.44	3.62	3.78	3.98	4.12
17.000	1020	2.00	2.53	2.81	3.10	3.29	3.46	3.62	3.81	3.94
18.000	1080	1.92	2.42	2.69	2.97	3.15	3.32	3.46	3.65	3.77

19.000	1140	1.84	2.33	2.58	2.85	3.03	3.18	3.33	3.50	3.62
20.000	1200	1.77	2.24	2.48	2.74	2.91	3.06	3.20	3.37	3.49
21.000	1260	1.71	2.16	2.39	2.65	2.81	2.95	3.09	3.25	3.36
22.000	1320	1.65	2.08	2.31	2.55	2.71	2.85	2.98	3.14	3.25
23.000	1380	1.60	2.02	2.24	2.47	2.62	2.76	2.88	3.03	3.14
24.000	1440	1.55	1.95	2.17	2.39	2.54	2.67	2.79	2.94	3.04

Figura 8 *Curvas intensidad-duración-frecuencia de precipitación*



Nota. Elaboración propia a partir del análisis intensidad-duración-frecuencia de la precipitación.

Las curvas intensidad-duración-frecuencia reflejan que las mayores intensidades de precipitación se concentran en duraciones cortas, especialmente en los primeros minutos del evento, donde los valores superan ampliamente las intensidades correspondientes a duraciones prolongadas. A medida que aumenta la duración de la lluvia, la intensidad disminuye de manera progresiva en todos los periodos de retorno analizados.

Asimismo, se observa que los periodos de retorno mayores presentan intensidades más elevadas, lo que representa escenarios de mayor exigencia hidrológica. Esta relación permite interpretar que las lluvias intensas y de corta duración constituyen una condición crítica para Chaupiyacu, ya que pueden generar una respuesta rápida de la microcuenca, elevar el caudal en poco tiempo y favorecer procesos de arrastre de lodo, rocas y sedimentos.

Tabla 8 *Hietograma de precipitación, Periodo de retorno*

HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN DE DISEÑO

K =	**382.303**
T =	**50**
m =	**0.0994**
n =	**0.750**

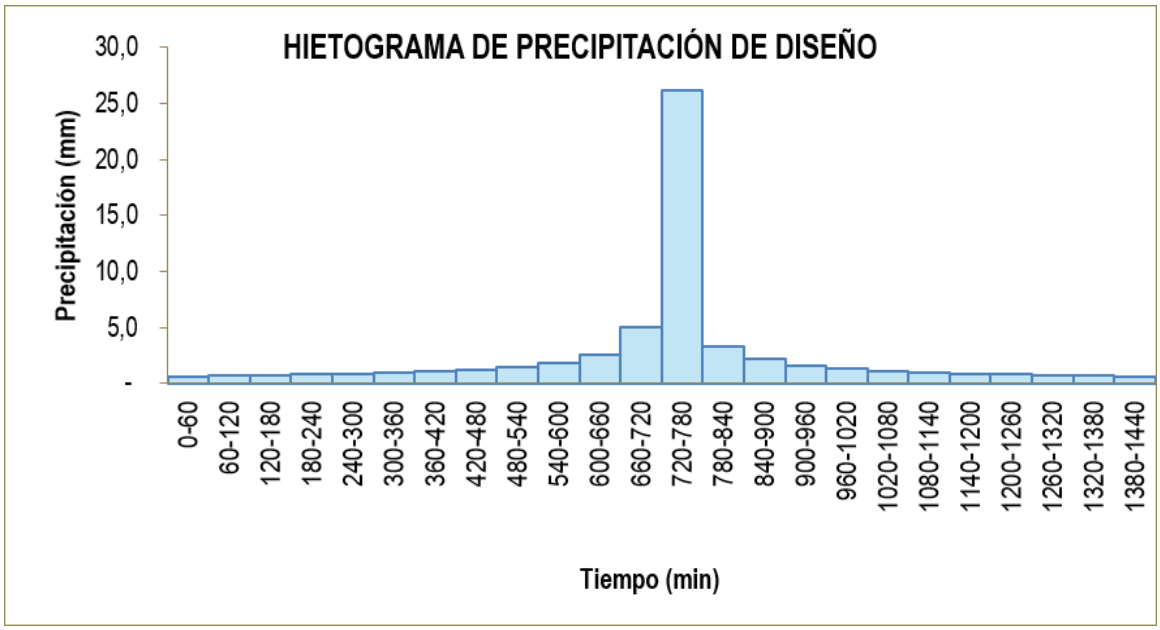
$$I = \frac{300.306 \times T^{0.2180}}{D^{0.751}}$$

MÉTODO DEL BLOQUE ALTERNO					
DURACIÓN	INTENSIDAD	PROFUNDIDAD ACUMULADA	PROFUNDIDAD INCREMENTAL	TIEMPO	PRECIPITACIÓN
Min	mm/hr	mm	Mm	min	mm
60	26.162	26.162	26.162	0-60	0.613
120	15.556	31.112	4.950	60-120	0.655
180	11.477	34.431	3.319	120-180	0.705
240	9.250	36.999	2.568	180-240	0.765
300	7.824	39.121	2.123	240-300	0.837
360	6.824	40.946	1.824	300-360	0.929
420	6.079	42.555	1.609	360-420	1.048
480	5.500	43.999	1.445	420-480	1.209

540	5.035	45.314	1.315	480-540	1.445
600	4.652	46.523	1.209	540-600	1.824
660	4.331	47.645	1.122	600-660	2.568
720	4.058	48.693	1.048	660-720	4.950
780	3.821	49.677	0.984	720-780	26.162
840	3.615	50.606	0.929	780-840	3.319
900	3.432	51.487	0.880	840-900	2.123
960	3.270	52.324	0.837	900-960	1.609
1020	3.125	53.123	0.799	960-1020	1.315
1080	2.994	53.888	0.765	1020-1080	1.122
1140	2.875	54.621	0.733	1080-1140	0.984
1200	2.766	55.326	0.705	1140-1200	0.880

1260	2.667	56.005	0.679	1200-1260	0.799
1320	2.575	56.660	0.655	1260-1320	0.733
1380	2.491	57.293	0.633	1320-1380	0.679
1440	2.413	57.906	0.613	1380-1440	0.633

Figura 9 *Hietograma de precipitación de diseño, periodo de retorno de 50 años*



Nota. Elaboración propia con base en la distribución temporal de la lluvia de diseño.

El hietograma de precipitación de diseño representa la distribución temporal de la lluvia durante el evento analizado, observándose que el mayor volumen se concentra entre los 720 y 780 minutos, con un pico cercano a 26 mm. Antes y después de este intervalo, las precipitaciones son menores y se distribuyen de forma más uniforme, lo que evidencia que la lluvia crítica se concentra en un periodo específico del evento. Esta concentración

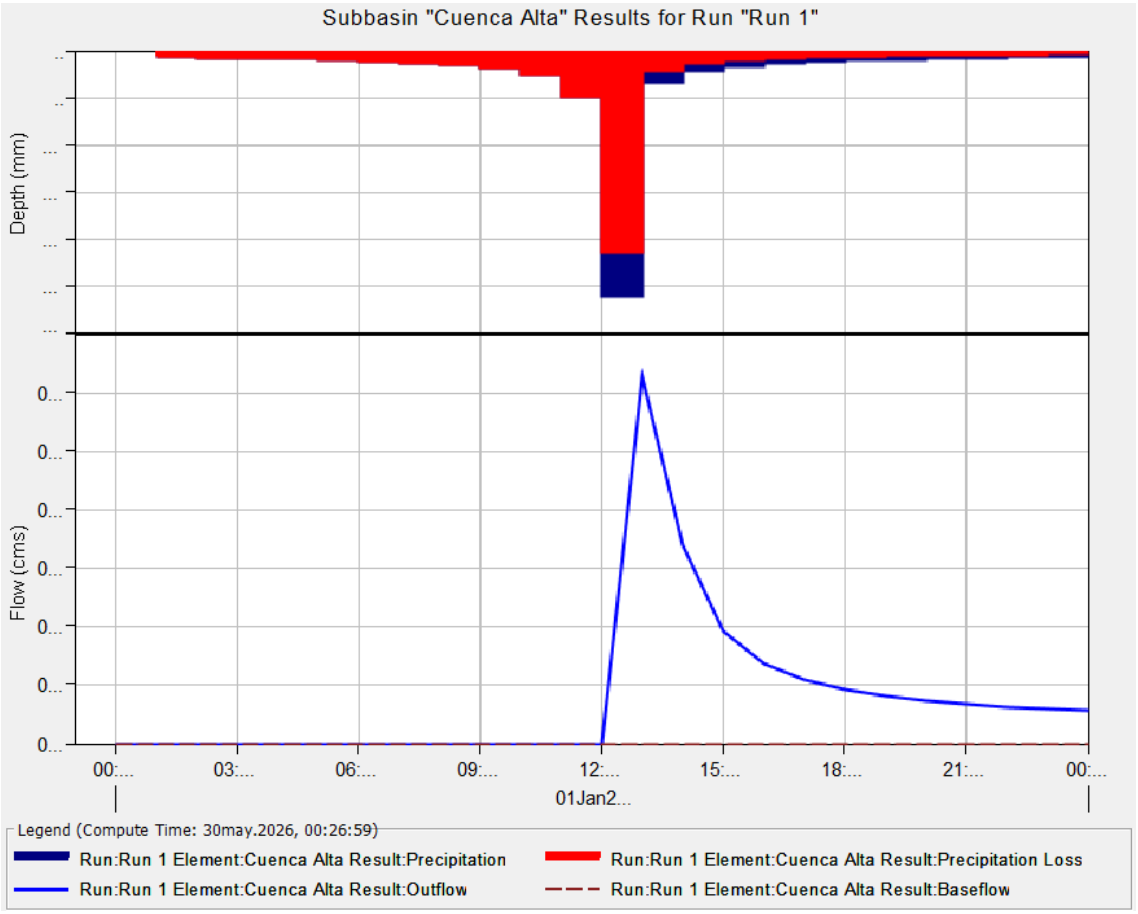
temporal es relevante porque permite identificar el momento de mayor aporte de agua hacia la microcuenca y, por tanto, el tramo donde puede producirse el incremento más rápido de la escorrentía superficial. En consecuencia, el hietograma constituye un insumo directo para la modelación hidrológica e hidráulica, ya que representa la lluvia de diseño utilizada para estimar el caudal pico y analizar el comportamiento del flujo aluvional.

Tabla 9 *Resultados hidrológicos simulados para la microcuenca de Chaupiyacu*

Parámetro	**Valor obtenido**	**Interpretación**
Precipitación total	57,91 mm	Representa la lluvia total considerada en el evento simulado.
Pérdidas hidrológicas	47,28 mm	Corresponde al volumen retenido, infiltrado o abstraído antes de convertirse en escorrentía directa.
Exceso de precipitación	10,63 mm	Indica la lluvia efectiva que contribuye directamente a la generación de escorrentía.
Escorrentía directa	10,38 mm	Volumen que alimenta el flujo superficial hacia el cauce principal.
Caudal base	0,00 mm	No se consideró aporte base en la simulación.
Caudal pico	0,60 m^3/s	Valor máximo de descarga estimado para el evento.
Área total de la cuenca	666,741 m^2	La extensión de la cuenca determina la superficie potencialmente afectada por flujos aluvionales, así como la capacidad de escorrentía, constituyendo un indicador fundamental para la planificación territorial y la mitigación de riesgos.

Densidad de drenaje	2 km/km²	Este indicador refleja la interconexión de cauces y su capacidad para concentrar escorrentía. Valores moderados-alto sugieren tendencia significativa al flujo concentrado, lo que aumenta el riesgo de erosión y desestabilización en zonas críticas.
Hora del caudal pico	01 de enero de 2026, 13:00	Momento de mayor respuesta hidrológica de la microcuenca.

Figura 10 *Hidrograma de salida y distribución de precipitación en la microcuenca de Chaupiyacu*



Fuente: Elaboración propia con base en la simulación hidrológica, 2026.

El hidrograma obtenido indica que la respuesta de la microcuenca se concentra en el mediodía, donde el caudal comienza a aumentar rápidamente hasta alcanzar un valor máximo de 0,60 m^3/s a las 13:00 del 01 de enero de 2026. Posteriormente el caudal disminuye de manera ordenada, evidenciándose la fase de recesión en la tarde y noche. Este comportamiento indica una respuesta relativamente rápida del sistema ante la lluvia efectiva, lo cual es coherente con una microcuenca de pendiente marcada y cauce concentrado.

4.1.1. Simulación hidráulica del flujo aluvional

Con el caudal pico de 0,60 m^3/s obtenido en la modelación hidrológica, se desarrolló la simulación hidráulica bidimensional en IBER. Este proceso permitió representar el comportamiento espacial del flujo dentro del cauce y sobre las zonas adyacentes, considerando la geometría del terreno, la dirección del escurrimiento, las condiciones de rugosidad y la distribución del caudal a lo largo del cauce principal. Los resultados se analizaron a partir de cuatro variables principales: el caudal específico, velocidad, calado y elevación del agua.

- **Caudal específico**

La simulación del caudal específico presentó un valor máximo de 0,39921 m^3/s. Este parámetro permite identificar los sectores donde el flujo se concentra con mayor intensidad por unidad de ancho, especialmente en los tramos estrechos del cauce. Aunque los valores no muestran una expansión generalizada fuera del cauce, sí evidencian puntos localizados de concentración hidráulica que deben considerarse como zonas de atención, principalmente en el eje del drenaje principal y en los sectores cercanos a la vía ubicada en la parte baja de la microcuenca.

Figura 11 *Caudal específico simulado en la microcuenca de Chaupiyacu*



Fuente: Elaboración propia con base en simulación IBER, 2026.

- **Velocidad del flujo**

La velocidad máxima simulada fue de 3,753 m/s. Este resultado indica que, aunque el caudal pico es moderado, la pendiente y la configuración estrecha del cauce favorecen la aceleración del flujo en algunos tramos. Las mayores velocidades se concentran principalmente en el canal principal, donde el flujo mantiene una trayectoria encauzada. Estos sectores representan zonas de mayor riesgo relativo, ya que la velocidad incrementa la capacidad de erosión, el arrastre de sedimentos y la afectación de los elementos expuestos próximos al cauce.

Figura 12 *Velocidad del flujo en la microcuenca de Chaupiyacu*



Fuente: Elaboración propia con base en simulación IBER, 2026.

Figura 13 *Análisis hidráulico del sector vial y poblado*



Fuente: Elaboración propia, 2026.

Como se observa en la figura 13, el flujo modelado con IBER se concentra principalmente sobre el cauce natural que desciende desde la zona alta hacia el sector donde se ubican la vía y el recinto poblado, evidenciándose mayores valores de caudal específico en los tramos donde el escurrimiento se encajona, cambia de dirección o se aproxima al cruce vial. En este sector, la reducción del espacio disponible para el paso del agua puede favorecer el aumento del calado y de la velocidad, generando una condición crítica para la infraestructura vial, especialmente si existen obstrucciones o una capacidad de drenaje insuficiente. Al llegar al recinto, el flujo pasa muy cerca de las viviendas y demás elementos del asentamiento, por lo que los incrementos locales de caudal específico representan una posible amenaza para las áreas habitadas, los accesos, los patios y los espacios comunitarios.

- **Calado del flujo**

El calado máximo obtenido fue de 0,24739 m. Este valor representa la profundidad máxima de la lámina de agua simulada para el evento analizado. Los mayores calados se localizan en el cauce principal y en zonas puntuales de acumulación, especialmente donde la geometría del terreno reduce la sección de paso o favorece la concentración del flujo. Aunque no se observan profundidades extremas, la combinación de este calado con velocidades elevadas en ciertos tramos puede generar condiciones de riesgo para los pasos viales, los márgenes inestables y las áreas cercanas al drenaje.

Figura 14 *Calado o profundidad del flujo en la microcuenca de Chaupiyacu*

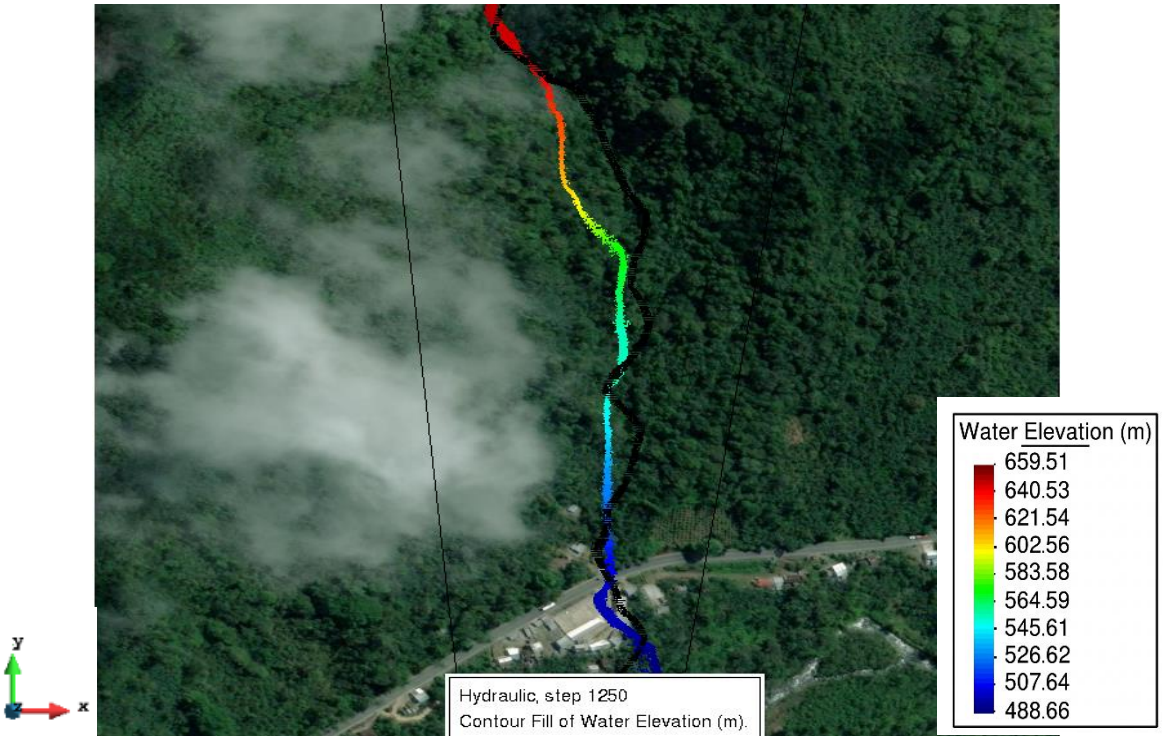


Fuente: elaboración propia con base en simulación IBER, 2026.

- **Elevación de la lámina de agua**

La elevación del agua simulada varió entre 488,16 m y 659,51 m. Este resultado no debe interpretarse como la profundidad del agua, sino como la cota altimétrica de la superficie del agua a lo largo del cauce. Los valores más altos se ubican en la parte alta de la microcuenca, mientras que los valores más bajos corresponden a los sectores ubicados aguas abajo, siguiendo el gradiente natural del terreno. Esta variable permite verificar la continuidad hidráulica del flujo desde la zona alta hacia la zona baja y confirmar la dirección preferente del escurrimiento, definida inicialmente mediante el DEM.

Figura 15 *Elevación de la lámina de agua en la microcuenca de Chaupiyacu*



Fuente: Elaboración propia con base en simulación IBER, 2026.

4.1.2. Clasificación de zonas de riesgo

Con base en los resultados simulados, las zonas de mayor riesgo relativo se localizan sobre el cauce principal de la microcuenca de Chaupiyacu, especialmente en los tramos donde coinciden las mayores velocidades, la concentración de caudal específico y la presencia de mayores calados. La amenaza se incrementa en los sectores estrechos, zonas de cambio de pendiente y las áreas próximas a la infraestructura vial o a las edificaciones ubicadas aguas abajo.

Tabla 10 *Clasificación de los niveles de amenaza a partir de los parámetros hidráulicos simulados*

Nivel de riesgo	Velocidad simulada	Calado simulado	Caudal específico	Ubicación aproximada

Alto	> 2,50 m/s	> 0,15 m	> 0,25 m^3/s	Tramos estrechos del cauce principal, zonas de mayor pendiente y sectores próximos a infraestructura expuesta.
Medio	1,00 – 2,50 m/s	0,05 – 0,15 m	0,08 – 0,25 m^3/s	Tramos intermedios del cauce con concentración moderada de flujo.
Bajo	< 1,00 m/s	< 0,05 m	< 0,08 m^3/s	Zonas elevadas, áreas alejadas del cauce y sectores sin concentración significativa de escorrentía.

Los resultados muestran que el escenario hidráulico simulado para la microcuenca de Chaupiyacu, presenta una velocidad máxima de 3,753 m/s, un calado máximo de 0,24739 m, y un caudal específico máximo de 0,39921 m^3/s. Estos resultados demuestran que las áreas de alto riesgo se relacionan con los tramos estrechos y las curvas pronunciadas, ya que es en estos sectores donde se concentran los valores máximos de dichos parámetros. En contraste las zonas de riesgo medio y bajo presentan una menor exposición a los efectos de un aluvión, por lo que son menos susceptibles de sufrir afectaciones. De esta manera, la simulación permite priorizar las áreas clasificadas con un nivel de riesgo alto para la implementación de medidas de prevención y mitigación.

4.2. **Resultado del objetivo 2:** Evaluar el nivel de vulnerabilidad socioeconómica

Para dar cumplimiento al objetivo 2 se realizó las encuestas a los moradores del Sector Chaupiyacu, las cuales permitieron identificar las principales condiciones que determinan el nivel de vulnerabilidad socioeconómica frente a la amenaza de aluviones. Los resultados evidencian que la comunidad presenta limitaciones significativas en los ámbitos económico, educativo, organizativo y de preparación ante emergencias, lo que incrementa su vulnerabilidad frente a la ocurrencia de eventos.

De acuerdo con los resultados de la encuesta, la población del Sector Chaupiyacu presenta un nivel de vulnerabilidad socioeconómica alto. Esta condición se debe a la insuficiencia de sus ingresos, la fragilidad de sus actividades económicas, la limitada capacidad de preparación ante emergencias y las deficiencias en las estructuras.

En conjunto, estos factores reducen la capacidad de la comunidad para enfrentar y recuperarse de un aluvión. Por ello, resulta imprescindible implementar políticas de mitigación, fortalecer la educación comunitaria y consolidar las capacidades institucionales con el fin de disminuir los impactos de futuros eventos.

4.2.1. Dimensión Social

A continuación, se analizan las preguntas de la encuesta que forman parte de la dimensión social:

1. ¿Conoce qué es un aluvión y cómo puede afectar a su vivienda?

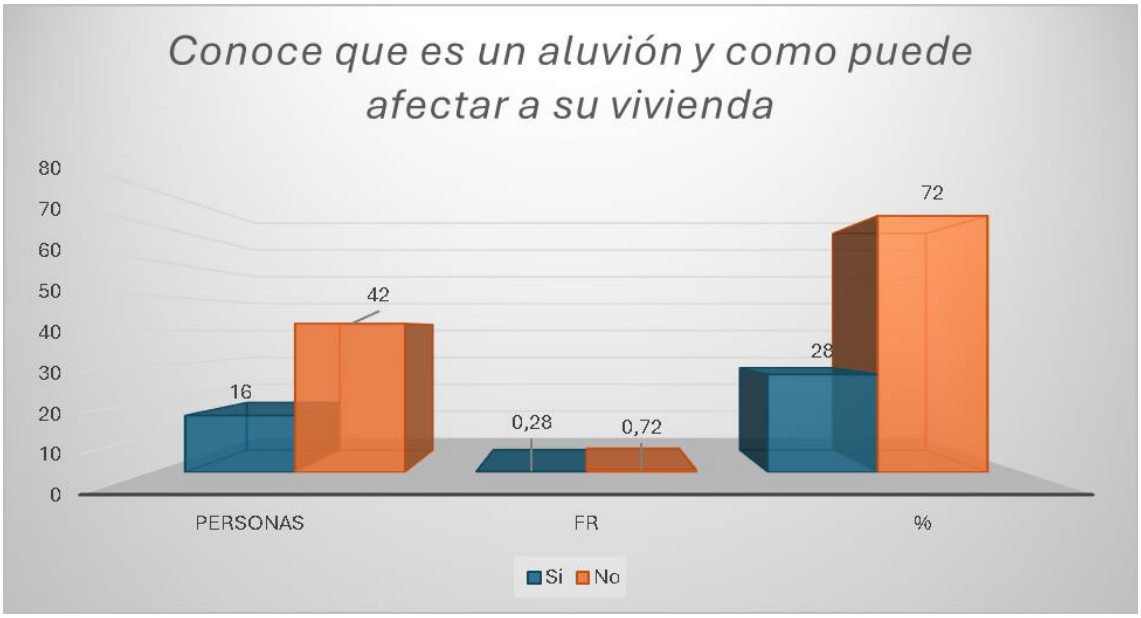
Tabla 11 *¿Qué es un aluvión y cómo puede afectar a su vivienda?*

RESPUESTAS	PERSONAS	fr	%
Si	51	0.88	88
No	7	0.12	12
Total	58	1	100

Nota. n = número de encuestados; fr = frecuencia relativa. Elaboración propia.

Análisis: La mayoría de los encuestados señala que sí conoce qué es un aluvión y cómo puede afectar su vivienda (88%), mientras que un 12% indica que no lo conoce. Esto evidencia una alta percepción/conocimiento del fenómeno en términos generales, aunque ese conocimiento no necesariamente implica preparación práctica o capacidad de respuesta organizada.

Figura 16 ¿*Conoce qué es un aluvión y cómo puede afectar a su vivienda?*



Interpretación: Aunque el diagnóstico de la presencia del fenómeno 88% es una fortaleza en percepción del riesgo, los estudios indican que conocer un riesgo no asegura que se esté preparado (planes, rutas, prácticas y coordinaciones). Investigaciones recientes en contextos de riesgo advierten que la preparación no sólo depende de «saber qué es» el evento. También lo hacen la autoeficacia, recursos, organización comunitaria y apoyo institucional. Se ha encontrado un alto conocimiento sobre aluviones, pero se contrasta con insuficientes capacidades de resiliencia y de gestión del riesgo, lo que requiere el fortalecimiento de acciones no estructurales (educación, planificación, organización).

2. **¿Ha recibido capacitación o información sobre cómo actuar ante un aluvión?**

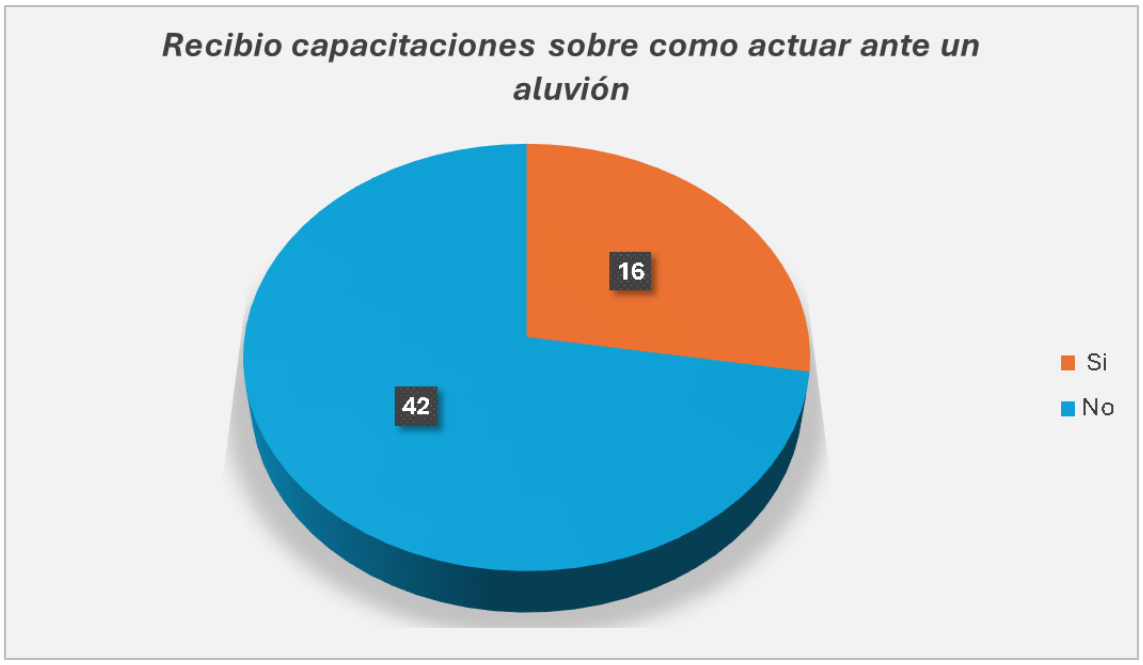
Tabla 12 *Capacitación o información sobre cómo actuar ante un aluvión*

RESPUESTAS	PERSONAS	fr	%
Si	16	0.28	28
No	42	0.72	72
Total	58	1	100

Nota. n = número de encuestados; fr = frecuencia relativa. Elaboración propia.

Análisis: Predomina la ausencia de capacitación 72% de la población indica que no ha recibido formación o información sobre cómo actuar ante un aluvión, frente a un 28% que sí la recibió. Esta brecha es crítica porque limita la respuesta oportuna, incrementa la improvisación durante emergencias y reduce la capacidad de coordinación comunitaria.

Figura 17 *Recibió capacitaciones sobre cómo actuar ante un aluvión*



Interpretación: El déficit de capacitación (72%) incrementa la vulnerabilidad porque limita conductas clave: evacuación oportuna, identificación de rutas seguras, roles familiares, comunicación y coordinación comunitaria. Puede ser que muchos de los procesos que se piensan como de "organización" no sean tales. En la medida que no se desarrollen procesos sostenidos de fortalecimiento de las comunidades, a través de educación, articulación entre comunidad-instituciones, entre otros, la organización no será más que una reacción y por ende poco eficaz. Según investigaciones sobre la resiliencia ante el desastre (incluidos los flujos de tipo debris-flow/aluvión), la capacidad de respuesta y recuperación tiene fuerte asociación con la preparación previa y la formación, no así con la experiencia o la percepción del riesgo.

3. ¿Existe señalización o rutas de evacuación en su comunidad?

Tabla 13 *Existencia de señalización o rutas de evacuación en la comunidad (N = 58)*

Respuesta	N	Fr	%
Sí	1	0.02	1.7
No	57	0.98	98.3
Total	**58**	**1.00**	**100.0**

Nota. n = frecuencia absoluta; fr = frecuencia relativa.

Análisis: El 98.3% de los encuestados indicó que no existen rutas de evacuación o señalización en su comunidad, mientras que apenas el 1.7% señaló que sí existen. Esto evidencia una carencia casi total de infraestructura básica de evacuación, lo cual incrementa la exposición y reduce la capacidad de respuesta inmediata ante un aluvión.

Figura 18 *Existe señalización o rutas de evacuación en su comunidad*



Interpretación: La falta de rutas y señalización perjudica la oportuna evacuación y puede incrementar la pérdida de vidas humanas sobre todo en emergencias donde el tiempo de reacción es crítico; por ello, la planificación de rutas y puntos seguros es una de esas medidas de reducción del riesgo (Huanca Álvarez & Vigo Tejada, 2023).

4. **¿Cuenta su familia con un plan o punto de encuentro en caso de una emergencia?**

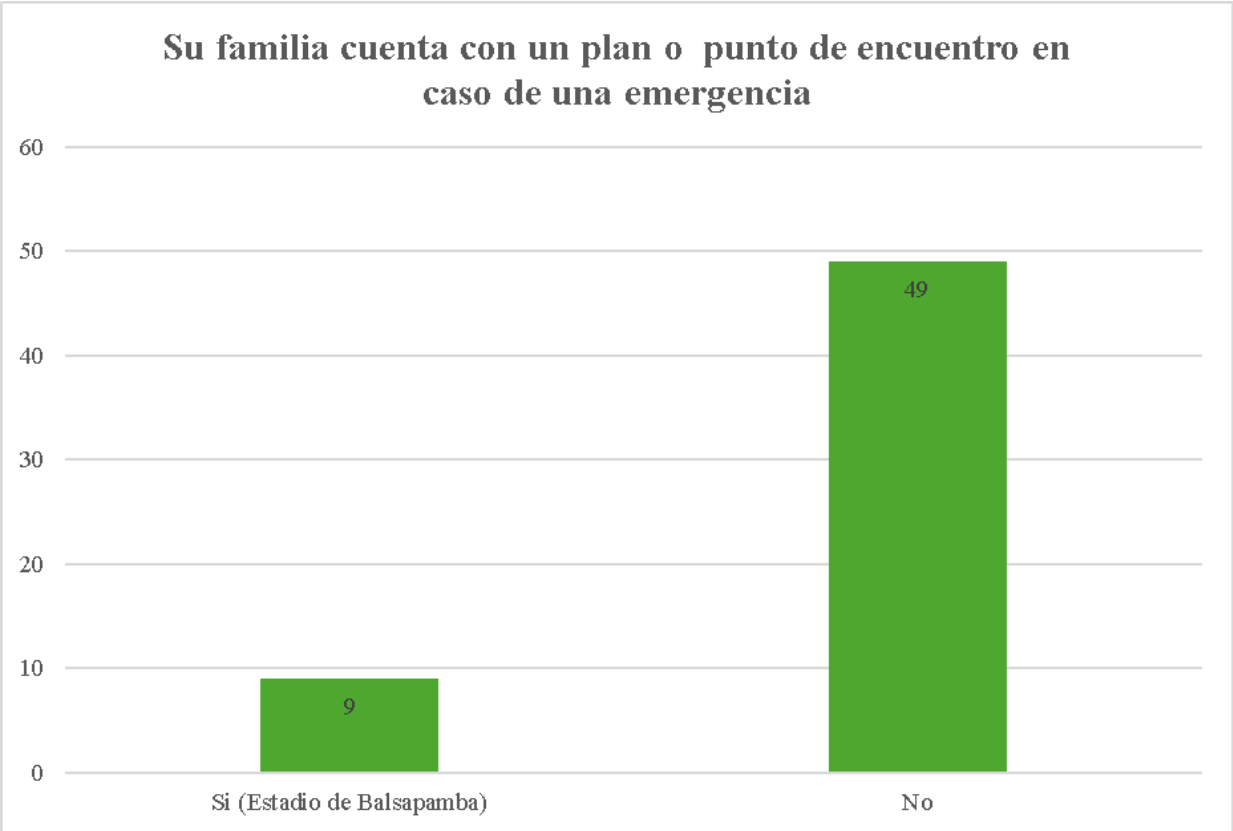
Tabla 14 *Plan o punto de encuentro familiar en caso de emergencia (N = 58)*

Respuesta	n	fr	%
Sí (Estadio de Balsapamba)	9	0.16	15.5

No	49	0.84	84.5
Total	**58**	**1.00**	**100.0**

Nota. n = frecuencia absoluta; fr = frecuencia relativa.

Análisis: El 84.5% de las familias reportó no contar con un plan o punto de encuentro; solo el 15.5% indicó que sí lo tiene (identificando el estadio de Balsapamba).



La mayoría carece de acuerdos familiares mínimos para actuar coordinadamente durante una emergencia.

Figura 19 *Su familia cuenta con un plan o punto de encuentro en caso de una emergencia*

Interpretación: La falta de planes familiares se asocia con menor preparación y mayor vulnerabilidad, porque reduce la coordinación y dificulta la toma de decisiones

rápidas; la evidencia reciente enfatiza que los planes familiares y su difusión sostenida son instrumentos relevantes para reducir vulnerabilidad y fortalecer resiliencia. (Fausto, 2024; Fausto et al., 2025).

5. ¿Considera que su vivienda está ubicada en zona de riesgo?

Tabla 15 *Percepción de ubicación de la vivienda en zona de peligro (N = 58)*

Respuesta	n	Fr	%
Sí	1	0.02	1.7
No	57	0.98	98.3
Total	**58**	**1.00**	**100.0**

Nota. n = frecuencia absoluta; fr = frecuencia relativa.

Análisis: El 98.3% manifestó que su vivienda no está ubicada en zona de peligro, mientras que el 1.7% indicó que sí. Este resultado sugiere una percepción muy baja de exposición, lo que puede disminuir la adopción de medidas preventivas.

Figura 20 *Su vivienda está ubicado en una zona de peligro*



Interpretación: Cuando la percepción de la amenaza es baja, suele disminuir la preparación y la disposición a implementar acciones preventivas; además, los estudios muestran que vulnerabilidad social y resiliencia comunitaria se relacionan con desigualdades y capacidades locales, por lo que la percepción debe complementarse con educación y gestión territorial del riesgo. (Bronfman et al., 2024).

6. **¿Qué medidas considera necesarias para reducir el riesgo en su comunidad?**

Tabla 16 *Medidas necesarias para reducir el riesgo en la comunidad (N = 58)*

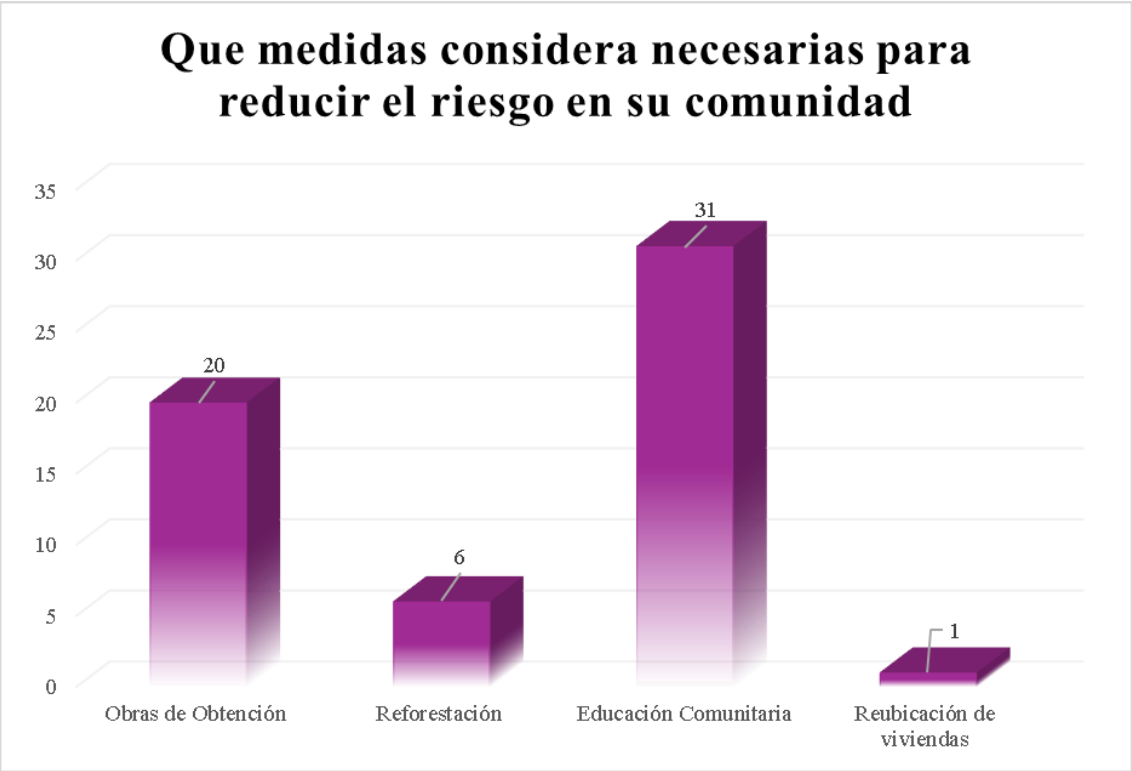
Medida propuesta	n	fr	%
Obras de contención	20	0.34	34.5
Reforestación	6	0.10	10.3
Educación comunitaria	31	0.53	53.4

Reubicación de viviendas	1	0.02	1.7
Total	**58**	**1.00**	**100.0**

Nota. n = frecuencia absoluta; fr = frecuencia relativa.

Análisis: La medida más mencionada fue educación comunitaria (53.4%), seguida de obras de contención (34.5%). En menor cantidad hay reforestación (10.3%) y reubicación (1.7%). La sociedad destaca la necesidad de uso responsable de los recursos naturales para preservar el medio ambiente.

Figura 21 *Qué medidas considera necesarias para reducir el riesgo en su comunidad*



Interpretación: La elección entre educación y obras es un claro indicio que el pueblo entiende que reducir los riesgos no sólo requiere medidas. También medidas de infraestructura. La literatura sobre recuperación y resiliencia subraya la importancia de adoptar la combinación de instrumentos y acciones para lograr resultados sostenibles.

¿Siguen recibiendo algún tipo de ayuda por parte de alguna institución?

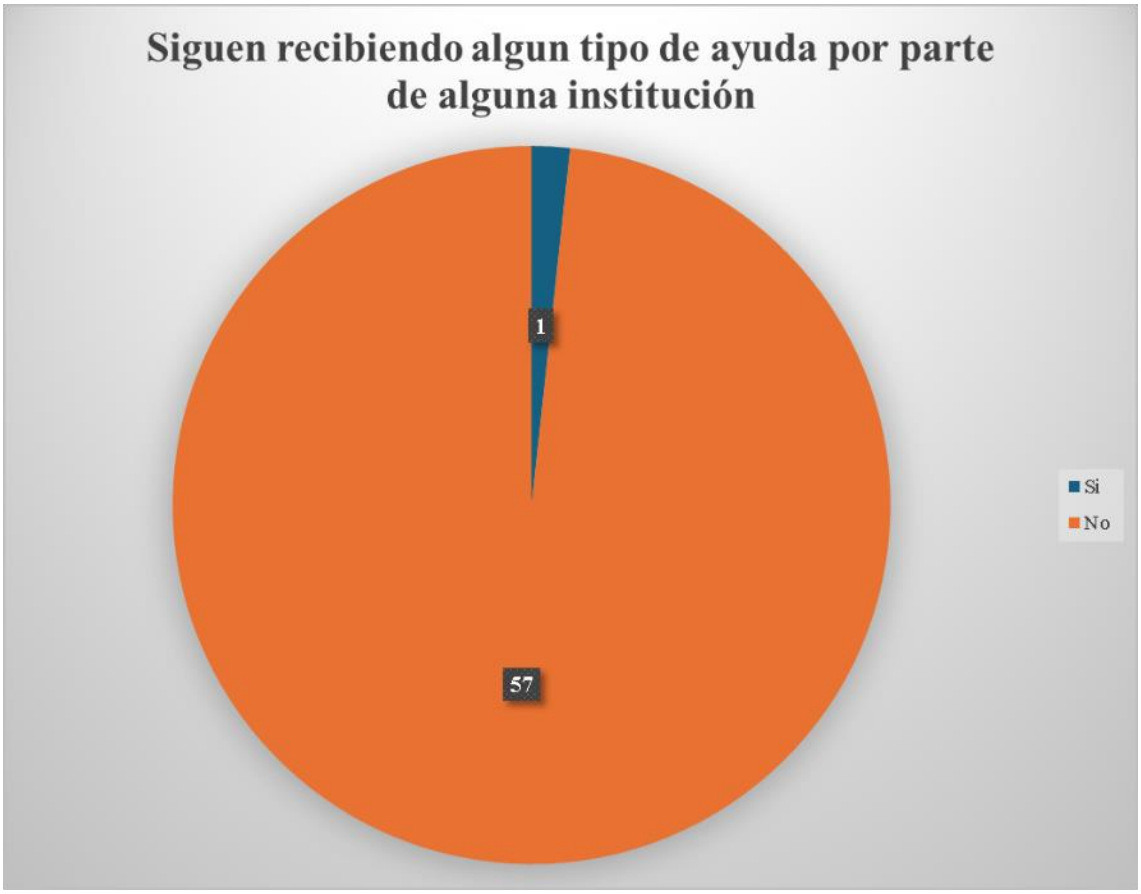
Tabla 17 *Continuidad de ayuda institucional actualmente (N = 58)*

Respuesta	n	Fr	%
Sí	1	0.02	1.7
No	57	0.98	98.3
Total	**58**	**1.00**	**100.0**

Nota. n = frecuencia absoluta; fr = frecuencia relativa.

Análisis: El 98.3% indica que no recibe más ayudad institucional, solo el 1.7% indica que sí recibe. Esto revela una interrupción importante del soporte posterior al evento.

Figura 22 *Siguen recibiendo algún tipo de ayuda por parte de alguna institución*



Interpretación: La recuperación puede debilitarse y la fragilización social puede aumentar por la discontinuidad del apoyo. Muchos procesos post-desastre requieren sostenimiento y articulación institucional (reactivación económica, reconstrucción, preparación), no solo respuesta (He & Faure, 2024).

7. **¿Cómo fue su organización después de que ocurrió el aluvión?**

Tabla 18 *Organización comunitaria después del aluvión (N = 58)*

Forma de organización	n	fr	%
Trabajo en equipo	28	0.48	48.3

Reuniones periódicas	14	0.24	24.1
Unión	8	0.14	13.8
Falta de coordinación	5	0.09	8.6
Buena organización	3	0.05	5.2
Total	**58**	**1.00**	**100.0**

Nota. n = frecuencia absoluta; fr = frecuencia relativa.

Análisis: Predomina el trabajo en equipo (48.3%), seguido de reuniones periódicas (24.1%) y unión (13.8%). Sin embargo, un 8.6% reporta falta de coordinación, y solo un 5.2% califica la organización como "buena". Hay señales de cohesión, pero con debilidades organizativas.

Figura 23 *Cómo fue su organización después de que ocurrió el aluvión*



Interpretación: La cohesión social puede actuar como factor protector, pero si la organización es principalmente reactiva y poco estructurada, la preparación futura se limita; por ello, la literatura reciente enfatiza fortalecer capacidades locales y resiliencia comunitaria con estrategias que reduzcan vulnerabilidad (Bronfman et al., 2024).

8. ¿Cuál cree usted que fue la causa principal para que se haya dado el aluvión?

Tabla 19 *Causa principal percibida del aluvión (N = 58)*

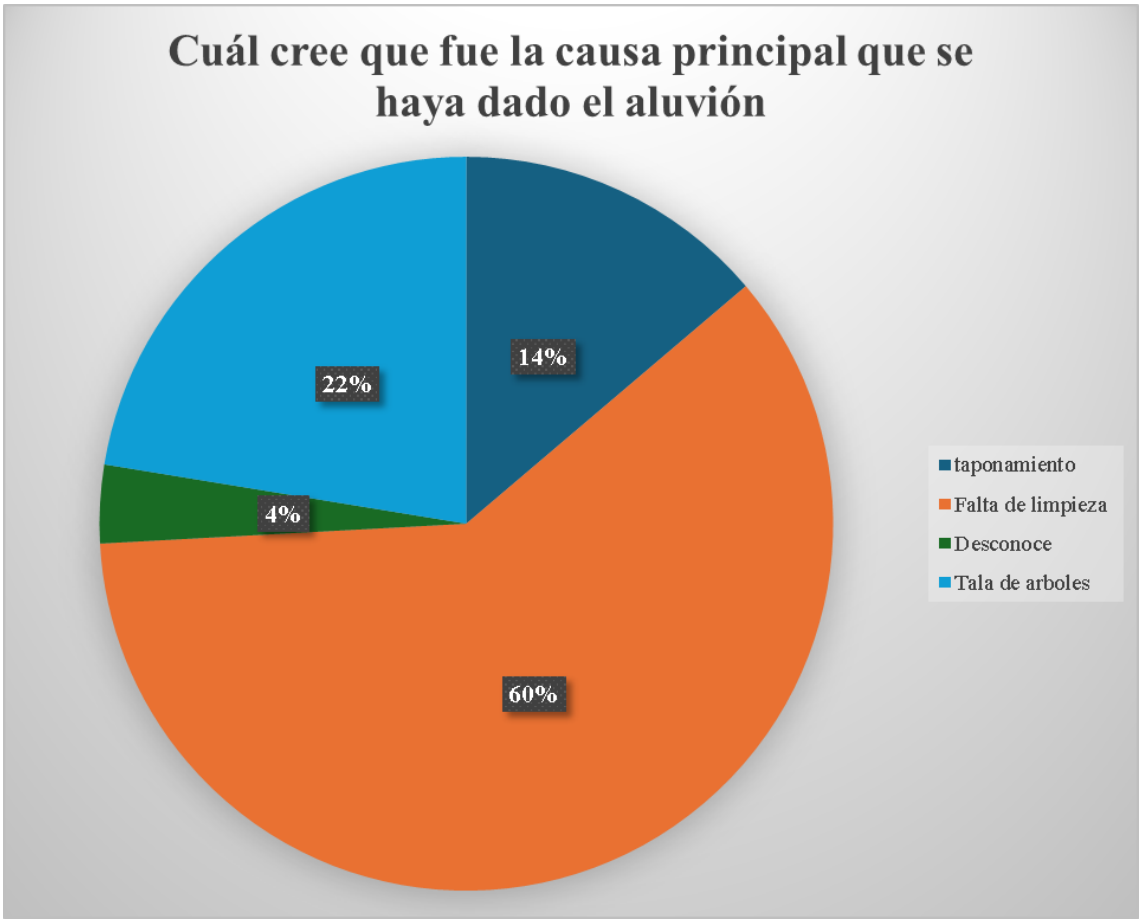
Causa percibida	n	fr	%
Falta de limpieza	35	0.60	60.3

Tala de árboles	13	0.22	22.4
Taponamiento	8	0.14	13.8
Desconoce	2	0.03	3.4
Total	**58**	**1.00**	**100.0**

Nota. n = frecuencia absoluta; fr = frecuencia relativa.

Análisis: La causa más señalada fue la falta de limpieza (60.3%), seguida por tala de árboles (22.4%) y taponamiento (13.8%). Solo el 3,4% dijo no conocer la causa. La mayoría de las explicaciones se relacionan con factores ambientales y el mantenimiento del terreno.

Figura 24 *Cuál cree que fue la causa principal que se haya dado el aluvión*



Interpretación: Determinar las causas antrópicas (limpieza, tala, taponamientos) resulta relevante porque permite orientar acciones preventivas y políticas locales. Así mismo, se ha planteado que el desastre se explica por la interacción entre amenaza y condiciones sociales/territoriales que lo precipitan y amplifican (Ordóñez Charpentier, 2024).

4.2.2. Dimensión Económica

A continuación, se analizan las preguntas de la encuesta que forman parte de la dimensión económica:

9. ¿Actividad económica predominate de su familia?

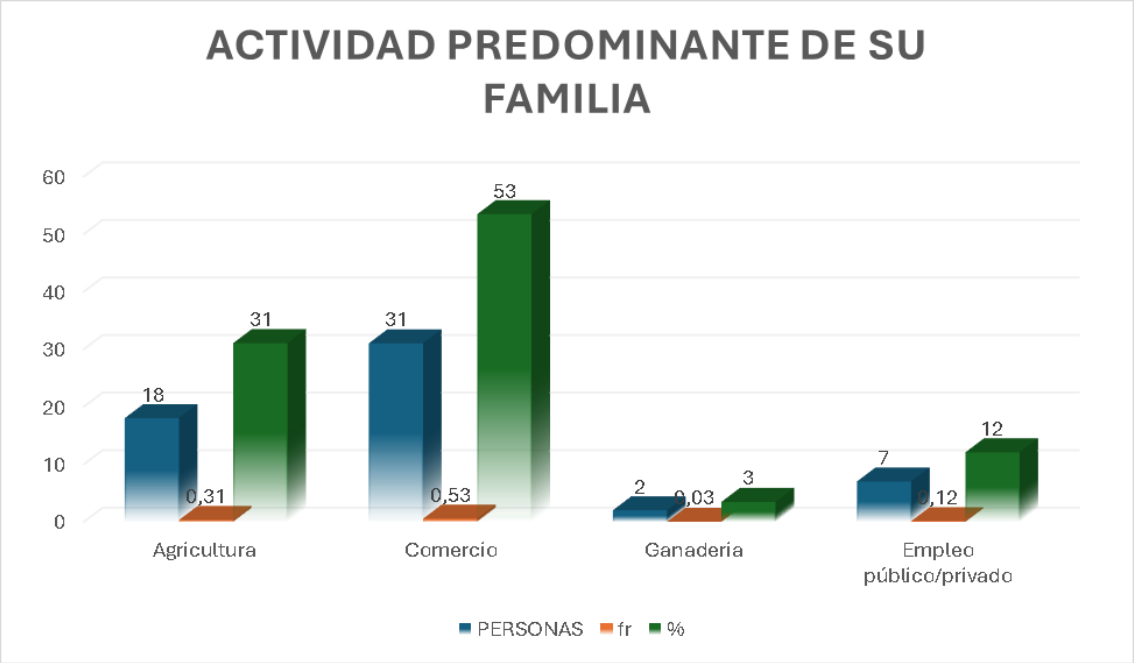
Tabla 20 *Actividad económica predominante de la familia en el Sector Chaupiyacu*

Actividad económica	n	fr	%
Agricultura	18	0.31	31
Comercio	31	0.53	53
Ganadería	2	0.03	3
Empleo público/privado	7	0.12	12
Total	**58**	**1.00**	**100**

Nota. n = número de encuestados; fr = frecuencia relativa. Elaboración propia con base en encuesta a moradores del Sector Chaupiyacu.

Análisis: La actividad modal es el comercio que tiene 53%, en segundo lugar, se encuentra la agricultura con 31%, en tercer lugar, el empleo público/privado con 12% que es minoritario y la ganadería con 3% que es marginal. El 84% de las actividades (comercio y agricultura) son sensibles a interrupciones debidas a la pérdida de inventario, vías, mercado y cosechas.

Figura 25 *Actividad predominante de su familia*



Interpretación: La concentración de medios de subsistencia frágiles (es decir, comercio local e ingresos asociados con actividades primarias) representa una amenaza significativa debido a la exposición económica frente a aluviones. Cuando un evento perturba la movilidad o destruye cultivos e infraestructura, se observa una rápida disminución en los ingresos de los hogares con una recuperación lenta. Esto es evidente en la alta vulnerabilidad asociada con estrategias económicas que ofrecen bajos niveles de protección financiera y alta dependencia del territorio. Por el contrario, el fortalecimiento de las capacidades locales y la prestación de apoyo coordinado por parte de las instituciones pueden fortalecer la resiliencia regional.

10. ¿El negocio o su actividad económica tuvo afectación a causa del aluvión?

Tabla 21 *Afectación del negocio o actividad económica por el aluvión (N = 58)*

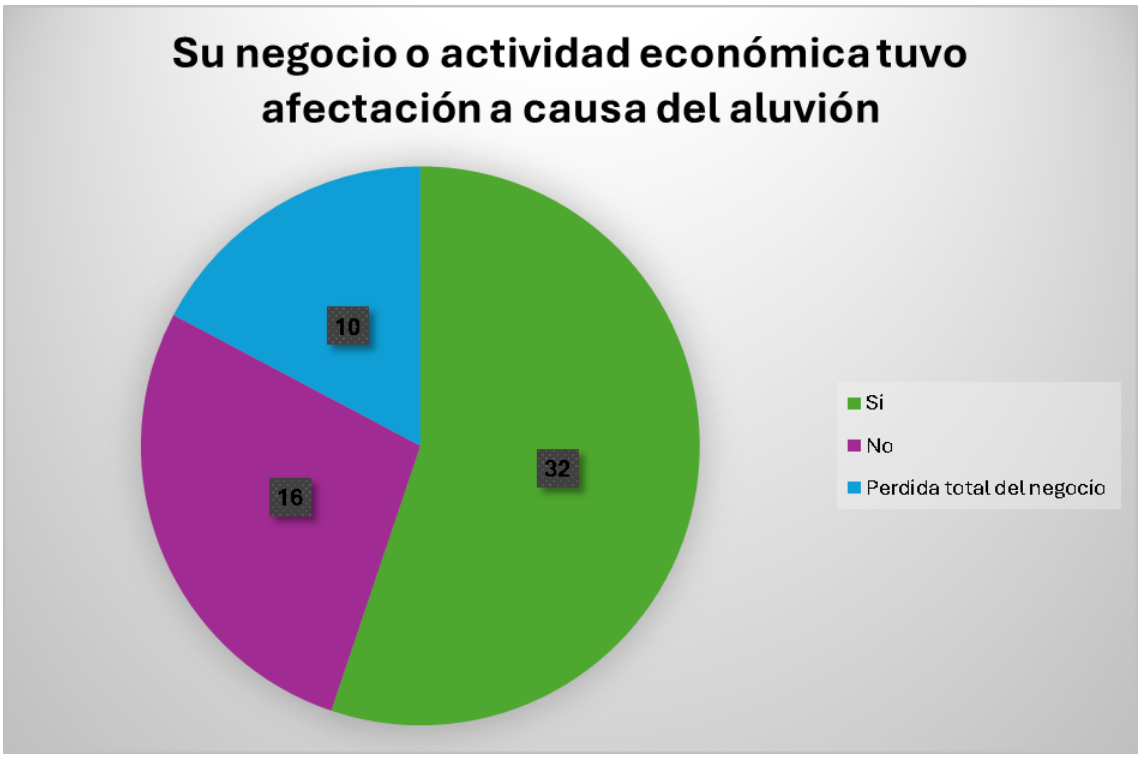
Respuesta	n	fr	%

Sí (afectación)	32	0.55	55.2
No	16	0.28	27.6
Pérdida total del negocio	10	0.17	17.2
Total	**58**	**1.00**	**100.0**

Nota. n = frecuencia absoluta; fr = frecuencia relativa.

Análisis: El 55.2 % dijo que su actividad económica se vio afectada. El 17.2 % reportó pérdida total, y el 27.6 % dijo que no hubo pérdida. El 72.4 % reportó alguna pérdida económica (afectación o pérdida total).

Figura 26 *Su negocio o actividad económica tuvo afectación a causa del aluvión*



Interpretación: Las vulnerabilidades económicas se ven agravadas por aluviones en hogares que dependen de actividades precarias y de baja absorción de pérdidas. Se

piensa que los desastres están relacionados con desigualdades estructurales que aumentan el impacto de la condición social en el desastre (Ordóñez Charpentier, 2024).

11. ¿Cuál es el ingreso actual del hogar (post-aluvión)?

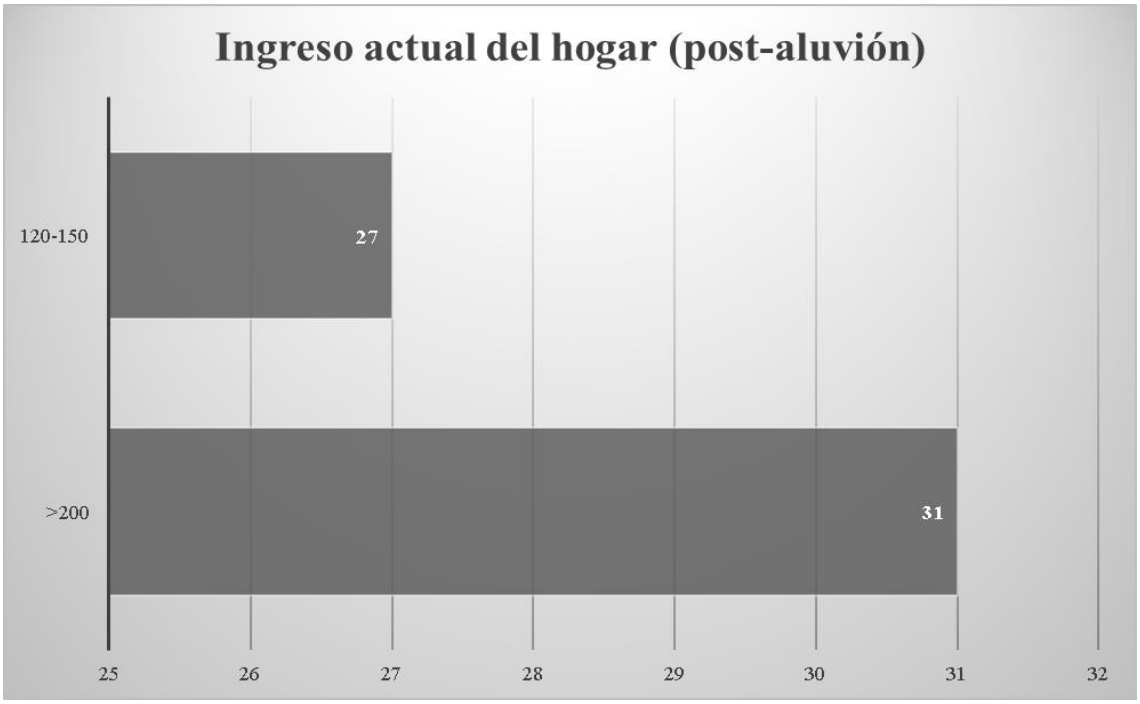
Tabla 22 *Ingreso actual del hogar (post-aluvión) (N = 58)*

Rango de ingreso	n	fr	%
120–150 USD	27	0.47	46.6
>200 USD	31	0.53	53.4
Total	**58**	**1.00**	**100.0**

Nota. n = frecuencia absoluta; fr = frecuencia relativa.

Análisis: El 53.4% reportó ingresos mayores a 200 USD, mientras que el 46.6% se ubicó entre 120 y 150 USD. Aunque hay un grupo ligeramente mayor por encima de 200 USD, casi la mitad permanece en rangos bajos, lo que condiciona la recuperación y la inversión en prevención.

Figura 27 *Ingreso actual del hogar (post-aluvión)*



Interpretación: La figura 22 muestra cómo los ingresos limitados disminuyen la capacidad tanto de realizar mejoras proactivas como de recuperarse de un desastre. Los enfoques recientes sobre vulnerabilidad y desastres tienen en cuenta las condiciones sociales y económicas que tienen la capacidad de transferir y amplificar los contextos de desastre (Fernández et al., 2020).

12. ¿Recibieron alguna asistencia por parte de alguna institución?

Tabla 23 *Institución que brindó asistencia (N = 58)*

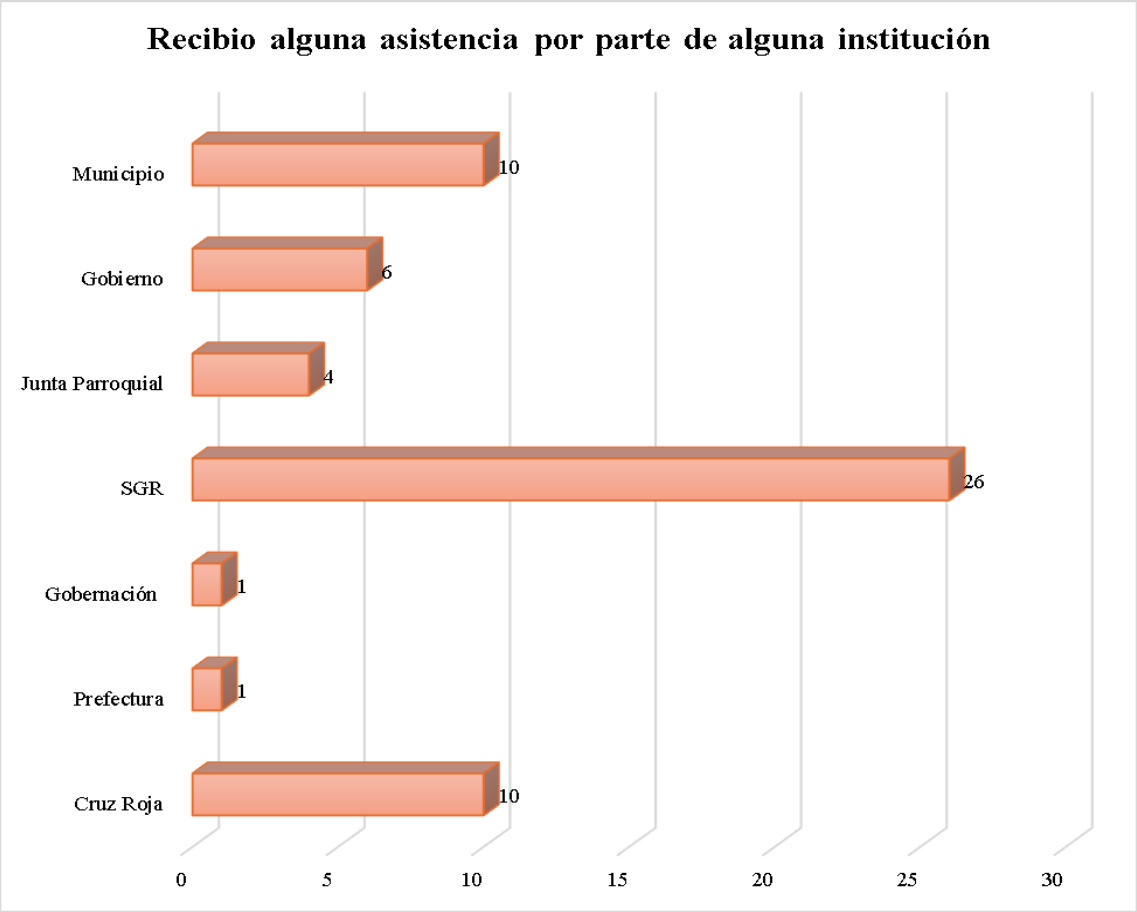
Institución	n	fr	%
Secretaría de Gestión de Riesgos (SGR)	26	0.45	44.8
Municipio	10	0.17	17.2

Cruz Roja	10	0.17	17.2
Gobierno	6	0.10	10.3
Junta Parroquial	4	0.07	6.9
Gobernación	1	0.02	1.7
Prefectura	1	0.02	1.7
Total	**58**	**1.00**	**100.0**

Nota. n = frecuencia absoluta; fr = frecuencia relativa.

Análisis: La institución con mayor participación percibida fue la SGR (44.8%). Le siguen Municipio (17.2%) y Cruz Roja (17.2%), luego Gobierno (10.3%) y Junta Parroquial (6.9%). Gobernación y Prefectura aparecen de forma marginal (1.7% cada una).

Figura 28 *Recibió alguna asistencia por parte de alguna institución*



Interpretación: La concentración de la ayuda en un número reducido de entidades suele denotar dependencia institucional para la fase inmediata, pero el establecimiento de mecanismos de coordinación y la consistencia en las normas resulta urgente para la recuperación sostenible. Recientes análisis han propuesto combinaciones (smart mixes) de instrumentos y responsabilidades que sean complementarias y sinérgicas con el fin de fortalecer la capacidad de respuesta y la resiliencia ante el desastre.

Tabla 24 *Tabla resumen de las categorías*

Categoría	Evidencia	Criterio de medición	Clasificación	Ponderación
Vulnerabilidad Física	98,3% no tiene rutas de evacuación ni señalización	Se considera alta cuando más del 66% de la población presenta carencias en infraestructura preventiva y medidas de protección.	Alta	3
Vulnerabilidad Económica	72,4% sufrió afectaciones económicas y pérdida de medios de vida	Se considera alta cuando más del 66% de la población evidencia afectación económica y limitada capacidad de recuperación.	Alta	3

Vulnerabilidad Organizativa	84,5% no tiene plan familiar, aunque existe trabajo en equipo comunitario	Se considera media cuando existen debilidades organizativas, pero también capacidades comunitarias que contribuyen a la respuesta ante emergencias	Media	2
Vulnerabilidad Educativa	88% conoce el fenómeno, pero 72% no ha recibido capacitación	Se considera media cuando existe conocimiento general del riesgo, pero insuficiente preparación práctica para actuar ante emergencias.	Media	2
Vulnerabilidad Institucional	98,3% indica que ya no	Se considera media cuando existió	Media	2

	recibe apoyo institucional	asistencia posterior al evento, pero sin continuidad en los procesos de acompañamiento y fortalecimiento comunitario.		
Vulnerabilidad Ambiental	82,7% identifica causas antrópicas relacionadas con el aluvión (limpieza, tala y taponamiento	Se considera alta cuando existen condiciones ambientales degradadas que favorecen la ocurrencia o agravamiento del fenómeno.	Alta	3

Nota: La evaluación de la vulnerabilidad se realizó mediante la ponderación de doce indicadores relacionados con el conocimiento del riesgo, la preparación comunitaria, la organización social, la capacidad económica y el apoyo institucional. A cada indicador se le asignó un peso porcentual según su importancia y una calificación de vulnerabilidad (baja, media o alta), representados mediante una escala ordinal de valores de 1 a 3, de acuerdo con los resultados obtenidos en las encuestas. Una vez establecidos los pesos y las categorías de cada indicador, se calculó el Índice de vulnerabilidad mediante la multiplicación del peso asignado por el valor

correspondiente de cada variable. La suma de estos productos fue dividida para el total de las ponderaciones (100 %), obteniéndose un índice global de 2,55. Por ende, el cálculo del índice de nivel de vulnerabilidad es alta, ya que existen ciertas debilidades en aspectos como la capacitación, la planificación familiar, la existencia de rutas de evacuación ya que son factores que reducen la capacidad de respuesta y recuperación de la comunidad.

4.3. **Resultado del objetivo 3:** Proponer medidas de mitigación y adaptación

Considerando los resultados del diagnóstico de vulnerabilidad socioeconómica para el sector Chaupiyacu, se proponen medidas de mitigación y adaptación que disminuirán el potencial riesgo de aluvión en el futuro. Se evidencia con los resultados que, en este punto, la población tiene unas condiciones elevadas de vulnerabilidad a nivel económico, físico y ambiental, y con nivel de vulnerabilidad medio a nivel educativo, organizacional e institucional. En este sentido, las medidas que se proponen se dividen en dos categorías: medidas estructurales y medidas no estructurales.

Tabla 25 *Matriz de medidas de mitigación y adaptación*

Tipo de medida	Problema identificado	Medida propuesta	Actores sugeridos
Estructural	Concentración del flujo en puntos críticos del cauce analizado	Limpieza y mantenimiento periódico del cauce mediante la remoción de sedimentos, vegetación y materiales que obstruyan el flujo del agua en los sectores críticos identificados	GAD Municipal, GAD Parroquial, Secretaría de Gestión de Riesgos
Estructura	Acumulación de sedimentos, residuos y material de arrastre	Limpieza y mantenimiento periódico antes y durante la temporada lluviosa	GAD Municipal, GAD Parroquial, comunidad organizada
Estructural	Falta de señalización y rutas de evacuación	Colocación de señalización preventiva, rutas de evacuación y punto de encuentro validado	GAD Parroquial, GAD Municipal, Secretaría de Gestión de Riesgos, comunidad
Estructural	Erosión y pérdida de cobertura vegetal	Revegetación con especies nativas, barreras vivas y protección de taludes	GAD Parroquial, GAD Municipal, Ministerio del Ambiente, comunidad

No estructural	Falta de capacitación sobre cómo actuar ante aluviones	Talleres prácticos sobre prevención, evacuación, primeros auxilios y actuación ante emergencias	Secretaría de Gestión de Riesgos, GAD Parroquial, Cruz Roja
No estructural	Ausencia de planes familiares de emergencia	Elaboración de planes familiares, rutas de salida, punto de encuentro y mochila de emergencia	Familias, líderes comunitarios, GAD Parroquial
No estructural	Organización comunitaria principalmente reactiva	Conformación de un grupo comunitario básico para vigilancia, comunicación y apoyo durante lluvias intensas	Comunidad, líderes locales, GAD Parroquial
No estructural	Falta de seguimiento institucional continuo	Coordinación para inspecciones, capacitaciones, limpieza, simulacros y actualización de información de riesgo	GAD Municipal, GAD Parroquial, Secretaría de Gestión de Riesgos, Cruz Roja
No estructural	Afectación económica en hogares dedicados al comercio y agricultura	Gestión de apoyo para reactivación productiva, protección de herramientas, productos y pequeños negocios	GAD Municipal, GAD Parroquial, MIES, instituciones de apoyo

La integración tanto de las medidas estructurales como de las no estructurales aborda la exposición física de la población, además de las vulnerabilidades socioeconómicas y organizacionales. Entre los múltiples mecanismos para hacer frente a los peligros de la amenaza de aluviones, las obras de contención y drenaje permitirán mitigar el impacto. Todo en complemento con la educación, la planificación familiar, la organización comunitaria y la coordinación institucional permiten reforzar la capacidad de la población. Este marco de medidas garantiza enfoques sostenibles frente a la amenaza, que a la vez protegen los activos físicos y refuerzan la capacidad de respuesta y recuperación ante posibles aluviones.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta investigación constituyen un aporte para la gestión del riesgo de desastres en el sector Chaupiyacu, ya que permiten identificar las zonas con mayor amenaza de aluvión y el nivel de vulnerabilidad socioeconómica de la población expuesta. La integración del modelamiento hidrológico e hidráulico con la evaluación de la vulnerabilidad proporciona información técnica que puede servir de apoyo para la planificación territorial, el diseño de medidas de mitigación y la toma de decisiones por parte de las instituciones competentes.

La metodología aplicada puede replicarse en otras microcuencas o sectores que presenten características geomorfológicas e hidrológicas similares, contribuyendo a la evaluación de la amenaza de aluvión en diferentes contextos. Como aspecto de mejora, se recomienda implementar un monitoreo hidrometeorológico permanente mediante estaciones de lluvia y caudal, así como actualizar periódicamente los modelos con información de nuevos eventos. Esto permitirá mejorar la precisión de los resultados, fortalecer los sistemas de alerta temprana y contribuir a una gestión del riesgo más eficiente frente a futuros aluviones.

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

La caracterización de la amenaza de aluvión mediante el modelamiento hidrológico e hidráulico permitió comprender el comportamiento del flujo de agua en la microcuenca de Chaupiyacu. Los resultados evidenciaron que la configuración del terreno influye en la concentración del caudal, el incremento de la velocidad y el calado en determinados tramos del cauce, lo que aumenta la probabilidad de afectación sobre la infraestructura vial y las viviendas cercanas. En este sentido, la información obtenida constituye un soporte técnico para la planificación de acciones orientadas a la reducción del riesgo.

La evaluación de la vulnerabilidad socioeconómica permitió determinar que la población del sector Chaupiyacu presenta una capacidad limitada para afrontar los efectos de un aluvión, como consecuencia de la interacción entre factores económicos y debilidades en la preparación comunitaria. La dependencia de actividades de comercialización y actividad agraria, junto con la ausencia de mecanismos de preparación, incrementa la vulnerabilidad de la población. Esta situación se refleja en que el 98.3% de la comunidad no cuenta con rutas de evacuación, el 84.5% no cuenta con un plan familiar de emergencia y el 72% no ha recibido capacitación, condiciones que reducen la capacidad de respuesta y recuperación de la comunidad.

La propuesta de solución contempla la implementación de medidas de mitigación y adaptación orientadas a reducir la vulnerabilidad y fortaleces la resiliencia de la población, frente a posibles aluviones. Entre las principales medidas se destaca la implementación de obras de contención y limpieza continua de cauces, ya que son

medidas estructurales que deben ejecutarse a corto plazo, pero deben complementarse obligatoriamente con medidas no estructurales en cuanto a educación comunitaria diarias, reactivación económica y la formación de una red interinstitucional permanente que no dependa exclusivamente de la respuesta de corto plazo posterior a una catástrofe.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a los Gobiernos Autónomos Descentralizados (Municipal y Parroquial) y a las autoridades competentes incorporar los resultados del modelamiento hidrológico e hidráulico en los instrumentos de planificación territorial y gestión del riesgo, con el fin de priorizar intervenciones en las áreas con mayor probabilidad de afectación, así como ejecutar labores periódicas de limpieza y mantenimiento del cauce para reducir el riesgo por aluviones.

Se sugiere la implementación de un programa permanente de educación comunitaria y fortalecimiento organizativo en gestión inclusiva del riesgo. Este programa debe permitir remediar los niveles de desconocimiento de la población a través de la elaboración guiada de planes familiares de emergencia, la señalización física de rutas de evacuación, de seguridad y la realización de simulacros periódicos de evacuación; con el propósito de fortalecer la capacidad de respuesta de la población ante eventos de esta naturaleza.

Se recomienda institucionalizar una mesa técnica o un comité de gestión de riesgos local que articule de manera permanente a los líderes comunitarios de Chaupiyacu con la Secretaría de Gestión de Riesgos, el municipio y otros cuerpos de apoyo. Se debe coordinar interinstitucionalmente el financiamiento y la ejecución integral de la matriz de medidas propuesta en el presente estudio que permita que el acompañamiento estatal evolucione de ser totalmente reactivo a una gestión preventiva y de recuperación sostenida a largo plazo.

BIBLIOGRAFÍA

Asamblea Constituyente del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Registro Oficial No. 449. https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf

Asamblea Nacional del Ecuador. (2014). *Ley de Seguridad Pública y del Estado*. https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic5_ecu_panel5_sercop_1.3._ley_seg_p%C3%BAblica.pdf

Asamblea Nacional del Ecuador. (2019). *Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD)*. https://www.cpccs.gob.ec/wp-content/uploads/2020/01/cootad.pdf

Bronfman, N. C., Guerrero, N., Castañeda, J. V., Cisternas, P., & Repetto, P. B. (2024). Relationship between social vulnerability and community resilience: A geospatial study in the context of natural disasters. *International Journal of Disaster Risk Reduction, 112*, Article 104774. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2024.104774

Editorial Etecé. (s. f.). *Vulnerabilidad*. Concepto. De. Recuperado el 22 de mayo de 2026, de https://concepto.de/vulnerabilidad/

Fernández, A. G., Waldmüller, J., & Vega, C. (2020). Comunidad, vulnerabilidad y reproducción en condiciones de desastre: Abordajes desde América Latina y el Caribe. *Íconos. Revista de Ciencias Sociales*. https://www.redalyc.org/journal/509/50962258001/50962258001.pdf

GAD Parroquial Balsapamba. (2024). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Balsapamaba. Obtenido de https://www.balsapamba.gob.ec/wp-content/uploads/2025/06/PDOT-BALSAPAMBA.pdf

He, Q., & Faure, M. (2024). Strengthening resilience and sustainability for post-disaster recovery: A comparative law and economics analysis on smart mixes between mechanisms. *Sustainability, 16*(21), Article 9534. https://doi.org/10.3390/su16219534

Instituto de Investigación Geológico y Energético, Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, & Agencia de Cooperación Internacional del Japón. (2024). *Manual técnico de metodologías del resultado 1: Análisis y evaluación de movimientos en masa*. Gobierno del Ecuador. https://www.geoenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2024/10/Manual-1_2024.pdf

Izquierdo-Horna, L., Sánchez-Castro, A., & Duran, J. (2023). Vulnerability assessment of debris flow in the central Peruvian rainforest: An intercultural approach. *Heliyon, 9*(10), Article e20788. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20788

Meza Albornoz, C. P. (2019). *Aluviones históricos y prehistóricos en la ciudad de Taltal, Región de Antofagasta* [Memoria para optar al título de Geóloga, Universidad de Chile]. Repositorio Académico de la Universidad de Chile. https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/174186

Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres. (2015). *Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015–2030*. Naciones Unidas. https://www.unisdr.org/files/43291_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf

Ordóñez Charpentier, A. (2024). El aluvión de 2022 en una comuna de Quito: Urbanización, vulnerabilidad y políticas interespecies. *Mundos Plurales*. https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstreams/6e1982ef-977f-44d2-90b1-8d43cf67257e/download

Palacios Saavedra, E. A., & Pérez Salazar, P. R. (2022). *Formulación de la propuesta del Plan de Gestión de Suelo y evaluación de daños y pérdidas de bienes muebles e inmuebles ocasionados por el aluvión de la Quebrada El Tejado* [Trabajo de titulación, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE]. Repositorio ESPE. http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/32681

Paredes Gómez, M. F., Molina Estrella, M. E., & Cerón Carrera, M. P. (2022). Aluvión de Quito: Una mirada comunicacional del desastre. *Tsafiqui: Revista Científica en Ciencias Sociales, 12*(18), 89–102. https://doi.org/10.29019/tsafiqui.v12i18.1042

Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos. (2025). *Lluvias, del 01 de enero de 2025 a la fecha: Bolívar, SitRep No. 12*. Gobierno del Ecuador. https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/2025/03/SitRep-No-12-Lluvias-01012025-al-11032025-1.pdf

Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres. (s. f.). *Aluviones*. Gobierno de Chile. https://www.senapred.cl/aluviones/

Toro, G. L. (2022). Universidad Espiritu Santo. Obtenido de https://uees.edu.ec/cuales-fueron-las-causas-que-provocaron-el-aluvion-de-la-quebrada-el-tejado-en-el-sector-de-la-gasca-la-comuna-y-pambachupa-en-la-ciudad-de-quito/#:~:text=En%20los%20sectores%20afectados%20de,ante%20una%20amenaza%20de%20inundaci%C3%B3n

Troncoso, L. P., Córdoba, G., Vallejo, J., Rondal, N., Pilatasig, L., Ibadango, E., Solano, S., Gorki-Ruiz, A., Zura, C., Viteri, F., Mateus, A., Alulema, R., Murillo, A., Torres, R., Cantares, A., Ordóñez, J., & Pinto, G. (2022). *Análisis geológico y numérico del flujo de lodo de la quebrada El Tejado del 31 de enero de 2022, Quito–Ecuador*. En P. Masías & M. Ortega (Eds.), *Libro de resúmenes IX Foro Internacional de Peligros Volcánicos* (pp. 192–199). INGEMMET. https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/4514

United Nations Office for Disaster Risk Reduction. (2022). *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2022: Our world at risk: Transforming governance for a resilient future*. UNDRR. https://www.undrr.org/gar/gar2022-our-world-risk-gar

ANEXOS

Anexo 1. Cronograma (Gantt)

Actividades	**Mes**	**Febrero**				**Marzo**				**Abril**				**Mayo**			
	Semana	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**
Formulación general del anteproyecto • Tema • Planteamiento del problema • Formulación del problema • Objetivos general y específico • Justificación • Hipótesis (Idea a defender) • Variables • Operacionalización de variables																	
Marco teórico • Referencial y Georeferencial • Antecedentes (académicos y artículos de investigación) • Científico (bases teóricas)																	

• Marco legal • Marco conceptual																	
Metodología • Tipo de investigación • Enfoque de investigación • Métodos de investigación • Técnicas e instrumentos de recopilación de datos • Universo, población y muestra																	
• Procesamiento de la información																	
Cronograma tentativo (Gantt)																	
Presupuesto																	

- Presupuesto Ejecutado

Rubros	Detalle	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
1.Transporte	Desplazamientos al sector (4 visitas)	6	12.00	48.00
2.Alimentación	Alimentación para trabajo de campo (2 personas x 4 días)	8	10.00	80.00
3.Materiales de oficina	Hojas, carpetas, lapiceros	1	20.00	20.00
4. Encuestas e impresiones	Impresión de encuestas y guías de entrevistas	100	0.15	15.00
5. Dron	Acceso al equipo para análisis geoespacial	1	60.00	60.00
6. GPS	Acceso al equipo para la toma de coordenadas	1	45.00	45.00
6. Internet y telefonía	Recarga de datos móviles, llamadas, envío de documentos	1	20.00	20.00
7. Elaboración y edición del informe final	Corrección y presentación del informe	1	40.00	40.00
TOTAL ESTIMADO				**328.00**

- Instrumentos de recopilación de datos (cuestionario, guion entrevista, ficha de observación, entre otros)
- Otros

Nota 1: Revisar en el anexo 8 la descripción del contenido de cada uno de los apartados.

Nota 2: Los formatos del documento serán de acuerdo con las consideraciones generales para el mecanografiado y la impresión del trabajo de titulación, adjunto en el anexo 9

Anexo 2. Registro fotográfico



















