

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y
AMBIENTAL



NIVEL DE VULNERABILIDAD SOCIOAMBIENTAL
FRENTE AL PELIGRO DE DESLIZAMIENTO EN EL
DISTRITO DE SALLIQUE, CAJAMARCA

INFORME FINAL DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL

Autores: Bach. Luis Fernando Cordova Zumarán

Bach. Frank Gilton Torres Catan

Asesores: Mg. Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga

Mg. Billy Alexis Cayatopa Calderón

Línea de investigación: Vulnerabilidad, Adaptación y Mitigación al Cambio Climático

JAÉN – PERÚ, ABRIL, 2025

20% Overall Similarity

Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text
- Small Matches (Less than 12 words)

Top Sources

- Internet sources
- PDF sources
- Published works (Journal papers)

Luis F. Cordova Zumarán; Frank G. Torres Catan

NIVEL DE VULNERABILIDAD SOCIOAMBIENTAL FRENTE AL PELIGRO DE DESLIZAMIENTO EN EL DISTRITO DE SALLIQUE...

- Quick Submit
- Quick Submit
- Universidad Nacional de Jaen

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3211802881

Fecha de entrega

10 abr 2025, 11:02 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

10 abr 2025, 11:09 a.m. GMT-5

Nombre de archivo

n_y_Torres_Catan_IFA_INFORME_-_LUIS_FERNANDO_CORDOVA_ZUMAR_N.pdf

Tamaño de archivo

6.0 MB

103 Páginas

15.680 Palabras

83.313 Caracteres

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dr. Alexander Huamán Mera
Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

20% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- ▶ Bibliography
- ▶ Quoted Text
- ▶ Small Matches (less than 15 words)

Top Sources

- 12% Internet sources
- 1% Publications
- 13% Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

1 Integrity Flag for Review

- Replaced Characters**
25 suspect characters on 17 pages
Letters are swapped with similar characters from another alphabet.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Dr. Alexander Huamán Mera
Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

Top Sources

- 12% Internet sources
- 1% Publications
- 13% Submitted works (Student Papers)

Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Student papers	
	unj	8%
2	Internet	
	sigrid.cenepred.gob.pe	2%
3	Internet	
	hdl.handle.net	2%
4	Internet	
	repositorio.unjfsc.edu.pe	2%
5	Internet	
	repositorio.unsaac.edu.pe	<1%
6	Student papers	
	Universidad Nacional Federico Villarreal	<1%
7	Internet	
	repositorio.utea.edu.pe	<1%
8	Student papers	
	Universidad Andina del Cusco	<1%
9	Internet	
	repositorio.unasam.edu.pe	<1%
10	Internet	
	repositorio.udh.edu.pe	<1%
11	Internet	
	repositorio.upla.edu.pe	<1%

12	Internet	repositorio.ucv.edu.pe	<1%
13	Student papers	Universidad Continental	<1%
14	Internet	repositorio.unc.edu.pe	<1%
15	Internet	tesis.usat.edu.pe	<1%
16	Internet	repositorio.unfv.edu.pe	<1%
17	Internet	repositorio.uch.edu.pe	<1%
18	Internet	predes.org.pe	<1%
19	Student papers	Universidad Carlos III de Madrid	<1%
20	Internet	pirhua.udep.edu.pe	<1%
21	Internet	repositorio.uncp.edu.pe	<1%
22	Internet	doku.pub	<1%
23	Internet	repositorio.unj.edu.pe	<1%
24	Student papers	uncedu	<1%
25	Internet	www.slideshare.net	<1%

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-
SUNEDU/CD

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 10 de ABRIL del año 2025, siendo las 10:00 am horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente : DR. JUAN MANUEL GARAY ROMÁN
Secretario : DR. SEGUNDO SANCHEZ TELLO
Vocal : DR. NICANOR ALVARADO CARRASCO, para evaluar la Sustentación del Informe Final:

- () Trabajo de Investigación
- (X) Tesis
- () Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: "NIVEL DE VULNERABILIDAD SOCIO AMBIENTAL FRENTE AL PELIGRO DE DESLIZAMIENTO EN EL DISTRITO DE SALLIQUE, CAJAMARCA"



Presentado por estudiante/egresado o Bachiller LUIS FERNANDO CORDOVA ZUIDEÁN FRANK GILTON TORRES CATAN de la escuela Profesional de INGENIERIA FORESTAL Y AMBIENTAL

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

- (X) Aprobar () Desaprobar (X) Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

- a) Excelente 18, 19, 20 ()
- b) Muy bueno 16, 17 (16)
- c) Bueno 14, 15 ()
- d) Regular 13 ()
- e) Desaprobado 12 ó menos ()

Siendo las 11:00 am horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Presidente

Secretario

Vocal

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

FORMATO 04: DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo, **Luis Fernando Cordova Zumarán**, identificado con DNI N° **74880972**, estudiante de la Carrera Profesional de **Ingeniería Forestal y Ambiental** de la Universidad Nacional de Jaén; declaro bajo juramento que soy autor del **Informe final de tesis**:

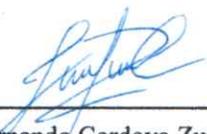
“NIVEL DE VULNERABILIDAD SOCIOAMBIENTAL FRENTE AL PELIGRO DE DESLIZAMIENTO EN EL DISTRITO DE SALLIQUE, CAJAMARCA”.

1. El mismo que presento para optar: () Grado Académico de Bachiller (X) Título Profesional
2. El **Informe final de tesis** no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. El **Informe final de tesis** presentado no atenta contra derechos de terceros.
4. El **Informe final de tesis** no ha sido publicado ni presentado anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados. Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del **Informe final de tesis**, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNJ en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del **Informe final de tesis**.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Jaén, 18 de abril del 2025


Mg. Candy Lisbeth Ocaña Zuñiga
DNI: 44798819


Luis Fernando Cordova Zumarán
DNI: 74880972


Mg. Billy Alexis Cayatopa Calderón
DNI: 44936232

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

FORMATO 04: DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo, **Frank Gilton Torres Catan**, identificado con DNI N° **72674866**, estudiante de la Carrera Profesional de **Ingeniería Forestal y Ambiental** de la Universidad Nacional de Jaén; declaro bajo juramento que soy autor del **Informe final de tesis**:

“NIVEL DE VULNERABILIDAD SOCIOAMBIENTAL FRENTE AL PELIGRO DE DESLIZAMIENTO EN EL DISTRITO DE SALLIQUE, CAJAMARCA”.

6. El mismo que presento para optar: () Grado Académico de Bachiller (X) Título Profesional
7. El **Informe final de tesis** no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
8. El **Informe final de tesis** presentado no atenta contra derechos de terceros.
9. El **Informe final de tesis** no ha sido publicado ni presentado anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
10. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados. Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del **Informe final de tesis**, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNJ en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del **Informe final de tesis**.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Jaén, 18 de abril del 2025



Mg. Candy Lisbeth Ocaña Zuñiga
DNI: 44798819



Frank Gilton Torres Catan
DNI: 72674866



Mg. Billy Alexis Cayatopa Calderón
DNI: 44936232

ÍNDICE

ÍNDICE.....	2
ÍNDICE DE TABLAS.....	3
ÍNDICE DE FIGURAS	5
ÍNDICE DE ANEXOS.....	6
RESUMEN	7
ABSTRACT.....	8
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
III. RESULTADOS	29
IV. DISCUSIÓN.....	57
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
AGRADECIMIENTO	66
DEDICATORIA.....	67
ANEXOS	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de comparación de pares.....	18
Tabla 2 Matriz de normalización	18
Tabla 3 Matriz de relación de consistencia	19
Tabla 4 Matriz índice de consistencia y relación de consistencia	19
Tabla 5 Valores del índice aleatorio (IA).....	20
Tabla 6 La escala de la matriz Saaty.....	20
Tabla 7 Pesos ponderados del fenómeno	21
Tabla 8 Cálculo de susceptibilidad de los factores condicionantes	21
Tabla 9 Cálculo de susceptibilidad del factor desencadenante.....	22
Tabla 10 Cálculo de la Susceptibilidad	22
Tabla 11 Cálculo de la peligrosidad.....	23
Tabla 12 Cálculo de los niveles de peligro.....	23
Tabla 13 Pesos ponderados de la fragilidad social	24
Tabla 14 Pesos ponderados de la resiliencia social.....	24
Tabla 15 Pesos ponderados de la fragilidad ambiental	25
Tabla 16 Pesos ponderados de la resiliencia ambiental	25
Tabla 17 Cálculo de la dimensión social.....	26
Tabla 18 Cálculo de la dimensión ambiental.....	26
Tabla 19 Matriz valor de vulnerabilidad	26
Tabla 20 Los niveles de vulnerabilidad socioambiental	27
Tabla 21 Factores de vulnerabilidad socioambiental	29
Tabla 22 Matriz de comparación de pares del parámetro de factores condicionantes	34
Tabla 23 Matriz de normalización del parámetro de factores condicionantes	34
Tabla 24 Matriz de relación de consistencia del parámetro de factores condicionantes.....	34
Tabla 25 Matriz índice de consistencia y relación de consistencia	35
Tabla 26 Vector priorización	35
Tabla 27 Vector priorización parámetro pendiente.....	36
Tabla 28 Vector priorización parámetro geomorfología.....	38
Tabla 29 Vector priorización parámetro geología	40
Tabla 30 Vector priorización parámetro precipitación	42
Tabla 31 Parámetro de evaluación del tiempo de retorno del deslizamiento	43
Tabla 32 Cálculo del peligro.....	44
Tabla 33 Niveles de peligro por deslizamiento	44

Tabla 33	Niveles de peligro por deslizamiento.....	44
Tabla 34	Parámetro material predominante de las edificaciones.....	46
Tabla 35	Parámetro nivel de acceso a servicios básicos públicos	47
Tabla 36	Parámetro conocimiento de riesgos de origen natural asociados al distrito.....	48
Tabla 37	Parámetro interés por involucrarse en campañas de prevención de riesgo	49
Tabla 38	Parámetro depósito de residuos sólidos	50
Tabla 39	Parámetro pérdida de suelo	51
Tabla 40	Parámetro conocimiento y cumplimiento de la normativa ambiental	52
Tabla 41	Parámetro formación en temas de conservación ambiental	53
Tabla 42	Cálculo de la dimensión social	54
Tabla 43	Cálculo de la dimensión ambiental.....	54
Tabla 44	Cálculo de la vulnerabilidad socioambiental.....	55
Tabla 45	Niveles de la vulnerabilidad socioambiental.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de ubicación del área de estudio del distrito de Sallique	13
Figura 2 Metodología de la investigación	16
Figura 3 Permanencia en el distrito de Sallique	29
Figura 4 Ocurrencia de un deslizamiento en el distrito.....	30
Figura 5 Tiempo en que ocurren los deslizamientos.....	30
Figura 6 Metros aproximados que se desplazó el fenómeno.....	31
Figura 7 Vivienda ubicada cerca del lugar de peligro frente al deslizamiento.....	32
Figura 8 Medidas preventivas para disminuir los efectos negativos del deslizamiento	32
Figura 9 Mapa caracterización del peligro por deslizamiento encontrado en el distrito de Sallique.....	33
Figura 10 Vista aérea del distrito de Sallique, donde se puede apreciar la pendiente del terreno.....	36
Figura 11 Mapa de pendiente del distrito de Sallique.....	37
Figura 12 Identificación de las diferentes unidades geomorfológicas	38
Figura 13 Mapa de unidades geomorfológicas del distrito de Sallique	39
Figura 14 Talud donde se observa intrusión del Sill andesítico(Formación pariatambo).....	40
Figura 15 Mapa de unidades geológicas del distrito de Sallique.....	41
Figura 16 Precipitación diaria por mes durante el año 2024, en la estación Sallique.....	42
Figura 17 Mapa de los niveles de peligro del distrito de Sallique	45
Figura 18 Material predominante de las edificaciones del distrito de Sallique	46
Figura 19 Servicios básicos públicos	47
Figura 20 Conocimiento de peligros de origen natural asociado al distrito	48
Figura 21 Interés por involucrarse en campañas de prevención de riesgos	49
Figura 22 Depósito de residuos sólidos.....	50
Figura 23 Pérdida de suelo	51
Figura 24 Conocimiento y cumplimiento de la normativa ambiental.....	52
Figura 25 Formación en temas de conservación ambiental.....	53
Figura 26 Mapa del nivel de vulnerabilidad socioambiental en el distrito de Sallique	56

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos 1 Método de cálculo de Análisis Jerárquico	68
Anexos 2 Cálculo de la susceptibilidad	91
Anexos 3 Castrato del distrito de Sallique	93
Anexos 4 Ficha de encuesta para identificar los factores de vulnerabilidad socioambiental	94
Anexos 5 Ficha de encuesta para identificar los factores de fragilidad y resiliencia de la dimensión social y ambiental.....	95
Anexos 6 Diagnóstico de la vulnerabilidad socioambiental de la población ante el peligro de deslizamiento	97
Anexos 7 Mapa de la distribución donde se tomaron las encuestas	100
Anexos 8 Panel fotográfico	101

RESUMEN

El estudio tuvo como finalidad determinar el nivel de vulnerabilidad socioambiental frente al peligro de deslizamiento en el distrito de Sallique, Cajamarca. La metodología aplicada se basó en el “Manual para la evaluación de los riesgos originados por fenómenos naturales Versión 0.2” CENEPRED. Para el análisis de vulnerabilidad socioambiental se empleó el proceso de análisis jerárquico, mediante el uso de la matriz de Saaty se ponderó los parámetros y descriptores de estudio obteniendo los niveles de peligro y vulnerabilidad. Se identificó un nivel alto de peligrosidad, atribuido a factores condicionante (pendiente, geología y geomorfología) sumado a ello el factor desencadenante (precipitaciones), que contribuyen a generar las condiciones para la ocurrencia de los deslizamientos. Se aplicaron 81 encuestas dirigidas a los residentes del distrito de Sallique, en las que participó un representante por núcleo familiar, obteniendo un nivel de vulnerabilidad socioambiental alto, debido a la carencia de formación en gestión de riesgos de desastres, a la escasa organización comunitaria y a la insuficiencia de servicios básicos. Se concluye que, aunque los deslizamientos son inevitables en la zona estudiada, es posible adoptar medidas para fortalecer la resiliencia de la población y disminuir significativamente los niveles de vulnerabilidad socioambiental.

Palabras clave: Manual CENEPRED, matriz Saaty, parámetros y descriptores.

ABSTRACT

The purpose of the study was to determine the level of socio-environmental vulnerability to landslide hazards in the district of Sallique, Cajamarca. The methodology applied was based on the “Manual for the evaluation of risks caused by natural phenomena Version 0.2” CENEPRED. For the analysis of socio-environmental vulnerability, the hierarchical analysis process was used, using the Saaty matrix to weight the study parameters and descriptors to obtain the levels of danger and vulnerability. A high level of danger was identified, attributed to conditioning factors (slope, geology and geomorphology) in addition to the triggering factor (rainfall), which contribute to generate the conditions for landslides to occur. 81 surveys were administered to residents of the district of Sallique, with the participation of one representative per family nucleus, obtaining a high level of socio-environmental vulnerability, due to the lack of training in disaster risk management, poor community organization and insufficient basic services. It is concluded that, although landslides are inevitable in the area studied, it is possible to adopt measures to strengthen the resilience of the population and significantly reduce the levels of socio-environmental vulnerability.

Keywords: CENEPRED Manual, Saaty matrix, parameters and descriptors.

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú por su ubicación en la parte central de los Andes, se encuentra expuesto a diversos peligros geológicos, de carácter natural y por actividades antrópicas, entre ellas la deforestación, el uso ineficiente de los suelos y la falta de recursos para mitigar dichos efectos perjudiciales. (Benavente, 2007). Debido a esto se han generado grandes pérdidas ambientales y humanas a causa de los desastres naturales.

Las poblaciones pueden enfrentar múltiples formas de vulnerabilidad, entre ellas la social, económica, ambiental, política, ideológica y técnica, entre otras. Existe una estrecha relación entre la vulnerabilidad y el deterioro ambiental, tanto en áreas urbanas como en ecosistemas naturales que han sido modificados o están en proceso de transformación (Cardona, 2002). El desarrollo y bienestar de la población dependen de condiciones ambientales y comunitarias adecuadas. Por ello, es fundamental que cuenten con la capacidad de responder a amenazas ambientales, es decir, aquellos riesgos que se originan a partir de la relación entre la sociedad y el entorno natural. (Daga, 2014).

De acuerdo con Kámiche (2011), el análisis de la vulnerabilidad debe considerar tres elementos clave: resiliencia, fragilidad y exposición. La exposición, en particular, evalúa los efectos negativos que pueden derivarse de una interacción inadecuada con el medio ambiente, los cuales pueden agravarse por un incremento imprevisto en los datos estadísticos. La fragilidad indispensable para observar la debilidad de las personas frente a su entorno natural ante la posibilidad de que ocurra una situación peligrosa. La resiliencia es un factor clave para establecer el nivel de capacidad de una población para enfrentar, adaptarse o resistir ante una amenaza potencial. (Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción [CENEPRED], 2014).

La vulnerabilidad ambiental hace alusión a la fragilidad de un sistema natural o social frente a posibles daños o alteraciones debido a la ocurrencia de eventos naturales o antrópicos (causados por el ser humano). En el contexto de deslizamientos, la vulnerabilidad ambiental se vincula con aspectos como la pérdida de suelo, la tala de bosques, los procesos de erosión, la inestabilidad de laderas y la falta de planificación territorial. Estos factores aumentan el riesgo de que un evento natural, como fuertes lluvias o sismos, desencadene deslizamientos con impactos significativos en las comunidades y ecosistemas (Caitlin y Joe , 2024).

La evaluación de peligros por deslizamiento es un componente crucial en la gestión de desastres naturales, especialmente en regiones propensas a movimientos de masas. Los movimientos de masa del terreno suponen un riesgo significativo para las comunidades y la infraestructura, siendo un tema de creciente preocupación en la investigación geocientífica (Varnes, 1988).

En las últimas décadas, la incorporación de tecnologías avanzadas ha mejorado significativamente la precisión en la evaluación de riesgos. Scaioni et al., (2014) afirman que “la implementación de tecnologías actuales de análisis, como los sistemas de geoinformación y la teledetección, ha permitido una evaluación más precisa y detallada de los riesgos de deslizamiento, facilitando una planificación más efectiva”. Este avance tecnológico ha permitido a los investigadores y responsables de políticas obtener datos más exactos y actualizados sobre las condiciones del terreno y su estabilidad.

En conclusión, la evaluación de peligro por deslizamiento es una disciplina que integra conocimientos geológicos, técnicas modernas y estrategias preventivas para reducir el impacto de estos eventos naturales. La facultad de anticipar y atenuar los daños provocados por los deslizamientos es crucial para la seguridad de las comunidades y la protección de los ecosistemas (Zavala y Rosado, 2011).

En este sentido, el distrito de Sallique carece actualmente de un análisis detallado sobre su situación social y ambiental, así como de una adecuada capacidad de respuesta de las familias ante los deslizamientos que amenazan la zona. Por ello, resulta fundamental implementar estrategias de mitigación, organización y prevención para reducir el impacto de posibles desastres naturales. Asimismo, es esencial identificar áreas seguras y proporcionar indicaciones claras para actuar frente a eventuales emergencias (Morán, 2018).

En el distrito de Sallique existe una falta de certeza respecto a la ubicación de las viviendas y su estabilidad estructural, debido al desconocimiento sobre las características geológicas del terreno y las áreas de riesgo. Esta situación podría agravar el impacto de posibles desastres, principalmente debido a la carencia de información o sensibilización por parte de las familias, pero también por la limitada intervención de las autoridades locales en la gestión de estos problemas.

La presente investigación se justifica socialmente debido a la situación de riesgo en la que se encuentran los habitantes del distrito de Sallique, quienes están expuestos a posibles deslizamientos de tierra como consecuencia de fenómenos naturales, tales como precipitaciones intensas o el desplazamiento de placas tectónicas, que generan movimientos sísmicos. Es relevante destacar que, en abril de 2023, ya se registró un deslizamiento que provocó daños significativos en viviendas, instituciones educativas y la vía principal que conduce al distrito de Sallique, tal como se detalla en el Informe de Emergencia N°1689 del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI, 2023). Ante esta problemática, resulta imperativo que instituciones como la Municipalidad de Jaén, Gobierno Regional, entre otros, lleven a cabo estudios de vulnerabilidad socioambiental, incluyendo el diagnóstico de alternativas de contingencia y planes de evacuación ante posibles deslizamientos, con el fin de mitigar los riesgos y proteger a la población afectada.

Bajo este contexto esta investigación tuvo como objetivo general, Determinar el nivel de vulnerabilidad socioambiental frente al peligro de deslizamiento en el distrito de Sallique, Cajamarca; siendo sus objetivos específicos: Identificar los factores de vulnerabilidad socioambiental; Calcular las matrices de los factores de vulnerabilidad socioambiental; Calcular el nivel de vulnerabilidad socioambiental y Realizar el mapa de vulnerabilidad socioambiental de la zona de estudio ante un posible escenario de deslizamiento.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Materiales, equipos y programas

a) Materiales

- Recopilación de información de campo, utilizando fichas de encuesta
- Lapiceros
- Folder
- Libreta de apuntes

b) Equipos

- Impresora
- Laptop
- GPS
- Teléfono móvil

c) Programas

- ArcGIS 10.8
- SASPlanet
- Google Earth Pro
- IBM SPSS Statistics 25
- Microsoft Excel 2016

d) Recurso humano

- Tesistas

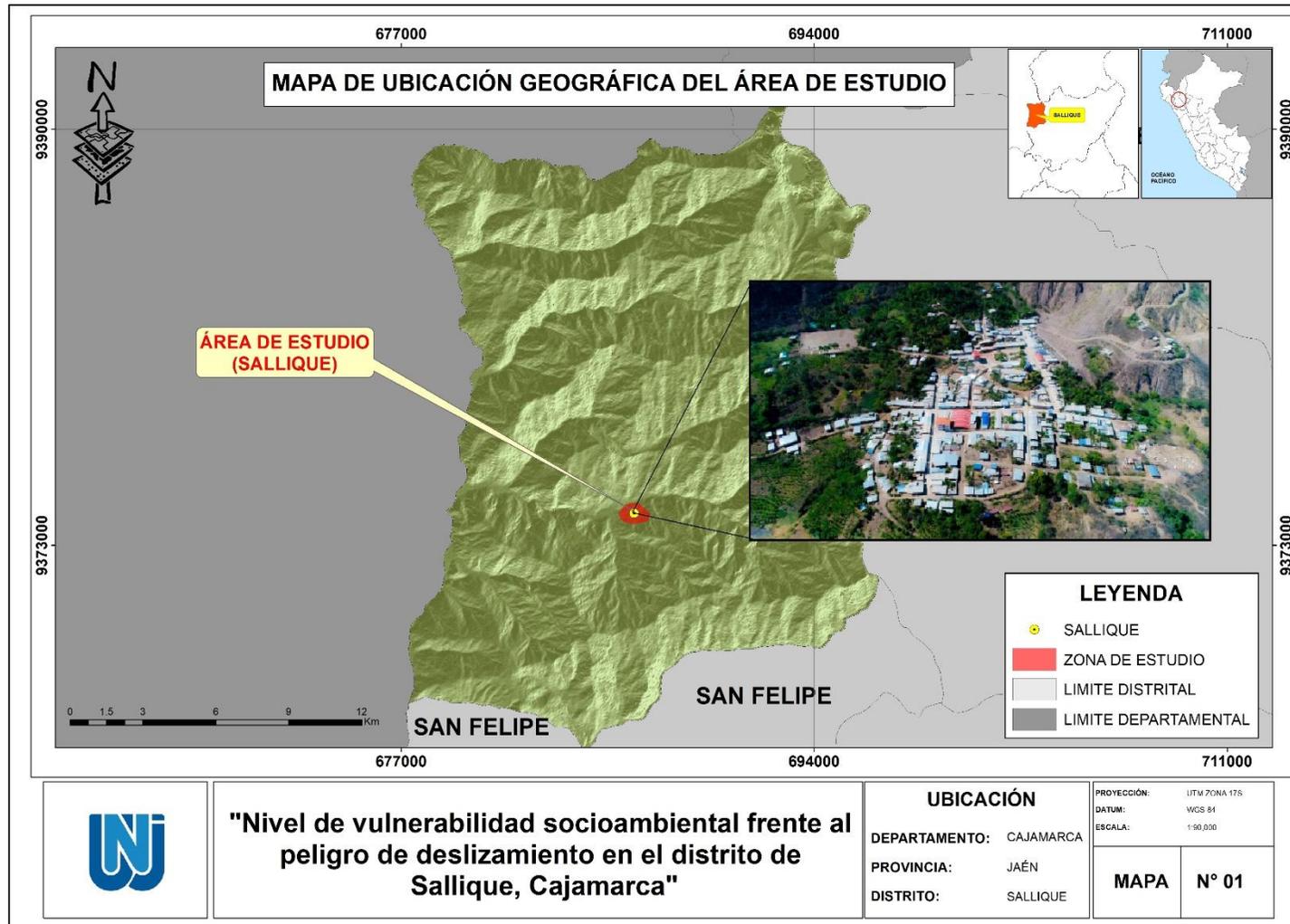
2.2 Ubicación del área de estudio

2.2.1 Área de estudio

El estudio se realizó en el distrito de Sallique, provincia de Jaén y departamento de Cajamarca, en las siguientes coordenadas UTM N: 9374446 y el E: 686472 a una altitud de 1700 m.s.n.m.

Figura 1

Mapa de ubicación del área de estudio del distrito de Sallique



Fuente: SIGRID, Carta nacional, IGN, Geo GPS Perú, Datum WGS84 17 S

2.3 Población, muestra y muestreo

2.3.1 Población

Se consideraron todos los pobladores del distrito de Sallique. De acuerdo con el Censo Nacional del 2017, el universo abarca 940 habitantes y 273 viviendas (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2017)

2.3.2 Muestra

Para determinar el tamaño de la muestra se empleó las encuestas y entrevistas semiestructuras en las viviendas para ello se usó la fórmula de Gómez (2011):

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{(N - 1) * E^2 + Z^2 * p * q} = 80.67 \approx 81$$

Donde:

- n = Tamaño de la muestra
- N =Tamaño de la población
- p = Variabilidad positiva (0.5)
- q = Variabilidad negativa (0.5)
- E = Precisión o el error (9%)
- Z = Nivel de confianza (1.69)

Se realizaron 81 encuestas dirigidas a los residentes del distrito de Sallique, en las que participó un representante por núcleo familiar. Esto se realizó para asegurar un nivel adecuado de interacción y discusión que permita obtener la información necesaria.

2.3.3 Muestreo

El muestreo fue probabilístico, es decir, todos los individuos de la población poseen igual oportunidad de ser seleccionados para integrar la muestra (Hernández et al., 2014); se empleó un enfoque sistemático y cualitativo para realizar grupos focales como método de muestreo de las unidades, lo que facilitó la comprensión de la dinámica ambiental en esa área específica.

2.4 Métodos, técnicas, procedimientos e instrumentos de recolección de datos

2.3.4 Metodología

El método de investigación fue transversal descriptivo; descriptivo porque se consideran todas las características que reflejan la realidad y atraviesan diversos aspectos, ya que la investigación se realiza en un tiempo específico.

2.3.5 Técnicas

Recolección datos en de campo: mediante entrevistas y fichas de encuestas preparadas por los tesisistas, para ello se realizó las visitas a las viviendas del distrito de Sallique.

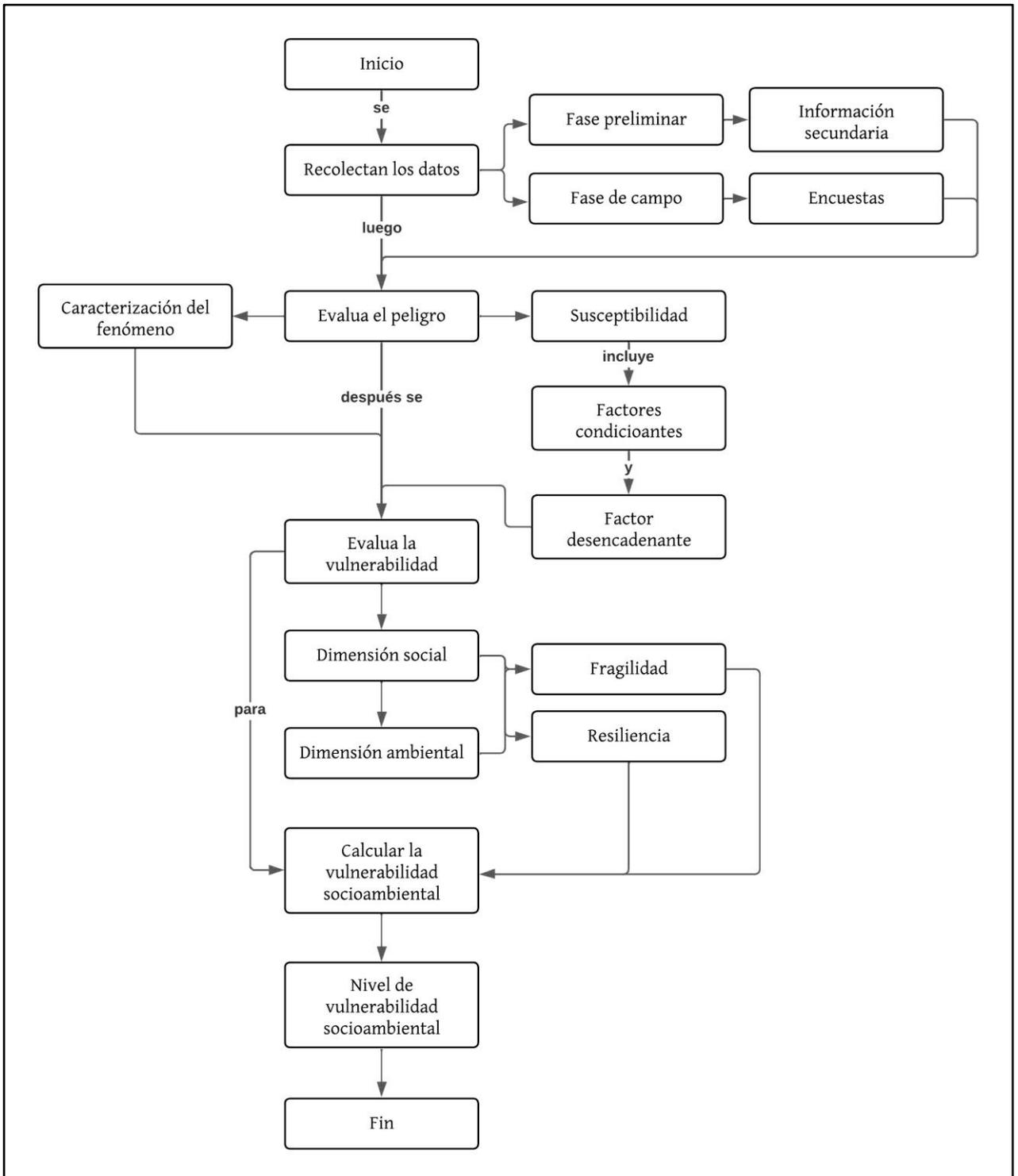
Procesamiento de datos: para el preprocesamiento y tabulación de datos, está información fue procesada con el software Microsoft Excel 2016 para su posterior análisis, interpretación y creación de gráficos. Además, se generarán los mapas temáticos correspondientes

2.3.6 Procedimientos

En la figura 2 se presenta el flujo de procedimientos llevados a cabo. Inicialmente, se realizó la recolección de datos, seguida de la evaluación del peligro. Posteriormente, se procedió a evaluar la vulnerabilidad, lo que permitió calcular la vulnerabilidad socioambiental. Este proceso permitió determinar los niveles de vulnerabilidad socioambiental correspondientes.

Figura 2

Metodología de la investigación



2.3.6.1 Primer objetivo: Identificar los factores de vulnerabilidad socioambiental

Para la identificación de los factores de vulnerabilidad socioambiental se siguió la metodología propuesta por Reyes (2018).

- Mediante la opinión, percepción y experiencias de los ciudadanos se logró obtener conocimientos más a detalle de los deslizamientos que ocurren cada año en el distrito de Sallique.
- La encuesta se realizó a fin de determinar los factores que inciden en la vulnerabilidad socioambiental y fue adaptada de acuerdo a los objetivos del estudio.
- Se realizaron 81 encuestas aleatorias dirigidas a los residentes del distrito de Sallique relacionadas con el tema de estudio, este instrumento nos ayudó a recoger información que nos permitió identificar los factores de vulnerabilidad socioambiental y la reacción de las familias frente a este suceso natural.
- La encuesta cuenta con una serie de preguntas (Anexo 4), que se aplicaron a los adultos y luego se utilizó el software Microsoft Excel 2016 para procesar los datos obtenidos en campo.

2.3.6.2 Segundo objetivo: Calcular las matrices de los factores de vulnerabilidad socioambiental

Para calcular las matrices se utilizó los criterios y términos establecidos en el Manual del CENEPRED (2014). No obstante, dado que el manual contiene numerosos criterios y términos, se ajustaron en función del contexto del estudio.

Se desarrolla una matriz de comparación por pares para evaluar criterios, subcriterios y/o descripciones, dependiendo del área de interés. En el contexto del peso asignado a cada criterio, la matriz ayudó a definir la prioridad de un criterio sobre otro, información que será utilizada más adelante para su ponderación (Tabla 1).

Tabla 1
Matriz de comparación de pares

Parámetro	Descriptor (*)	Descriptor (**)	Descriptor (***)	Descriptor (****)	Descriptor (*****)
Descriptor (*)					
Descriptor (**)					
Descriptor (***)					
Descriptor (****)					
Descriptor (*****)					
Suma					
1/Suma					

Nota: (*) Número de descriptor

Luego se construyó la matriz de comparaciones normalizada, la cual se obtiene de dividir cada elemento de matriz de comparación de pares entre la suma obtenida, con ello se obtiene, pesos ponderados de cada criterio a partir de la matriz normalizada (Tabla 2).

Tabla 2
Matriz de normalización

Parámetro	Descriptor (*)	Descriptor (**)	Descriptor (***)	Descriptor (****)	Descriptor (*****)	Vector Priorización
Descriptor (*)						
Descriptor (**)						
Descriptor (***)					
Descriptor (****)						
Descriptor (*****)						

Para la relación de consistencia debe ser menor al 10% ($RC < 0.04$), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares es la más adecuada. El Λ_{max} se obtuvo mediante la división del vector suma ponderada (Tabla 3) de la matriz de consistencia y del vector priorización (Tabla 2) de la matriz de normalización detallada más adelante.

Tabla 3

Matriz de relación de consistencia

Parámetro	Descriptor (*)	Descriptor (**)	Descriptor (***)	Descriptor (****)	Descriptor (*****)	Vector Suma Ponderada	Λ_{max}
Descriptor (*)							
Descriptor (**)							
Descriptor (***)						
Descriptor (****)							
Descriptor (*****)							

Finalmente se elaboró la matriz de consistencia para hallar la relación consistencia y verificar si las decisiones planteadas, en la tabla 3 y 4 fueron adecuadas.

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

Donde: IC: Índice de consistencia

n: Descriptor

λ_{max} : Se obtiene al dividir los valores que se encuentran en el Vector de Priorización y el Vector Suma Ponderada.

Tabla 4

Matriz índice de consistencia y relación de consistencia

Índice de consistencia	IC
Relación de consistencia	RC

Para calcular la RC, se requiere el IA, que es el Índice Aleatorio de una Matriz de Comparaciones Pareada (tabla 5). Este índice se genera de manera aleatoria, tal como indica su nombre. La variable “n” presenta los diferentes valores del IA:

$$RC = IC/IA$$

Donde:

RC: Relación de consistencia

IC: Índice de consistencia

IA: Índice Aleatorio

Tabla 5

Valores del índice aleatorio (IA)

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

Fuente: Aguarón y Moreno, 2003.

Proceso de análisis jerárquico (PAJ)

La estimación de los valores se realizó siguiendo los indicadores establecidos en la metodología de comparación por pares, utilizando para ello el PAJ Saaty (1980), a continuación, se muestra la escala numérica a usar:

Tabla 6

La escala de la matriz Saaty

Nº Escala Numérica	Escala Verbal
9	“Absolutamente o muchísimo más importante o preferido que”
7	“Preferido que o mucho más importante”
5	“Preferido que o más importante”
3	“Preferido que o ligeramente más importante”
1	“Diferente a o igual”
1/3	“Preferido que o ligeramente menos importante”
1/5	“Preferido que o menos importante”
1/7	“Preferido que o mucho menos importante”
1/9	“Preferido que o muchísimo menos importante”
2-4-6-8	“Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, serán empleados cuando sea necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores”

Fuente: Adaptado de CENEPRED, 2014

Después se tomó el parámetro de evaluación que vendría hacer el fenómeno natural, en este caso para la investigación se evaluó los deslizamientos que permite evaluar la intensidad del peligro (Tabla 7).

Tabla 7

Pesos ponderados del fenómeno

Fenómeno		
F1		
Valor	Peso	Valor

Nota: F1: Fenómeno 1

Asimismo, se evaluó y se calculó la susceptibilidad del área geográfica expuesta, teniendo en cuenta los factores condicionantes (pendiente, geomorfología, geología) y desencadenante (precipitaciones) con sus respectivos pesos ponderados.

Tabla 8

Cálculo de susceptibilidad de los factores condicionantes

Factor Condicionante						
Pendiente		Geomorfología		Geología		Valor
Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	
...			

Tabla 9*Cálculo de susceptibilidad del factor desencadenante*

Factor Desencadenante			
Precipitación		Valor	
Valor	Peso		
...	

Con los valores obtenidos en las tablas anteriores, se plasmó en la tabla 10 el valor y peso de los factores condicionante y desencadenante para así obtener el valor de susceptibilidad.

Tabla 10*Cálculo de la Susceptibilidad*

Factor condicionante		Factor Desencadenante		Valor Susceptibilidad (S)
Valor	Peso	Valor	Peso	
...

Para la siguiente matriz (Tabla 11) se aplicó la fórmula establecida en el manual de CENEPRED (2014), a través de la cual se determinaron los vectores de priorización correspondientes a cada parámetro y descriptor, previamente presentados en las tablas. Además, la utilización de estas fórmulas permitió obtener cuatro niveles de peligro en función de los cinco descriptores.

$$\text{Susceptibilidad} * \text{Peso} + \text{Fenómeno} * \text{Peso} = \text{Valor de Peligro}$$

Tabla 11*Cálculo de la peligrosidad*

Susceptibilidad (S)	Fenómeno parámetro de evaluación (PE)	Valor de peligro
...

A continuación, se explica el proceso para calcular los niveles de peligro, donde se establecen diferentes rangos de valores asociados a cada nivel. Estos niveles se clasifican en: baja, media, alta y muy alta según los valores de peligro obtenidos (Tabla 12).

Tabla 12*Cálculo de los niveles de peligro*

Nivel de peligro	Rangos
Muy Alta	
Alta	...
Media	
Baja	

Análisis de la vulnerabilidad socioambiental

Para el análisis de la vulnerabilidad socioambiental se consideraron la dimensión social y la dimensión ambiental; calculando la fragilidad y la resiliencia. Se tuvo en cuenta la información recolectada de las 81 encuestas (anexo 5) que se realizaron a los pobladores del distrito de Sallique. Asimismo, se empleó la metodología del proceso de análisis jerárquico (PAJ) para calcular los valores correspondientes a cada una de las dimensiones de la vulnerabilidad socioambiental

Determinación de la vulnerabilidad dimensión social (fragilidad y resiliencia)

El estudio de la dimensión social permitió reconocer las características propias de la población de Sallique, lo que aportó significativamente al entendimiento de su vulnerabilidad socioambiental. En las tablas 13 y 14 se presentan los criterios relacionados con la fragilidad y la resiliencia social:

Tabla 13

Pesos ponderados de la fragilidad social

Fragilidad social				
FS1		FS2		
Valor	Peso	Valor	Peso	Valor

Nota: FS1: Fragilidad social 1 FS2: Fragilidad social 2

Tabla 14

Pesos ponderados de la resiliencia social

Resiliencia social				
RS1		RS2		
Valor	Peso	Valor	Peso	Valor

Nota:RS1:Resiliencia social 1 RS2:Resiliencia social 2

Determinación de la vulnerabilidad dimensión ambiental (fragilidad y resiliencia)

El análisis de la dimensión ambiental ayudo a identificar las características y conservación ambiental del distrito de Sallique y así contribuir al análisis de la vulnerabilidad socioambiental, a continuación, las tablas 15 y 16 indican los parámetros de fragilidad y resiliencia ambiental:

Tabla 15

Pesos ponderados de la fragilidad ambiental

Fragilidad ambiental				
FA1		FA2		
Valor	Peso	Valor	Peso	Valor

Tabla 16

Pesos ponderados de la resiliencia ambiental

Resiliencia ambiental				
RA1		RA2		
Valor	Peso	Valor	Peso	Valor

2.3.6.3 Tercer objetivo: Calcular el nivel de vulnerabilidad socioambiental

Con base en los resultados obtenidos de las etapas anteriores, se procedió a consignar información para llenado de las tablas 17 y 18.

Tabla 17

Cálculo de la dimensión social

Dimensión social				
Fragilidad		Resiliencia		
Valor	Peso	Valor	Peso	Valor

Tabla 18

Cálculo de la dimensión ambiental

Dimensión ambiental				
Fragilidad		Resiliencia		
Valor	Peso	Valor	Peso	Valor

En la tabla 19 se presenta la matriz de valor de vulnerabilidad, la cual incluye los valores y pesos correspondientes tanto para los aspectos sociales como ambientales. Esta matriz permite evaluar y ponderar los diferentes factores que contribuyen al valor total de la vulnerabilidad en el estudio.

Tabla 19

Matriz valor de vulnerabilidad

Valor de vulnerabilidad				
Social		Ambiental		
Valor	Peso	Valor	Peso	Valor

Niveles de vulnerabilidad socioambiental, los cuales se clasifican según los valores y rangos correspondientes. Estos niveles incluyen: Vulnerabilidad Muy Alta, Vulnerabilidad Alta, Vulnerabilidad Media y Vulnerabilidad Baja, determinados a partir de los valores de vulnerabilidad socioambiental obtenidos en el estudio (Tabla 20)

Tabla 20

Los niveles de vulnerabilidad socioambiental

Nivel de Vulnerabilidad Socioambiental	Rangos
Vulnerabilidad Muy Alta	
Vulnerabilidad Alta	...
Vulnerabilidad Media	
Vulnerabilidad Baja	

2.3.6.4 Cuarto objetivo: Realizar el mapa de vulnerabilidad socioambiental de la zona de estudio ante un posible escenario de deslizamiento

- Para crear los mapas, se utilizaron los software ArcGIS 10.8 y SASPlanet; asimismo, los procesos establecidos en el Manual CENEPRED (2014). Todo el procedimiento se realizó en el laboratorio de Sensores Remotos y Análisis de Datos (SIRANDA) de la Universidad Nacional de Jaén.
- Para elaborar el mapa de peligro se integró una combinación de información de las variables pendiente, geomorfología, geología y precipitación.
- Haciendo uso del plano catastral del distrito de Sallique se procedió agrupar en manzanas urbanas, luego se analizaron los factores que influyen en la vulnerabilidad socioambiental y finalmente se plasmó en un mapa donde se reflejó los diferentes niveles (bajo, medio, alto y muy alto) que enfrenta la población residente en el distrito de Sallique.

2.3.6.5 Análisis de datos

Al tener como base un trabajo no experimental, la información recolectada fue procesada en hojas formato Excel.

Para su análisis estadístico se emplearán tablas y gráficos descriptivos comparativos. Por otro lado, los datos recolectados serán procesados y analizados mediante el Software estadístico IBM SPSS Statistics 25.

III. RESULTADOS

3.1 Primer objetivo: Identificación de los factores de vulnerabilidad socioambiental

En la tabla 21, se exponen los factores de vulnerabilidad socioambiental identificados según los datos recolectados en la encuesta realizada:

Tabla 20

Factores de vulnerabilidad socioambiental

Factores de vulnerabilidad socioambiental	
Exposición	- Permanencia en la zona de peligro - Percepción del peligro
Fragilidad	- Ubicación de las viviendas en zonas de peligro - Falta de medidas preventivas
Resiliencia	- Conocimiento del peligro - Implementación de medidas

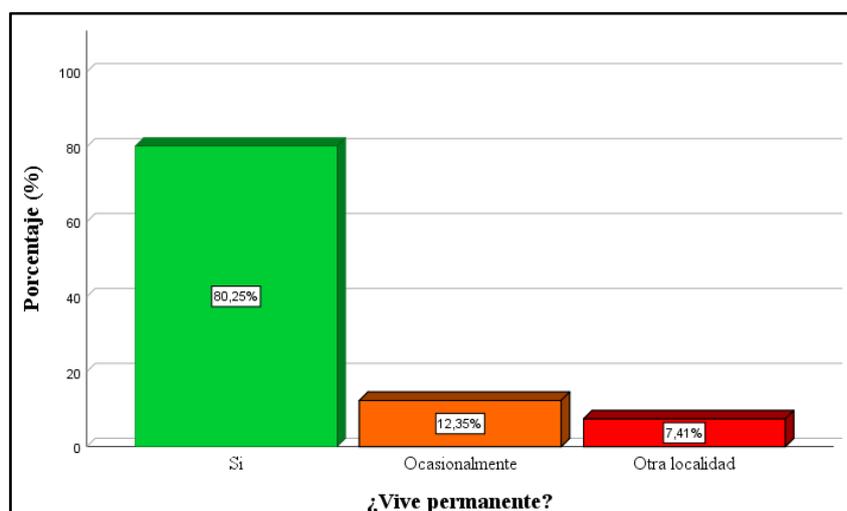
3.1.1 Encuesta

1) ¿Vive permanentemente en el distrito de Sallique?

Se observa que un 80,25% de los encuestados residen en el distrito de Sallique, el 12,35% de las personas viven ocasionalmente o transitoriamente y el 7,41% de las personas viven en otra localidad ya puede ser fuera del distrito o pertenecen algún caserío (Figura 3).

Figura 3

Permanencia en el distrito de Sallique

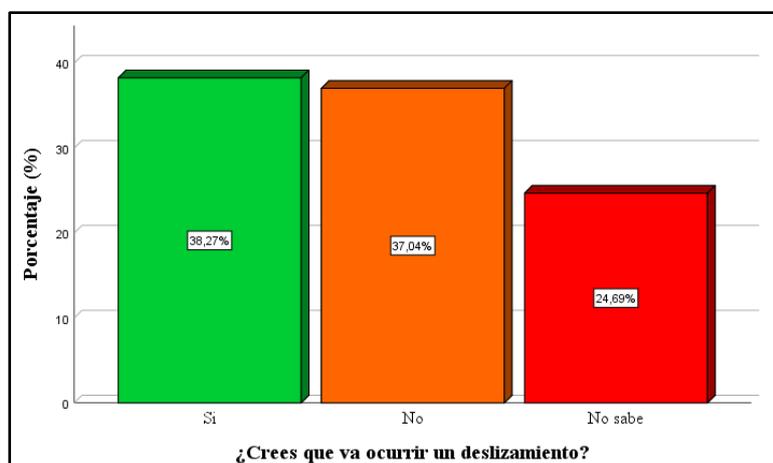


2) ¿Crees que va ocurrir un deslizamiento en tu distrito?

En la figura 4, se evidencia que un 38,27% piensa que si ocurrirá un deslizamiento, el 37,04% piensa que solo Dios sabe si o no ocurrirá un deslizamiento y un 24,69% no sabe o desconoce acerca de que podría ocurrir un deslizamiento.

Figura 4

Ocurrencia de un deslizamiento en el distrito

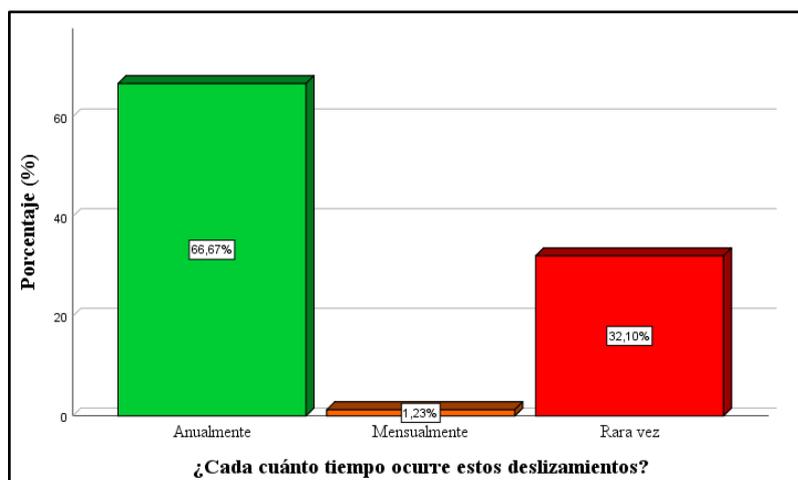


3) ¿Cada cuánto tiempo ocurren estos deslizamientos?

Se puede observar que un 66,67% de la población encuestada respondió que anualmente ocurren estos deslizamientos, un 1,23% respondió que ocurre mensualmente y un 32,10% respondió que rara vez ocurren los deslizamientos (Figura 5).

Figura 5

Tiempo en que ocurren los deslizamientos

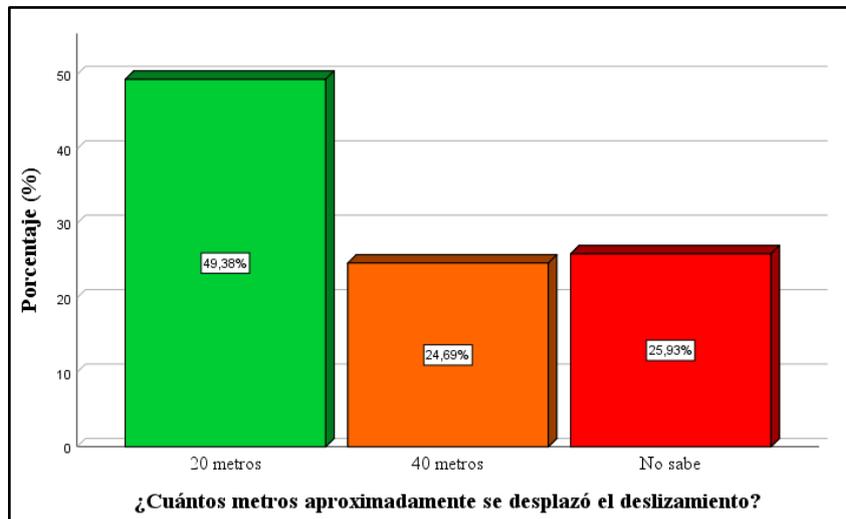


4) ¿Cuántos metros aproximadamente se desplazó este fenómeno?

El 49,38% de los encuestados respondieron que aproximadamente 20 metros se desplazó el deslizamiento, el 24,69% de los encuestados respondieron que 40 metros se desplazó el deslizamiento y un 25,93% no sabe o no opina porque desconocen de este tema (Figura 6).

Figura 6

Metros aproximados que se desplazó el fenómeno

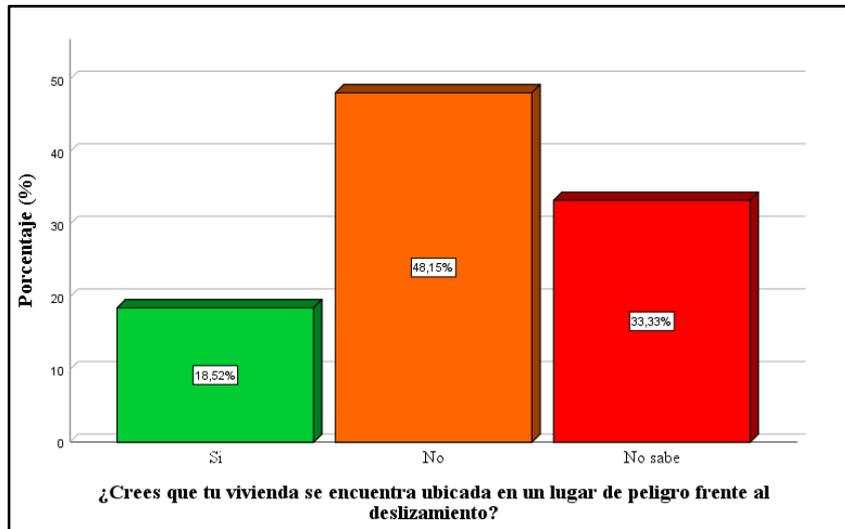


5) ¿Crees que tu vivienda se encuentra ubicada en un lugar de peligro frente al deslizamiento?

Ante la pregunta ¿Crees que tu vivienda se encuentra ubicada en un lugar de peligro frente al deslizamiento? el 18,52% de la población piensa que su vivienda está ubicado en un lugar de peligro frente a un deslizamiento, mientras que el 48,15% de la población respondió que su casa no se encuentra expuesta al peligro frente a un deslizamiento y un 33,33% no sabe o desconoce si su vivienda se encuentra en una zona de peligro frente al deslizamiento (Figura 7).

Figura 7

Vivienda ubicada cerca del lugar de peligro frente al deslizamiento

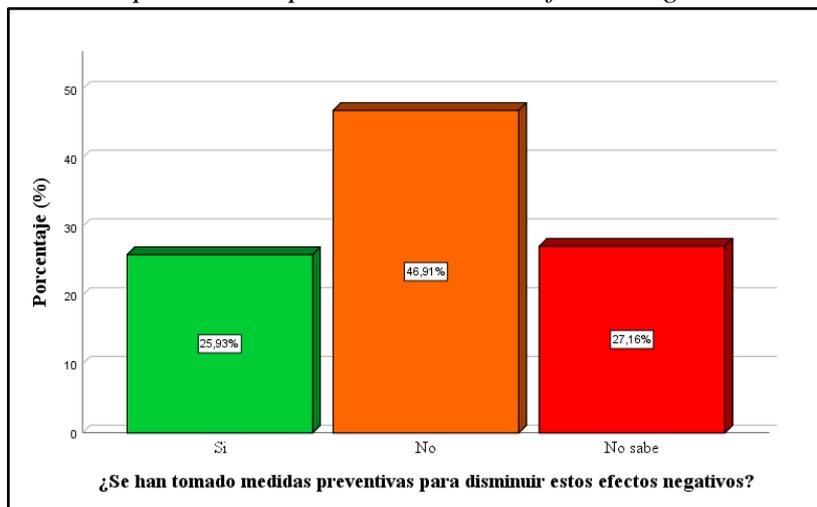


6) ¿Se han tomado medidas preventivas para disminuir estos efectos negativos?

En la figura 8, se puede observar que el 25,93% de los encuestados respondieron que si se han tomado medidas preventivas para disminuir estos efectos negativos, por otro lado, el 46,91% respondieron que no se han tomado las medidas preventivas correspondientes y el 27,16% no sabe o desconoce sobre las medidas preventivas que se pueden tomar para disminuir estos efectos negativos.

Figura 8

Medidas preventivas para disminuir los efectos negativos del deslizamiento

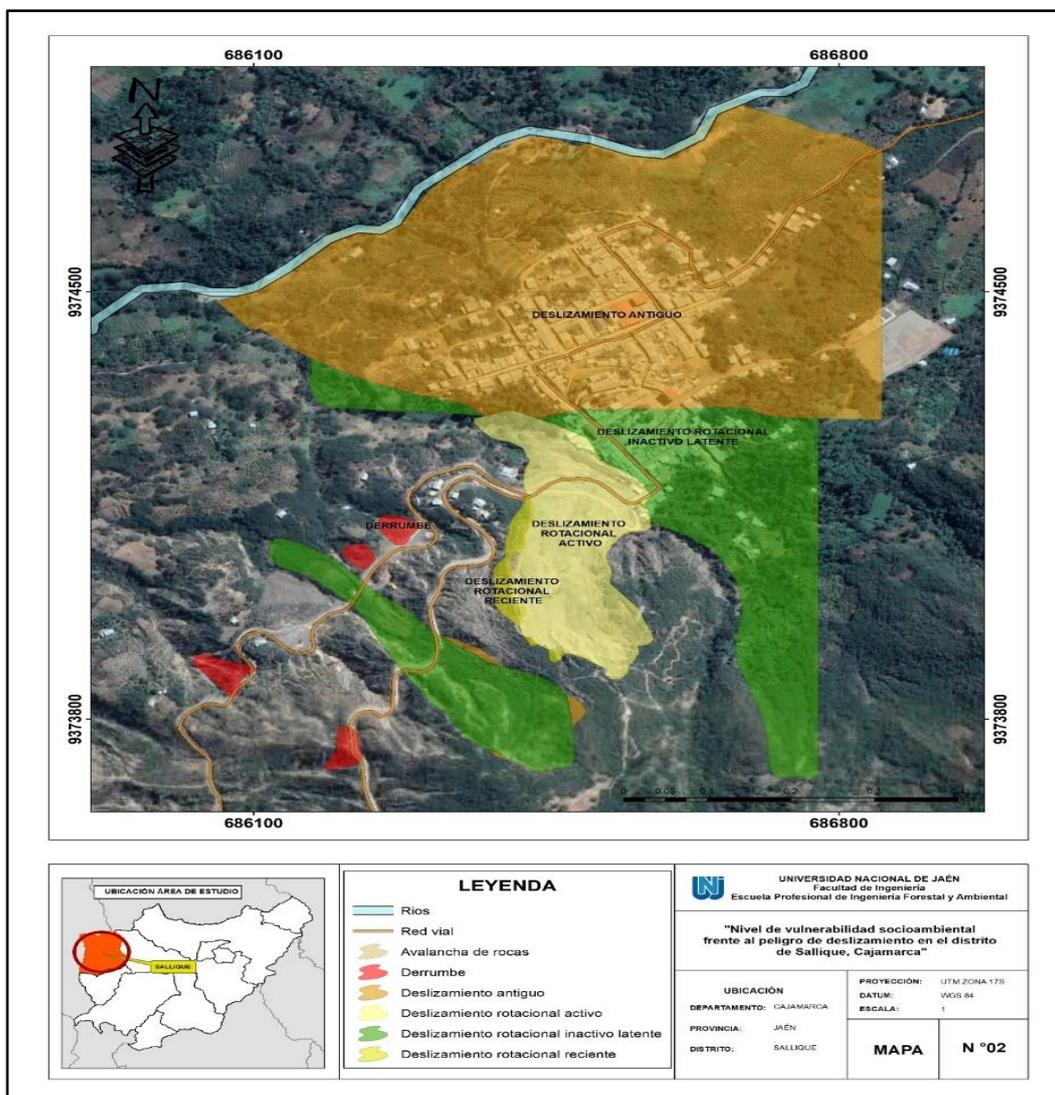


3.2 Segundo objetivo: Calcular las matrices de los factores de vulnerabilidad socioambiental

En la figura 9, se muestra que el área de estudio donde se reconoció el parámetro de evaluación del fenómeno son los deslizamiento para lo cual se tomó en cuenta en el Informe Técnico N° A7390 del IGEMMET (2023) “Evaluación de peligros geológicos por deslizamiento en la localidad Sallique”, donde indica que el deslizamiento es de tipo rotacional esto debido a las lluvias intensas. A continuación, se tiene a la caracterización del deslizamiento el cual se realizó en base al levantamiento de información en campo y la referencia de estudios anteriores, para lo cual se elaboró el siguiente mapa haciendo uso del software ArcGIS 10.8.

Figura 9

Mapa caracterización del peligro por deslizamiento encontrado en el distrito de Sallique



Fuente: SIGRID, Carta nacional, IGN, Geo GPS Perú, Datum WGS84 17 S

En las tablas 22, 23 y 24 se utilizó la metodología del Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ). Los resultados son aceptables ya que cumplen con el criterio de que el valor del coeficiente debe ser < 0.04 para una matriz de 3x3 (Tabla 25) parámetros en cuyo caso no se cumpla dicho criterio se debe volver analizar la matriz de comparación de pares.

Tabla 21

Matriz de comparación de pares del parámetro de factores condicionantes

Factores condicionantes	Pendiente	Geomorfología	Geología
Pendiente	1.00	2.00	5.00
Geomorfología	0.50	1.00	2.00
Geología	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.70	3.50	8.00
1/SUMA	0.59	0.29	0.13

Tabla 22

Matriz de normalización del parámetro de factores condicionantes

Factores condicionantes	Pendiente	Geomorfología	Geología	Vector Priorización
Pendiente	0.59	0.57	0.63	0.595
Geomorfología	0.29	0.29	0.25	0.277
Geología	0.12	0.14	0.13	0.129

Tabla 23

Matriz de relación de consistencia del parámetro de factores condicionantes

Factores condicionantes	Pendiente	Geomorfología	Geología	Vector Priorización	Amax
Pendiente	0.59	0.55	0.64	1.791	3.01
Geomorfología	0.30	0.28	0.26	0.831	3.00
Geología	0.12	0.14	0.13	0.386	3.00
				Suma	9.02
				Promedio	3.01

Tabla 25*Matriz índice de consistencia y relación de consistencia*

Índice de consistencia	IC	0.003
Relación de consistencia <0.04 (*)	RC	0.005

Tabla 24*Vector priorización*

Parámetro	Factores condicionantes	Peso ponderado
	Pendiente	0.595
Descriptor	Geomorfología	0.277
	Geología	0.129

3.2.1 Análisis del factor condicionante

A. Pendiente

En la figura 10, tras la recopilación, revisión y análisis de la información proporcionada en el informe técnico Informe Técnico N° A7390 del IGEMMET (2023), se observa una zona con una alta susceptibilidad a deslizamientos en el distrito de Sallique, Cajamarca. La pendiente del talud principal alcanza un ángulo de 41°, lo que indica una inclinación pronunciada que favorece la inestabilidad del terreno. Asimismo, en una zona poblada cercana se registra una pendiente de 15°, lo que podría representar un riesgo moderado para las viviendas y la infraestructura.

Figura 10

Vista aérea del distrito de Sallique, donde se puede apreciar la pendiente del terreno



Fuente: Adaptado de IGEMMET, 2023

Tabla 25

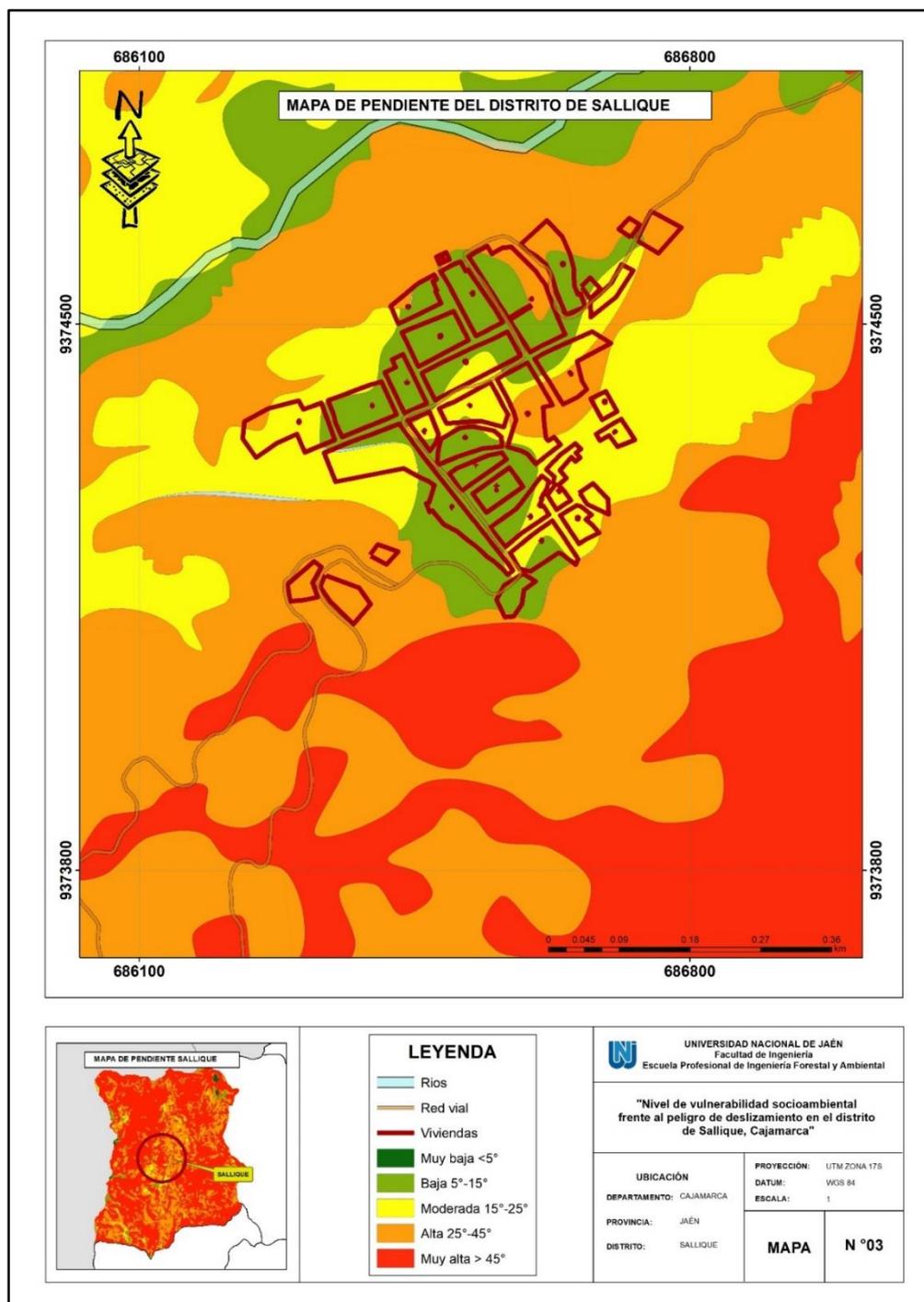
Vector priorización parámetro pendiente

Parámetro	Pendiente	Peso ponderado
Descriptores	Muy baja <5°	0.426
	Baja 5°-15°	0.266
	Moderada 15°-25°	0.159
	Alta 25°-45°	0.091
	Muy alta >45°	0.059

El mapa de pendientes del distrito de Sallique, revela la distribución del relieve y su relación con la vulnerabilidad ante deslizamientos. Se identifican cinco categorías de pendiente: muy baja ($<5^\circ$), baja ($5^\circ-15^\circ$), moderada ($15^\circ-25^\circ$), alta ($25^\circ-45^\circ$) y muy alta ($>45^\circ$) (Figura 11).

Figura 11

Mapa de pendiente del distrito de Sallique



Fuente: SIGRID, Carta nacional, IGN, Geo GPS Perú, Datum WGS84

B. Geomorfología

En la figura 12, se observa la delimitación de las principales unidades geomorfológicas presentes en el área afectada por deslizamientos en el distrito de Sallique, Cajamarca.

Figura 12

Identificación de las diferentes unidades geomorfológicas



Fuente: Adaptado IGEMMET, 2023

Tabla 26

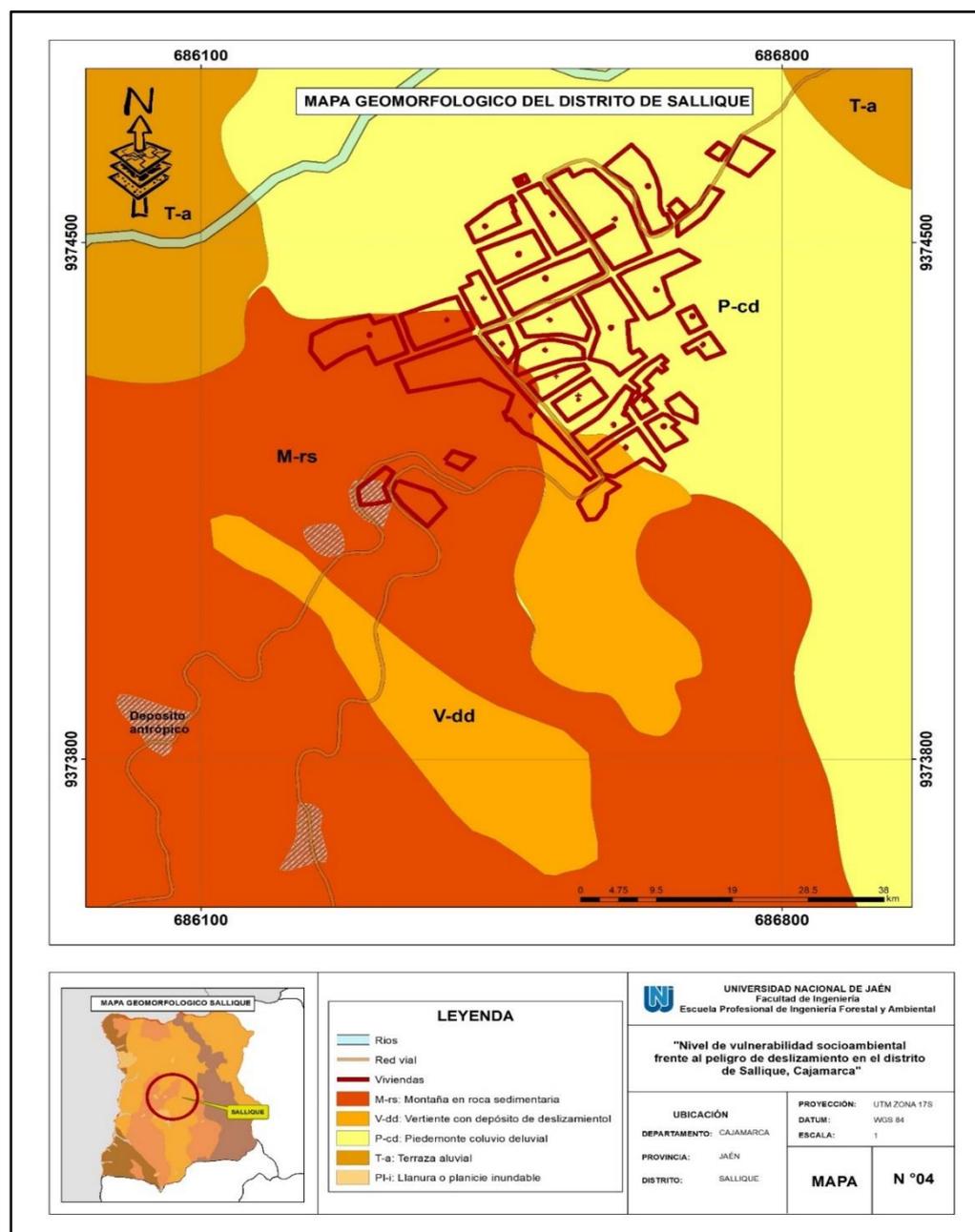
Vector priorización parámetro geomorfología

Parámetro	Pendiente	Peso ponderado
	M-rs: Montaña en roca sedimentaria	0.648
	V-dd: Vertiente con depósito de deslizamiento	0.251
Descriptores	P-cd: Piedemonte coluvio deluvial	0.147
	T-a: Terraza aluvial	0.082
	Pl-i: Llanura o planicie inundable	0.051

En la figura 13, se muestra el mapa geomorfológico del distrito de Sallique, revela la distribución de las unidades geomorfológicas y su relación con la vulnerabilidad ante deslizamientos. Se identifican cinco categorías: montaña en roca sedimentaria (M-rs), vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd), piedemonte coluvio deluvial (P-cd), terraza aluvial (T-a) y llanura o planicie inundable (PI-i).

Figura 13

Mapa de unidades geomorfológicas del distrito de Sallique

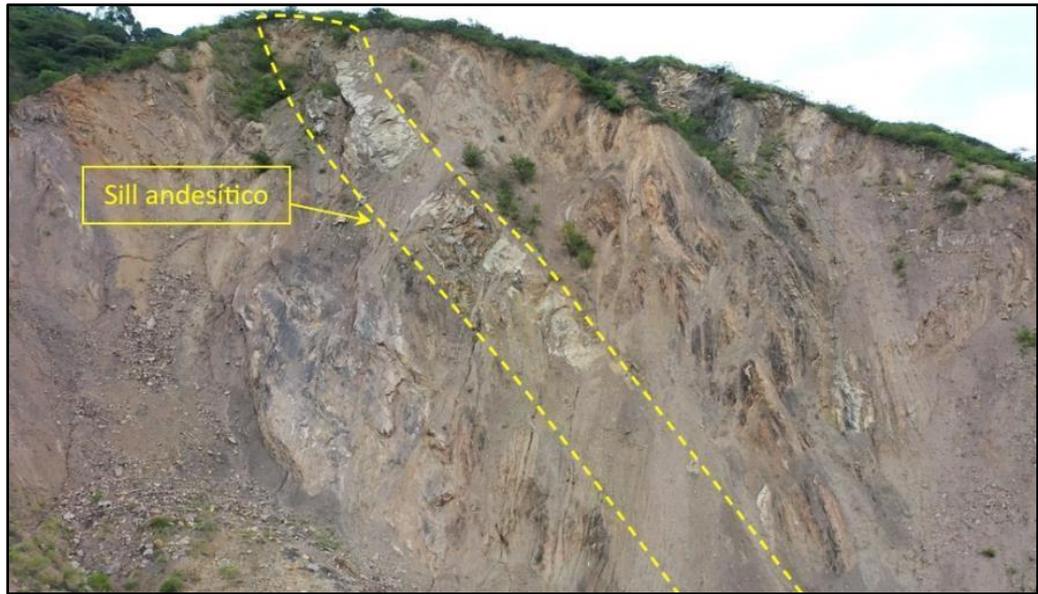


Fuente: SIGRID, Carta nacional, IGN, Geo GPS Perú, Datum WGS84 17 S

La zona de estudio evidencia procesos geológicos (Sill andesítico) que influye en la estabilidad del terreno, lo que puede contribuir a la deslizamientos de laderas (Figura 14).

Figura 14

Talud donde se observa intrusión del Sill andesítico(Formación pariatambo)



Fuente: Adaptado IGEMMET, 2023

Tabla 27

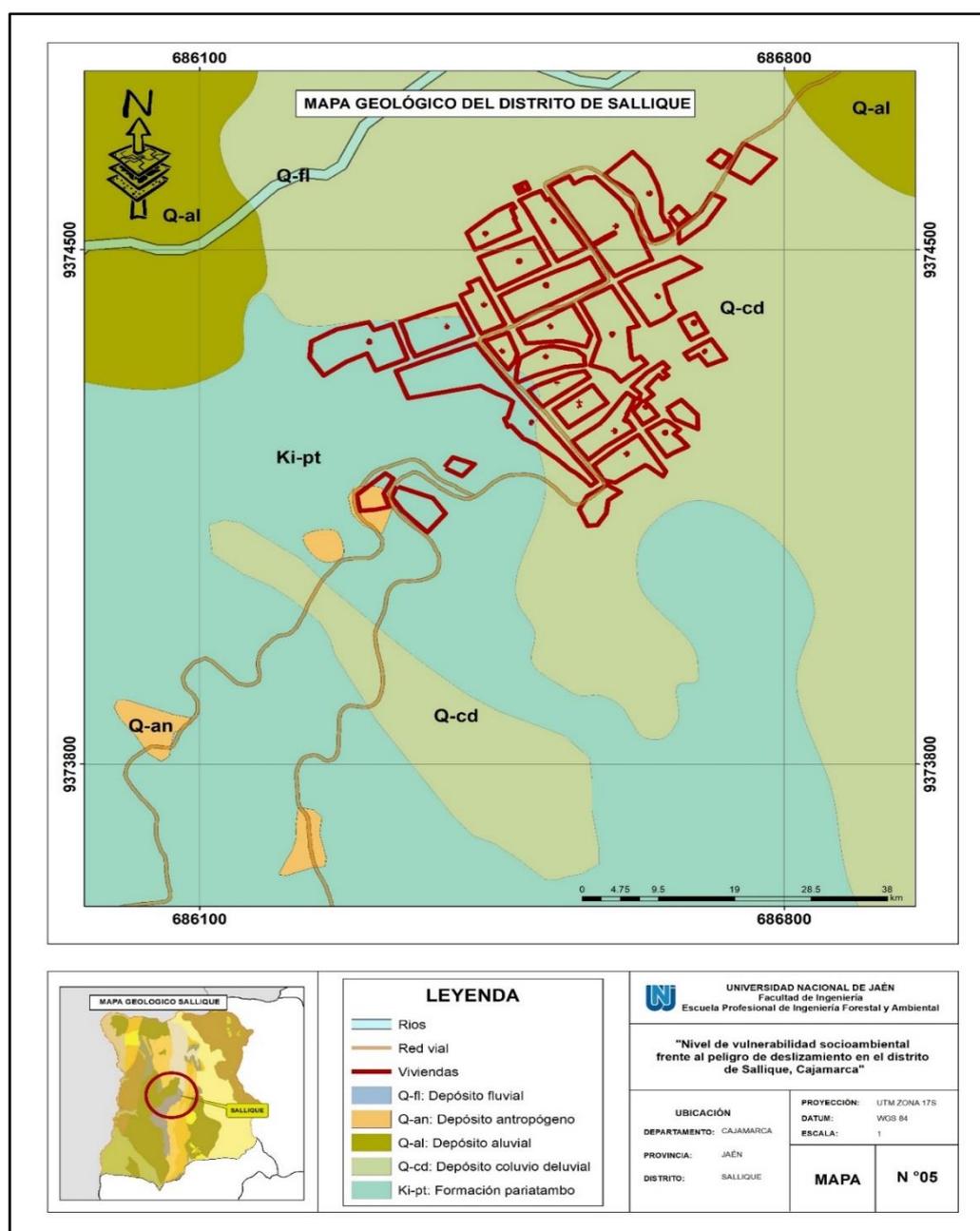
Vector priorización parámetro geología

Parámetro	Geología	Peso ponderado
Descriptoros	Q-fl: Depósito fluvial	0.531
	Q-an: Depósito antropógeno	0.266
	Q-al: Depósito aluvial	0.152
	Q-cd: Depósito coluvio deluvial	0.084
	Ki-pt: Formación pariatambo	0.052

En la figura 15, se observa el mapa geológico del distrito de Sallique, revela la distribución de las unidades geológicas y su relación con la vulnerabilidad ante deslizamientos. Se identifican cinco categorías: depósito fluvial (Q-fl), depósito antropógeno (Q-an), depósito aluvial (Q-al), depósito coluvio deluvial (Q-cd) y formación pariatambo (Ki-pt).

Figura 15

Mapa de unidades geológicas del distrito de Sallique



Fuente: SIGRID, Carta nacional, IGN, Geo GPS Perú,

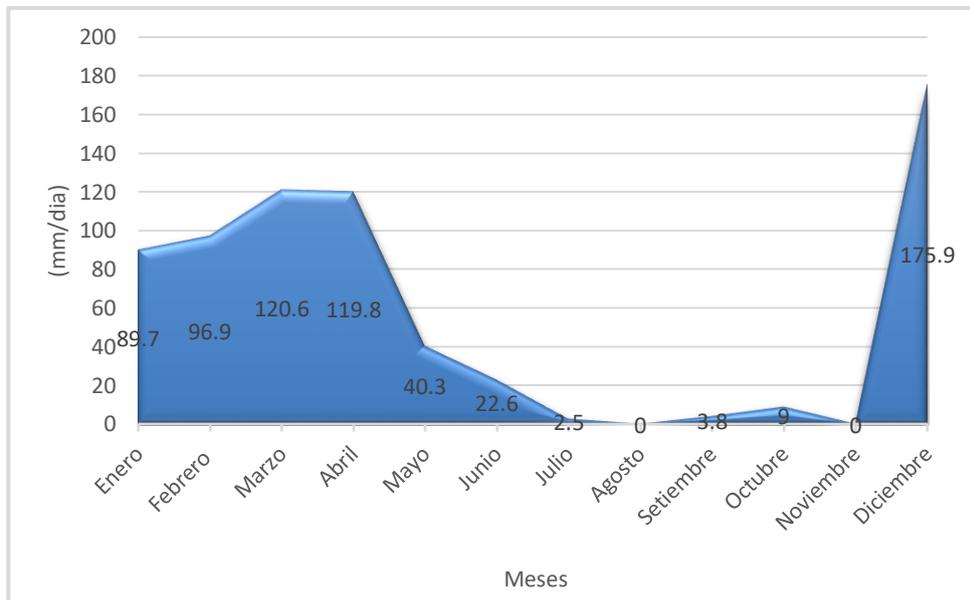
3.2.2 Análisis del factor desencadenante

A. Precipitación

A continuación, se muestra el análisis de la precipitación diaria en la estación Sallique durante el año 2024, con máximos en marzo (120.6 mm/día) y diciembre (175.9 mm/día), y mínimos en los meses de junio a septiembre. Este patrón sugiere una fuerte influencia del régimen climático regional, donde las lluvias intensas aumentan el riesgo de inestabilidad del suelo y erosión en zonas vulnerables. Además, los periodos de lluvias concentradas pueden incrementar la susceptibilidad a deslizamientos (Figura 16).

Figura 16

Precipitación diaria por mes durante el año 2024, en la estación Sallique



Fuente: Adaptado SENAMHI, 2025.

Tabla 28

Vector priorización parámetro precipitación

Parámetro	Precipitación (mm/día)	Peso ponderado
Descriptor	Extremadamente lluvioso: > 60	0.542
	Muy lluvioso: > a 30 y ≤ a 60	0.251
	Lluvioso: > a 15 y ≤ a 30	0.152
	Moderadamente lluvioso: > a 2 y ≤ a 15	0.087
	Bajo lluvioso: ≤ a 2	0.056

Parámetro de evaluación

En la tabla 31, se observa que los deslizamientos tienen mayor probabilidad de ocurrencia en periodos de retorno cortos, con un peso ponderado de 0.542 para eventos cada 5 años. Esto indica que precipitaciones recurrentes pueden reducir la estabilidad del suelo, aumentando el riesgo de deslizamientos en el corto plazo. A medida que el tiempo de retorno se incrementa, la probabilidad de ocurrencia disminuye, evidenciado en valores de 0.056 para 100 años. Estos resultados destacan la importancia de monitorear factores desencadenantes y priorizar medidas de mitigación en zonas de alta vulnerabilidad.

Tabla 29

Parámetro de evaluación del tiempo de retorno del deslizamiento

Parámetro	Tiempo de retorno	Peso ponderado
Descriptor	5 años	0.542
	10 años	0.251
	25 años	0.152
	50 años	0.087
	100 años	0.056

Niveles de peligro

La tabla 32, se muestra la matriz de cálculo de peligro donde se obtiene los vectores de priorización de cada parámetro y descriptor respectivamente detallados en tablas anteriores.

Tabla 30*Cálculo del peligro*

Susceptibilidad (S)		Fenómeno parámetro de evaluación (PE)		Valor de peligro
Valor	Peso	Valor	Peso	
0.509		0.542		0.512
0.348		0.251		0.338
0.154	0.9	0.152	0.1	0.154
0.088		0.087		0.088
0.056		0.056		0.056

La tabla 33, clasifica los niveles de peligro por deslizamiento en cuatro categorías, desde baja hasta muy alta, según los valores de probabilidad obtenidos. Se observa que los rangos de $0.338 \leq P \leq 0.512$ representa un nivel de peligro muy alta, lo que indica condiciones ambientales críticas con alta susceptibilidad al colapso del terreno. A medida que los rangos disminuyen, el peligro se reduce, reflejando una mayor estabilidad del suelo en condiciones naturales. Estos resultados subrayan la necesidad de implementar estrategias de conservación y monitoreo.

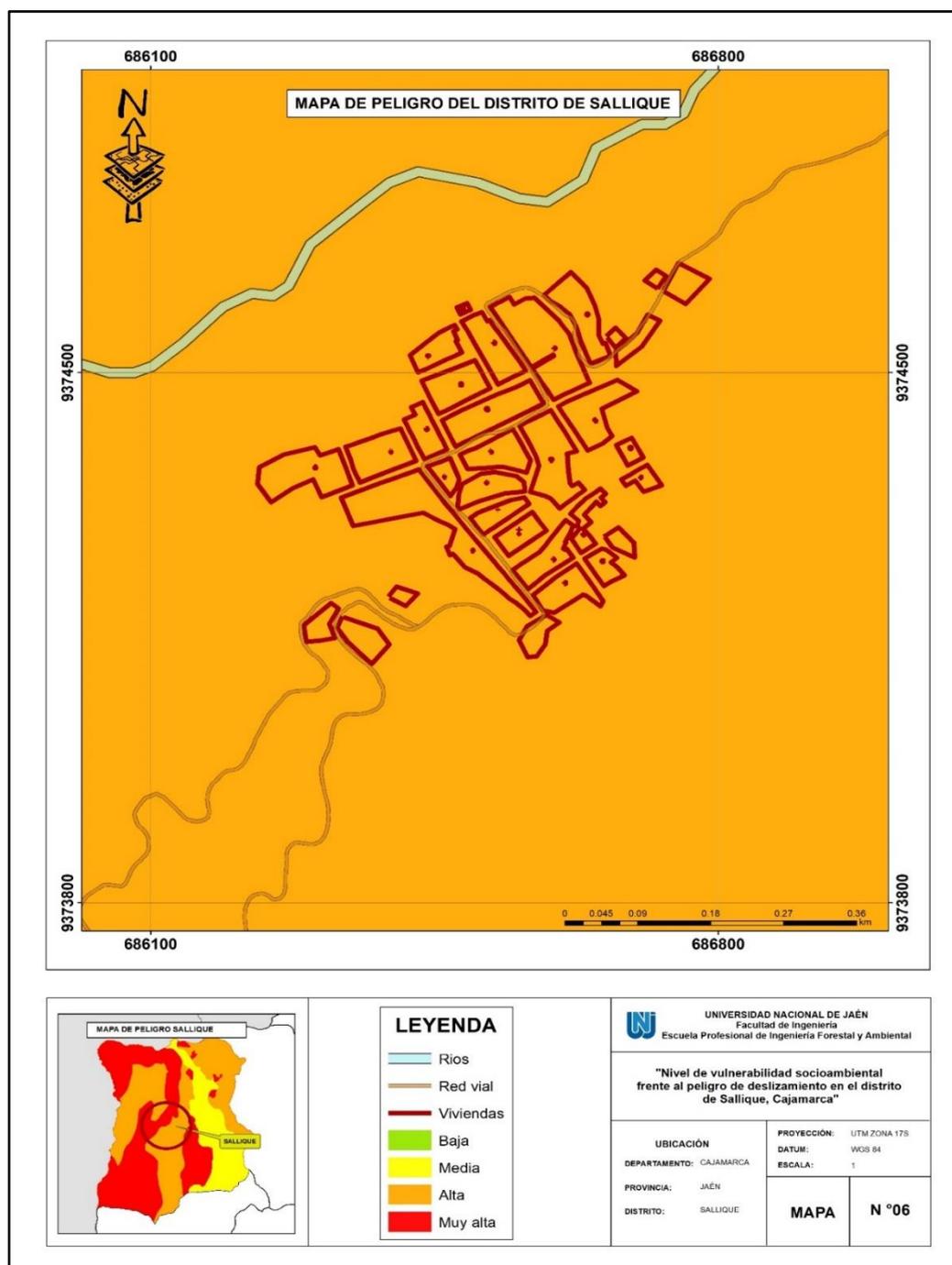
Tabla 31*Niveles de peligro por deslizamiento*

Nivel de peligro	Rangos
Muy Alta	$0.338 \leq P \leq 0.512$
Alta	$0.154 \leq P \leq 0.338$
Media	$0.088 \leq P \leq 0.154$
Baja	$0.056 \leq P \leq 0.088$

En la figura 17, después de haber obtenido los 4 niveles de peligrosidad se plasmó en un mapa de peligro el cual se puede visualizar una peligrosidad alta en el distrito de Sallique.

Figura 17

Mapa de los niveles de peligro del distrito de Sallique



Fuente: SIGRID, Carta nacional, IGN, Geo GPS Perú, Datum WGS84 17 S

Análisis de la vulnerabilidad socioambiental

Dimensión social - Fragilidad

Según la figura 18, se observa que en mayor cantidad el material predominante de las edificaciones es de adobe según las personas encuestadas, seguido de ladrillo y una persona encuestada tiene su vivienda de quincha.

Figura 18

Material predominante de las edificaciones del distrito de Sallique

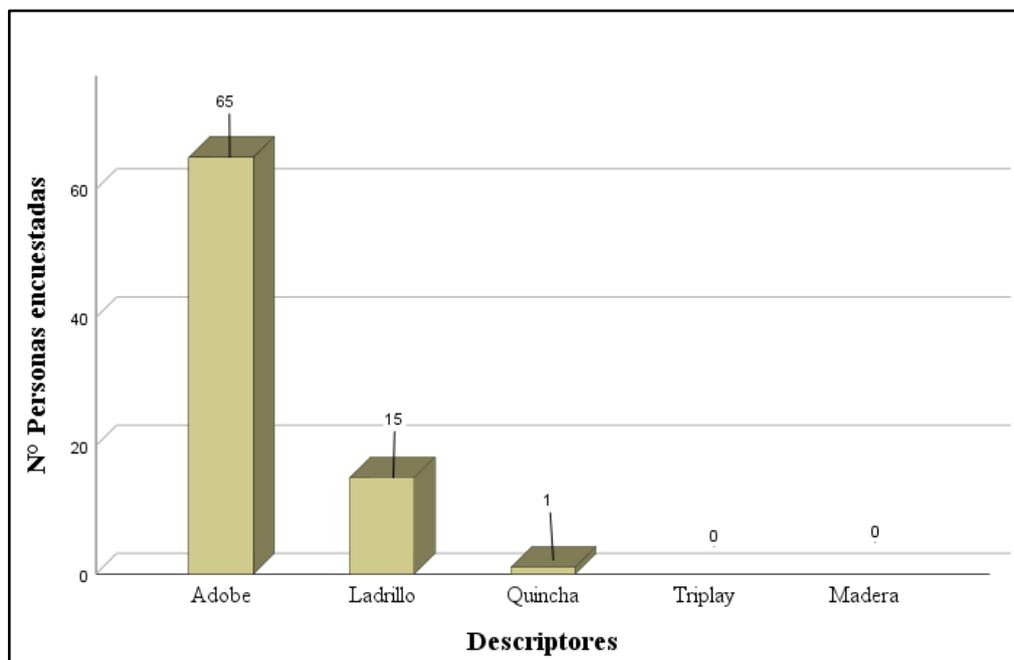


Tabla 32

Parámetro material predominante de las edificaciones

Parámetro	Material predominante de las edificaciones	Peso ponderado
Descriptores	Adobe	0.426
	Ladrillo	0.266
	Quincha	0.159
	Triplay	0.091
	Madera	0.059

En la figura 19, se observa que 46 de las personas encuestadas reporto que el acceso a servicios básicos públicos es regular, que 18 personas encuestas indico que es bueno, 15 personas encuestadas califico que existen servicios básico públicos y estos son escasos con interrupciones y 2 personas encuestadas califico que el servicio es nulo o escaso.

Figura 19

Servicios básicos públicos

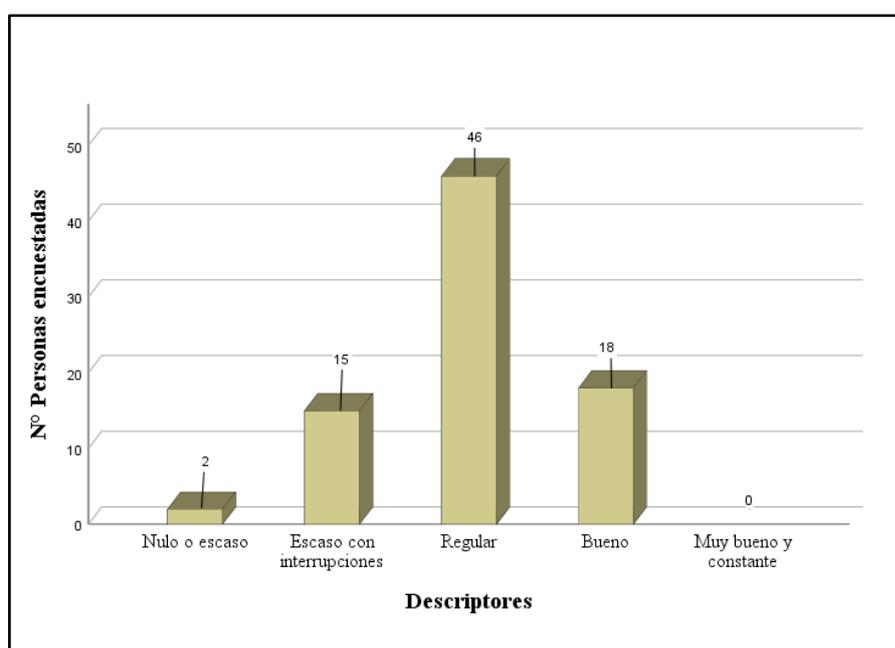


Tabla 33

Parámetro nivel de acceso a servicios básicos públicos

Parámetro	Servicios básicos públicos	Peso ponderado
Descriptorios	Nulo o escaso	0.464
	Escaso con interrupciones	0.266
	Regular	0.159
	Bueno	0.087
	Muy bueno y constante	0.056

Dimensión social - Resiliencia

En la figura 20, se muestra que las 60 personas encuestadas tiene regular conocimiento acerca de los peligros de origen natural asociados al distrito, 6 personas encuestadas tienen muy poco conocimiento, 10 personas encuestadas escasamente conocen y 5 personas encuestadas desconocen esto indica que existe una variabilidad en el nivel de conocimiento sobre los peligros que afronta el distrito de Sallique.

Figura 20

Conocimiento de peligros de origen natural asociado al distrito

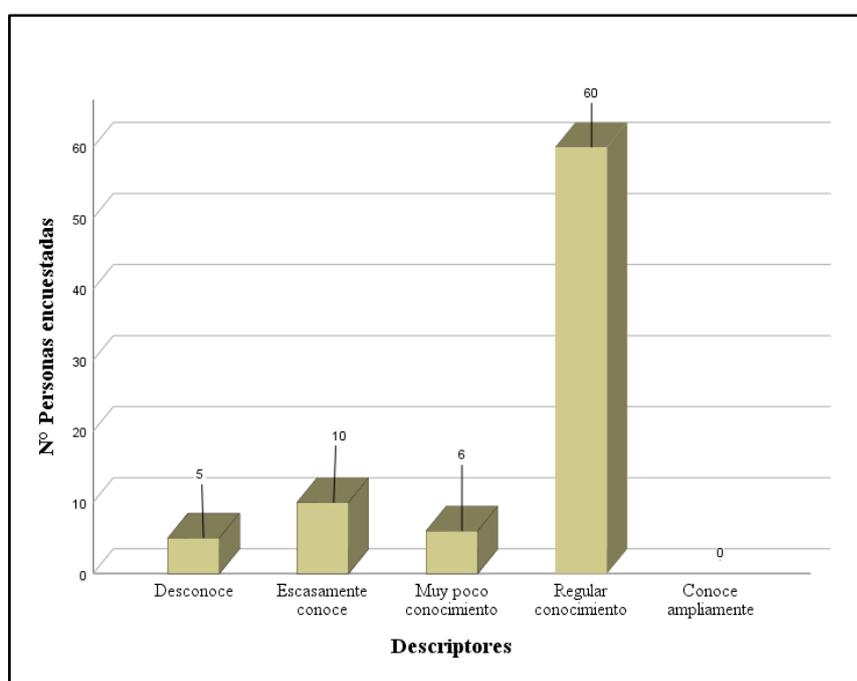


Tabla 34

Parámetro conocimiento de riesgos de origen natural asociados al distrito

Parámetro	Conocimiento de riesgos de origen natural asociados al distrito	Peso ponderado
Descriptorios	Desconoce	0.493
	Escasamente conoce	0.266
	Muy poco conocimiento	0.152
	Regular conocimiento	0.087
	Conoce ampliamente	0.056

En la figura 21, se observa que 40 personas encuestadas a veces se interesa en involucrar en campañas de prevención de riesgo, 20 personas encuestadas son muy participativas, 15 personas encuestadas no muestran interés en absoluto y 6 personas encuestadas lo hacen si existe algún incentivo de por medio.

Figura 21

Interés por involucrarse en campañas de prevención de riesgos

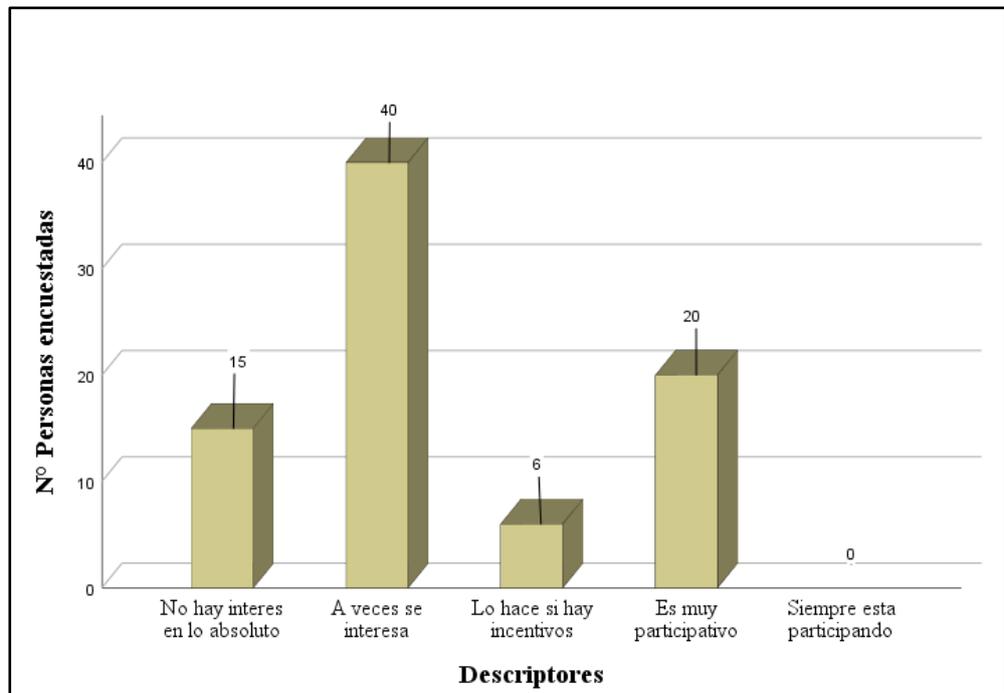


Tabla 35

Parámetro interés por involucrarse en campañas de prevención de riesgo

Parámetro	Interés por involucrarse en campañas de prevención de riesgo	Peso ponderado
Descriptor	No hay interés en lo absoluto	0.542
	A veces se interesa	0.251
	Lo hace si hay incentivos	0.152
	Es muy participativo	0.087
	Siempre está participando	0.056

Dimensión ambiental - Fragilidad

En la figura 22, se muestra que 36 personas encuestadas depositan en puntos de acopio formales sus residuos sólidos, 20 personas encuestadas reconoce un inadecuado depósito de los residuos sólidos y son arrojados al ambiente, 15 personas lo botan al botadero municipal y 10 personas encuestadas lo depositan en puntos de acopio no autorizados.

Figura 22

Depósito de residuos sólidos

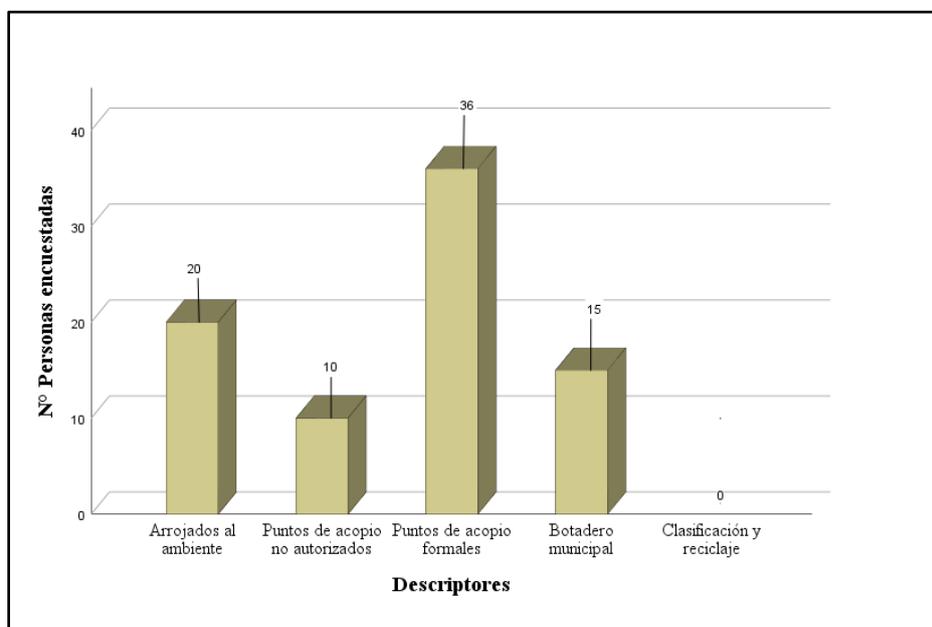


Tabla 36

Parámetro depósito de residuos sólidos

Parámetro	Depósito de residuos sólidos.	Peso ponderado
Descriptorios	Arrojados al ambiente	0.493
	Puntos de acopio no autorizados	0.266
	Puntos de acopio formales	0.152
	Botadero municipal	0.087
	Clasificación y reciclaje RR.SS	0.056

En la figura 23, se observa que 70 personas encuestadas respondieron que el existe una pérdida del suelo en el distrito de Sallique y que está muy fracturado, 7 personas encuestadas respondieron que esta medianamente fracturado y 4 personas encuestadas optaron por responder que está ligeramente fracturada.

Figura 23

Pérdida de suelo

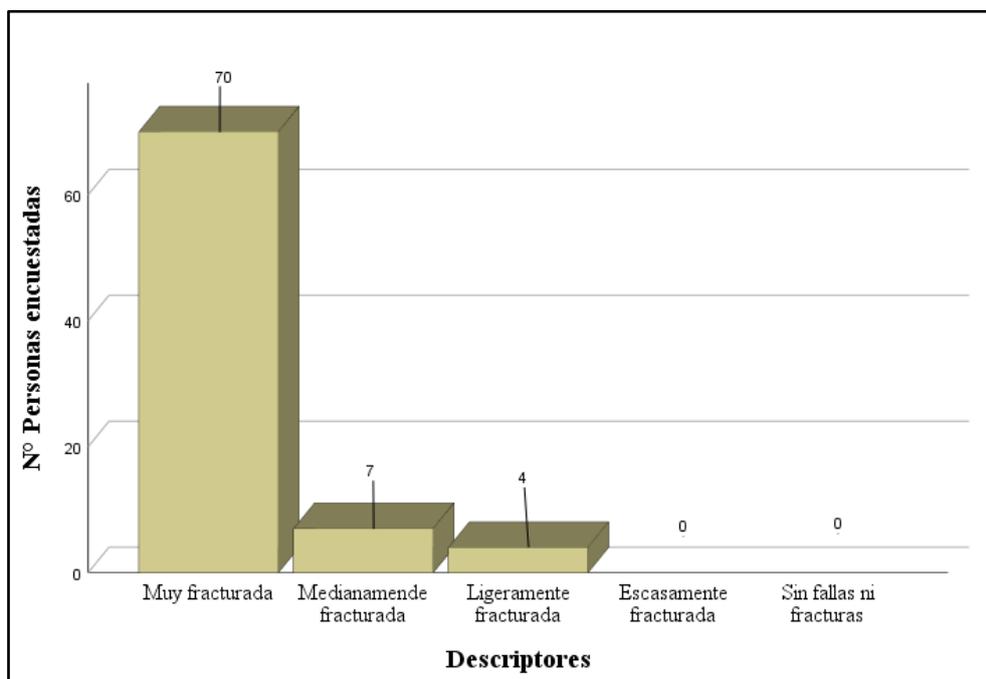


Tabla 37

Parámetro pérdida de suelo

Parámetro	Pérdida de suelo	Peso ponderado
Descriptorios	Muy fracturada	0.531
	Medianamente fracturada	0.266
	Ligeramente fracturada	0.152
	Escasamente fracturada	0.084
	Sin fallas ni fracturas	0.054

Dimensión ambiental resiliencia

En la figura 24, se puede observar que la gran mayoría de las personas encuestadas en total 75 no conoce sobre la normativa ambiental y unas 6 personas encuestadas dijeron que tienen poco conocimiento, esto evidencia la importancia de reforzar las campañas de sensibilización y educación ambiental, además de optimizar los mecanismos de control y cumplimiento para garantizar un mayor respeto a las normativas.

Figura 24

Conocimiento y cumplimiento de la normativa ambiental

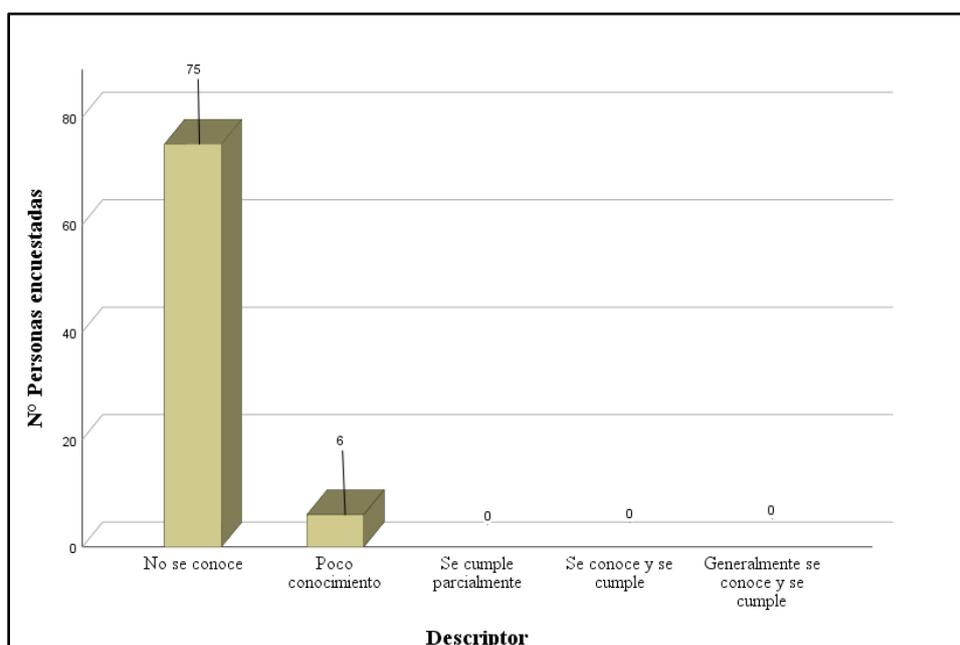


Tabla 38

Parámetro conocimiento y cumplimiento de la normativa ambiental

Parámetro	Conocimiento y cumplimiento de la normativa ambiental	Peso ponderado
Descriptor	No se conoce	0.426
	Poco conocimiento	0.266
	Se cumple parcialmente	0.159
	Se conoce y se cumple	0.091
	Generalmente se conoce y se cumple	0.059

En la figura 25, se muestra que gran parte de las personas encuestadas no recibe capacitación en temas de conservación ambiental, esto se debe en gran parte a las autoridades debido a la poca importancia que toman estos temas.

Figura 25

Formación en temas de conservación ambiental

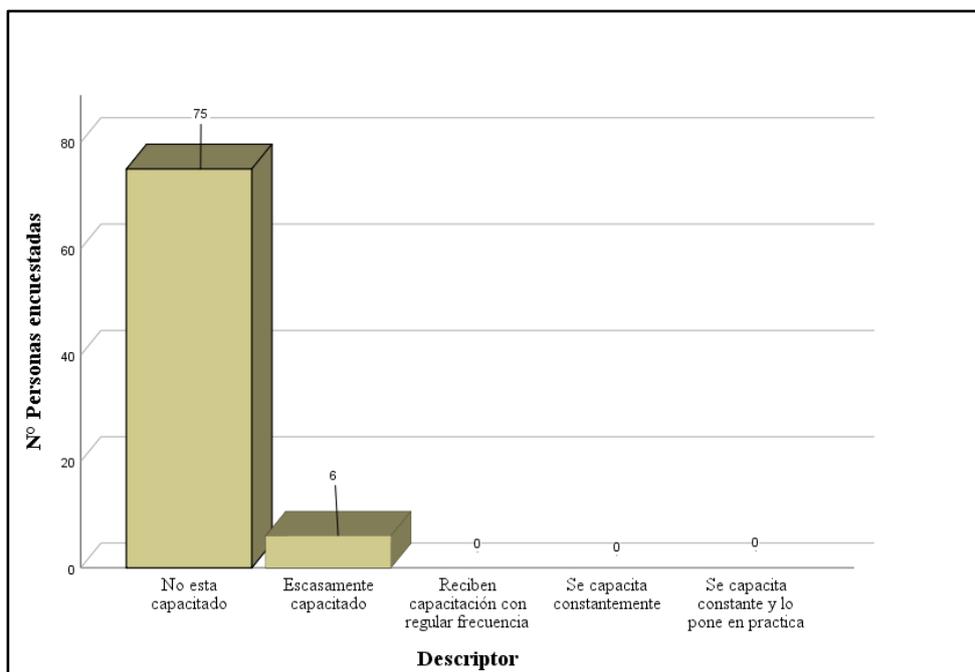


Tabla 39

Parámetro formación en temas de conservación ambiental

Parámetro	Formación en temas de conservación ambiental	Peso ponderado
Descriptor	No está capacitado	0.464
	Escasamente capacitado	0.266
	Reciben capacitación con regular frecuencia	0.159
	Se capacita constantemente	0.087
	Se capacita constante y lo pone en práctica	0.054

3.3 Tercer objetivo: Calcular el nivel de vulnerabilidad socioambiental.

En las siguientes tablas 42 y 43, se muestran los valores obtenidos en los pasos anteriores donde se refleja los valores de la dimensión social y ambiental.

Tabla 40

Cálculo de la dimensión social

Dimensión social				Valor
Fragilidad		Resiliencia		
Valor	Peso	Valor	Peso	
0.445		0.518		0.474
0.266		0.259		0.263
0.159	0.6	0.152	0.4	0.156
0.089		0.087		0.088
0.058		0.056		0.057

Tabla 41

Cálculo de la dimensión ambiental

Dimensión ambiental				Valor
Fragilidad		Resiliencia		
Valor	Peso	Valor	Peso	
0.512		0.445		0.485
0.266		0.266		0.266
0.152	0.6	0.159	0.4	0.155
0.086		0.089		0.087
0.055		0.057		0.056

El cálculo de la vulnerabilidad socioambiental integra tanto la dimensión social como la ambiental, considerando su peso en la evaluación general. Los valores muestran que los niveles más altos de vulnerabilidad corresponden a zonas donde la fragilidad social y ambiental son significativas, con valores de hasta 0.480. En contraste, las áreas con menor vulnerabilidad presentan valores de hasta 0.056, lo que indica una mejor capacidad de respuesta ante amenazas ambientales (Tabla 44).

Tabla 42*Cálculo de la vulnerabilidad socioambiental*

Vulnerabilidad socioambiental				
Dimensión social		Dimensión ambiental		Valor
Valor	Peso	Valor	Peso	
0.474		0.485		0.480
0.263		0.266		0.265
0.156	0.5	0.155	0.5	0.156
0.088		0.087		0.088
0.057		0.056		0.056

Los niveles de vulnerabilidad socioambiental varían desde baja hasta muy alta, con rangos entre 0.056 y 0.480. Las zonas con vulnerabilidad muy alta presentan mayor susceptibilidad a impactos ambientales y sociales, mientras que las áreas con vulnerabilidad baja muestran mayor resiliencia (Tabla 45).

Tabla 43*Niveles de la vulnerabilidad socioambiental*

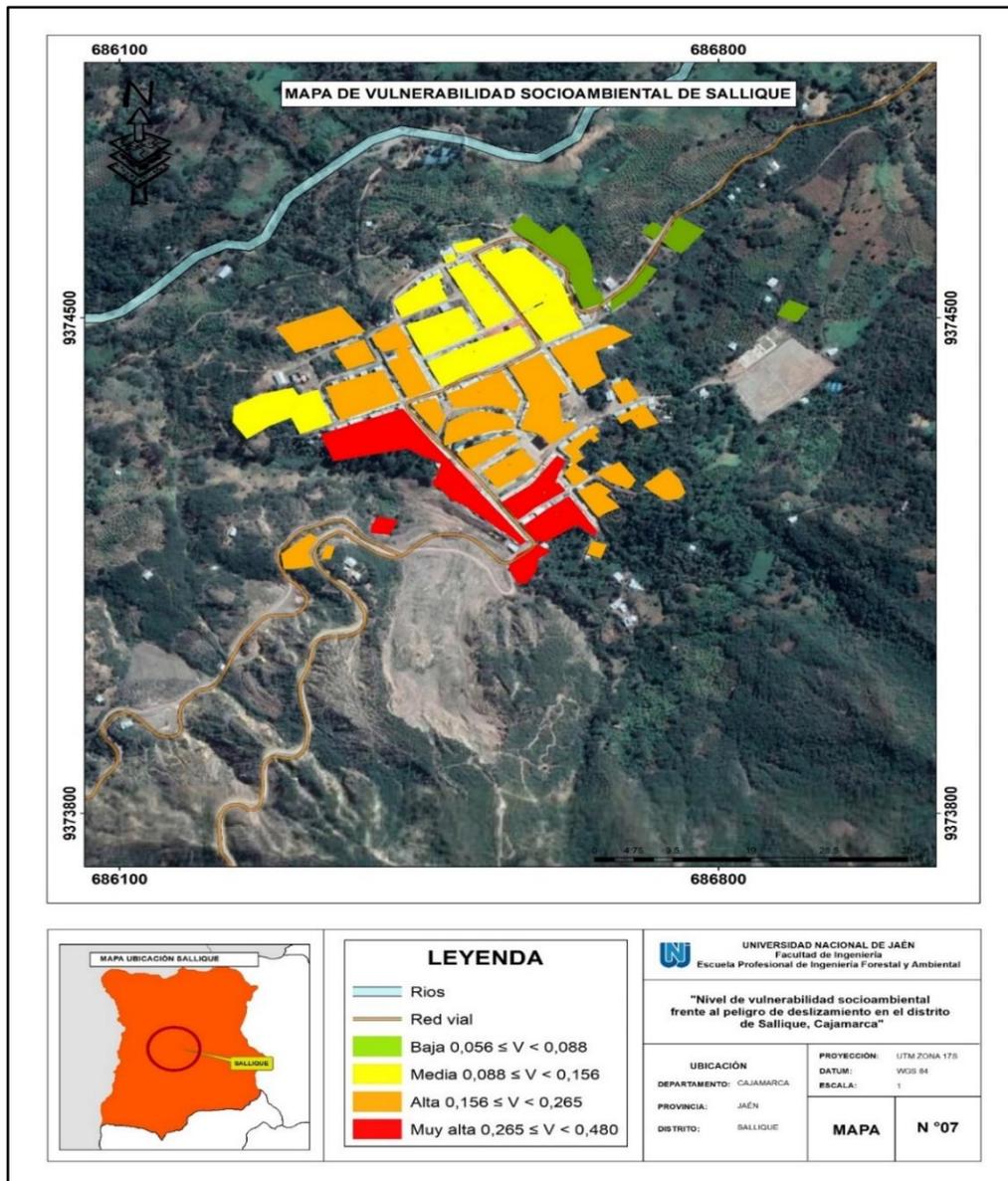
Nivel de Vulnerabilidad Socioambiental	Rangos
Vulnerabilidad Muy Alta	$0,265 \leq V < 0,480$
Vulnerabilidad Alta	$0,156 \leq V < 0,265$
Vulnerabilidad Media	$0,088 \leq V < 0,156$
Vulnerabilidad Baja	$0,056 \leq V < 0,088$

3.4 Cuarto objetivo: Realizar mapa de vulnerabilidad socioambiental de la zona de estudio ante un posible escenario de deslizamiento.

En la figura 26, se obtuvo el nivel de vulnerabilidad socioambiental en sus cuatro dimensiones como corresponde, donde 5 tienen un nivel muy alto, 20 tienen un nivel alto, 8 con nivel medio y 5 manzanas urbanas con nivel de vulnerabilidad socioambiental bajo.

Figura 26

Mapa del nivel de vulnerabilidad socioambiental en el distrito de Sallique



Fuente: SIGRID, Carta nacional, IGN, Geo GPS Perú, Datum WGS84 17

IV. DISCUSIÓN

El análisis del nivel de la vulnerabilidad socioambiental frente al peligro de deslizamientos en el distrito de Sallique, Cajamarca, reveló un nivel alto debido a la interacción compleja entre factores naturales y antropogénicos. Costanzo (2013) determinó que es necesario implementar estrategias de mitigación para reducir los impactos en las zonas más expuestas. Asimismo para Marín et al., (2019) la topografía accidentada y las condiciones climáticas, caracterizadas por lluvias intensas durante la temporada húmeda, predisponen a la ocurrencia de deslizamientos. Estos fenómenos se ven intensificados por actividades humanas como la deforestación, la expansión agrícola no planificada y la construcción de viviendas en laderas inestables, lo que reduce la capacidad de retención de suelos y aumenta la susceptibilidad a movimientos de masa (Ocampo y Mejía, 2023).

Desde una perspectiva social, para Rivera y Rodríguez (2023) la vulnerabilidad se manifiesta en la falta de infraestructura adecuada, la escasa planificación urbana y la limitada capacidad de respuesta ante emergencias. Esto se traduce en una mayor exposición al peligro y una menor resiliencia frente a eventos adversos (Vicuña y Schuster, 2021). Asimismo, Ortiz et al., (2018) menciona que la dependencia económica de actividades primarias, como la agricultura, agrava la situación, ya que cualquier impacto en los suelos o cultivos repercute directamente en los medios de vida de la población.

En el ámbito ambiental, la degradación de los ecosistemas locales, particularmente la pérdida de cobertura vegetal, ha disminuido la capacidad del terreno para captar y retener humedad, incrementando así el riesgo de deslizamientos. Estudios similares en regiones andinas, como los realizados en Huánuco (Fierro, 2021) y Chosica (Cardenas, 2021) han demostrado que la recuperación de zonas deterioradas y la aplicación de prácticas de conservación de suelos pueden reducir significativamente la vulnerabilidad. Sin embargo, en Sallique, estas medidas son insuficientes o inexistentes, lo que subraya la necesidad de políticas públicas enfocadas en la gestión sostenible del territorio.

El cambio climático también cumple una función crucial en la vulnerabilidad socioambiental. Investigaciones en Junín (Martínez, 2007) han evidenciado que el aumento de las precipitaciones extremas y la variabilidad climática han incrementado la frecuencia e intensidad de deslizamientos. Este fenómeno se observa en Sallique, donde las lluvias intensas durante la temporada húmeda generan condiciones propicias para movimientos de masa. Por lo tanto, es esencial incorporar medidas de adaptación al cambio climático dentro de los planes de gestión de riesgos.

Finalmente, el uso de herramientas tecnológicas, los sistemas de información geográfica (SIG) y modelos predictivos, ha demostrado ser útil para detectar áreas de riesgo y orientar la planificación del territorio, tal como lo evidencian estudios en Piura (Bendezú, 2024). En Sallique, la falta de estudios técnicos detallados y mapas de vulnerabilidad socioambiental actualizados dificulta la toma de decisiones. La implementación de estas herramientas podría ser un paso crucial para reducir la vulnerabilidad socioambiental en el distrito.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se determinó que el nivel de vulnerabilidad socioambiental frente al peligro de deslizamiento en el distrito de Sallique, Cajamarca, es alto. Este análisis resalta la urgencia de establecer acciones preventivas y mitigación para reducir los riesgos y proteger a la comunidad.
- La identificación de los factores de vulnerabilidad socioambiental permitió determinar que la exposición, fragilidad y resiliencia de la zona de estudio están directamente influenciadas por características específicas como el entorno geográfico, las acciones antrópicas y la capacidad de respuesta comunitaria. Los resultados revelan que la alta exposición a peligros naturales, combinada con una notable fragilidad debido a la degradación del entorno y la limitada cobertura vegetal, incrementan significativamente la vulnerabilidad de la población. Asimismo, se identificaron deficiencias en los sistemas de resiliencia, lo que evidencia la necesidad de fortalecer las estrategias de preparación y mitigación frente a eventos adversos.
- Se logró calcular las matrices de los factores de vulnerabilidad socioambiental mediante la metodología de Saaty, establecida en el manual del CENEPRED. Esta metodología permitió cuantificar y clasificar de manera estructurada los niveles de fragilidad y resiliencia en el ámbito de investigación. Los resultados permiten concluir un nivel de peligro alto, influenciado principalmente por factores condicionantes como la pendiente, la geomorfología y la geología, así como por el factor desencadenante de las precipitaciones.
- El cálculo del nivel de vulnerabilidad socioambiental es alto, con el rango de $0,156 \leq a < 0,265$, debido a la combinación de factores condicionantes y desencadenantes. Los resultados mostraron que el nivel de vulnerabilidad es mayor en sectores con alta susceptibilidad a deslizamientos, limitada capacidad de respuesta comunitaria y recursos naturales degradados.

- La representación cartográfica de la vulnerabilidad socioambiental permitió visualizar de manera geoespacial las áreas más propensas a sufrir daños ante un posible escenario de deslizamiento en la zona de estudio. El mapa elaborado es una base fundamental para la toma de decisiones enfocadas en la implementación de medidas preventivas y correctivas, contribuyendo a la reducción de afectaciones a la población y a los recursos ecológicos del territorio.

5.2 RECOMENDACIONES

- A los trabajadores de los Municipios realizar cursos con respecto a la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos – EVAR, con el propósito de brindar herramientas y conocimientos útiles para sus proyectos.
- Al GORE Cajamarca, realizar estudios con más profundidad que permitan relacionar los impactos ambientales con las vulnerabilidades locales para la protección de los recursos.
- A las autoridades locales, realizar capacitaciones sobre gestión de riesgos de desastres, enfocadas no solo en cómo responder ante la ocurrencia de desastres, sino también en la prevención de la creación de nuevos escenarios de riesgo.
- A las instituciones públicas y privadas, se recomienda realizar charlas de sensibilización sobre la gestión sostenible de los recursos naturales, como el agua, el suelo, el aire, la flora y la fauna local, considerando que el actual contexto de cambio climático incrementa la frecuencia e intensidad de eventos naturales de gran magnitud.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguarón, J., y Moreno Jiménez, J. M. (2003). *The geometric consistency index: Approximated thresholds*. European Journal of Operational Research.
- Benavente Escobar, C. L. (2007). *Evaluación de peligro geológico en el sector de Challa, provincia de Tarata - Tacna*. INGEMMET.<https://hdl.handle.net/20.500.12544/2328>
- Bendezú Santisteban, E. I. (2024). *Sistemas de información geográfica aplicado a sistemas de saneamiento básico rural, caserío Montegrande Bajo, Huarmaca, Piura*[Tesis para optar título profesional, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional.<https://hdl.handle.net/20.500.13084/9349>
- Caitlin, R., y Joe , W. (2024). Ambient vulnerability. *Global Environmental Change*, 84. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2024.102801>
- Cardenas Manrique, J. D. (2021). *Vulnerabilidad y peligros por movimientos en masa en los torrentes pedregal y vizcachera de reciente expansión urbana en el distrito Lurigancho – Chosica, Lima*[Tesis para optar título profesional, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/16489>
- Cardona Arboleda, O. (2002). *Estimación holística del riesgo sísmico utilizando sistemas dinámicos complejos*. . [Tesis pregrado. Universitat Politècnica de Catalunya]. Repositorio . <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=6549>
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres [CENEPRED]. (2014).Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales_:https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos_v2.pdf
- Costanzo, D. (2013). Statistical models for landslide susceptibility assessment: methodological issues and guidelines for Mediterranean context. *Granada: Universidad de Granada*, 242. <http://hdl.handle.net/10481/23485>

- Daga, D. (2014). *Evaluación de la vulnerabilidad socio-ambiental del periurbano de Mar del Plata y lineamientos para el Ordenamiento Ambiental del Territorio*. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Repositorio Institucional. <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/handle/123456789/2104>
- Fierro Bolaños, L., y Moran Maigua, J. (2021). *Perspectiva socioambiental del riesgo de deslave en la Comuna de Santa Clara de San Millán perteneciente al Distrito Metropolitano de Quito. Periodo 2014-2020*. [Tesis de pregrado. Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20880>
- Gómez Narciso, E. L. (2011). *Estadística, Matemática y Computación: Muestreo simple aleatorio*. <https://reyesestadistica.blogspot.com/2011/07/muestreo-simple-aleatorio.html>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación: selección de la muestra* (6 th ed.). México DF, México: McGraw-Hill Education. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%200Fernandez%20y%20Baptista-Methodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico [INGEMMET]. (2023). *Evaluación de peligros geológicos por deslizamiento en la localidad Sallique*. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico: https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/bliblioteca//16409_informe-tecnico-n0a7390-evaluacion-de-peligros-geologicos-por-deslizamientos-en-la-localidad-sallique-districto-sallique-provincia-jaen-departamento-ca.pdf
- Instituto Nacional de Defensa Civil [INDECI]. (2023). *Deslizamiento en el distrito de Sallique*. <https://portal.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2023/05/INFORME-DE-EMERGENCIA-N%C2%BA-1689-17MAY2023-DESLIZAMIENTO-EN-EL-DISTRITO-DE-SALLIQUE-CAJAMARCA-3.pdf>

Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI]. (2017). Directorio Nacional de Centros Poblados:https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib154

Kámiche Zegarra, J. N. (2011). *Diseño del Programa Presupuestal Estratégico de la Reducción de Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres en el Marco de Presupuesto por Resultados. Ministerio de Economía y Finanzas.* <https://faculty.up.edu.pe/es/publications/dise%C3%B1o-del-programa-presupuestal-estrategico-de-la-reduccion-de-la-reduccion-de-vulnerabilidad-y-atencion-de-emergencias-por-desastres-en-el-marco-de-presupuesto-por-resultados>

Marín , R. J., García , E., y Aristizábal, E. (2019). Umbrales de lluvia para deslizamientos superficiales basados en modelos físicos: aplicación en una subcuenca del Valle de Aburrá (Colombia). *DYNA*, 86(210), 312-322. Doi:<https://doi.org/10.15446/dyna.v86n210.77166>

Martínez Grimaldo, A. (2007). *Análisis de la vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático y propuestas de adaptación en la ciudad de Huancayo, Junín: el recurso agua y el género.* Género y gestión de recursos naturales: resúmenes de investigaciones, experiencias y lecciones aprendidas. <http://hdl.handle.net/20.500.12816/4622>

Morán Escamilla, J. D. (2018). *Escenarios de riesgos y desastres por sismos e inundaciones en la zona metropolitana de la ciudad de México.* https://www.researchgate.net/publication/327752391_Escenarios_de_riesgos_y_desastres_por_sismos_e_inundaciones_en_la_Zona_Metropolitana_de_la_Ciudad_de_Mexico

Ocampo Arguello, J. G., y Mejía Lara, A. M. (2023). *Deslizamientos en el Barrio Fausto Bazante y los factores que influyen en la vulnerabilidad, periodo mayo-setiembre 2023 [Tesis pregrado, Universidad Estatal de Bolívar].* Repositorio institucional. <https://dspace.ueb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/223ad964-09a6-4d69-be44-1aac306c48c8/content>

- Ortiz Paniagua, C. F., Zamora Torres, A. I., y Bonales Valencia, J. (2018). Vulnerabilidad económica municipal del impacto agrícola ante condiciones de cambio climático en Michoacán. *Análisis económico*, 33(82), 73-93. https://scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448-66552018000100073&script=scri_arttext
- Reyes Rosas, H. C. (2018). *Determinación de los factores de vulnerabilidad socioambiental, frente al deslizamiento – sector Rampac grande, distrito y provincia de Carhuaz, año 2018 [Tesis pregrado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]*. Repositorio institucional. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/3633>
- Rivera González, Ó. D., y Rodríguez Van Gort, M. F. (2023). Urbanismo de riesgo, el principio de los desastres urbanos y su prevención con sistemas geoinformáticos, CDMX, México. *PAAKAT*, 13(25). Doi:<https://doi.org/10.32870/pk.a13n25.810>
- Saaty, T. L. (1980). Generalization in Decision Making Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors The Analytic Hierarchy/Network Process. *R. Acad. Cien. Serie A. Mat.*, 102(2), 251-318.
- Scaioni , M., Longoni, L., Melillo, V., y Papini, M. (2014). Remote Sensing for Landslide Investigations: An Overview of Recent Achievements and Perspectives. *Remote Sensing*, 6(10). Doi:<https://doi.org/10.3390/rs6109600>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI]. (2025). *Datos Hidrometeorológicos*. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=pronostico-meteorologico>
- Sistema de Información para la Gestión de Riesgo de Desastre [SIGRID]. (2023). *Información geoespacial - Biblioteca*. <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/mapa>
- Varnes, D. J. (1998). *Landslide hazard zonation: a review of principles and practice*. Sciences Engineering Medicine: <http://worldcat.org/isbn/9231018957>

Vicuña, M., y Schuster, J. P. (2021). *Planificación urbana y gestión del riesgo de desastres: desafíos para instrumentos y mecanismos de planificación urbana y territorial.*

CIGIDEN:https://www.cigiden.cl/wp-content/uploads/2021/07/PP_Planificacion-Urbana-y-GRD_ISBN-Digital.pdf

Zavala Carrión, B. L., y Rosado Seminario, M. (2011). Riesgo geológico en la región de Cajamarca. *Geodinámica e Ingeniería Geológica*. INGEMMET.

<https://hdl.handle.net/20.500.12544/300>

AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestro agradecimiento a Dios por habernos acompañado en cada etapa del camino y por brindarnos fortaleza espiritual durante todo el proceso.

A los asesores de tesis Mg. Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga y Mg. Billy Alexis Cayatopa Calderón, expresar nuestro más profundo agradecimiento, cuyo conocimiento, paciencia y guía fueron fundamentales para llevar a cabo este proyecto. Su apoyo constante y dedicación nos brindaron la confianza necesaria para superar los retos y aprender de cada etapa del proceso. Gracias por ser una fuente de inspiración y por compartir sus experiencias de manera generosa.

Igualmente, queremos extender nuestro más sincero agradecimiento a nuestras familias, en particular a nuestros padres, quienes con sus sabios consejos han sido nuestro punto de partida y nuestra motivación permanente. Un agradecimiento especial por su paciencia, su comprensión y, ante todo, por el amor que siempre nos han brindado.

¡Muchas gracias por todo!

Luis Cordova y Frank Torres

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre Esther Zumarán, quien ha sido mi mayor fuente de inspiración y apoyo. Su amor, sacrificio y confianza en mí han sido fundamentales para superar cada desafío a lo largo de este camino.

A mis abuelos, Luis y Catalina, quienes han sido para mí un ejemplo de sabiduría, bondad y generosidad, sus enseñanzas y consejos han sido fundamentales para alcanzar mis anhelos y conducirme siempre por el buen camino.

Luis Fernando Cordova Zumarán

Dedico este trabajo a mis padres, por ser el pilar fundamental de mi vida, por su amor incondicional, su ejemplo de perseverancia y por creer en mí incluso en los momentos en que yo dudé. Gracias por enseñarme que con esfuerzo y dedicación, todo es posible.

Y a mí mismo, por cada sacrificio, por no rendirme ante los desafíos y por demostrarme que la constancia y el trabajo arduo siempre rinden frutos. Este proyecto es el reflejo de un esfuerzo compartido y de las lecciones aprendidas a lo largo del camino.

Frank Gilton Torres Catan

ANEXOS

Anexos 1

Método de cálculo de Análisis Jerárquico

a) Análisis Jerárquico del factor condicionante pendiente

Tabla 46

Matriz de comparación de pares del parámetro pendiente

Pendiente	<5°	5°-15°	15°-25°	25°-45°	> 45°
<5°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
5°-15°	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
15°-25°	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
25°-45°	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
> 45°	0.20	0.25	0.33	0.50	1.00
Suma	2.28	4.08	6.83	10.50	15.00
1/Suma	0.44	0.24	0.15	0.10	0.07

Tabla 47

Matriz de normalización de pares del parámetro pendiente

Pendiente	<5°	5°-15°	15°-25°	25°-45°	> 45°	Vector priorización
<5°	0.44	0.49	0.44	0.38	0.38	0.426
5°-15°	0.22	0.24	0.29	0.29	0.29	0.266
15°-25°	0.15	0.12	0.15	0.19	0.19	0.159
25°-45°	0.11	0.08	0.07	0.10	0.10	0.091
> 45°	0.09	0.06	0.05	0.05	0.05	0.059

Tabla 48*Matriz de relación de consistencia del parámetro pendiente*

Pendiente	<5°	5°- 15°	15°- 25°	25°- 45°	> 45°	Vector	Amax
						suma ponderada	
<5°	0.43	0.53	0.48	0.36	0.29	2.091	4.912
5°-15°	0.21	0.27	0.32	0.27	0.23	1.304	4.909
15°-25°	0.14	0.13	0.16	0.18	0.18	0.791	4.973
25°-45°	0.11	0.09	0.08	0.09	0.12	0.483	5.306
> 45°	0.09	0.07	0.05	0.05	0.06	0.309	5.270
						Suma	25.370
						Promedio	5.074

Tabla 49*Matriz índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro pendiente*

Índice de consistencia	IC	0.019
Relación de consistencia < 0.1	RC	0.017

b) Análisis Jerárquico del factor condicionante geomorfología**Tabla 50***Matriz de comparación de pares del parámetro geomorfología*

Unidades geomorfológicas	M-rs	V-dd	P-cd	T-a	Pl-i
M-rs	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
V-dd	0.33	1.00	2.00	3.00	4.00
P-cd	0.20	0.50	1.00	2.00	3.00
T-a	0.14	0.33	0.50	1.00	2.00
Pl-i	0.11	0.25	0.33	0.50	1.00
Suma	1.79	5.08	8.83	13.50	19.00
1/Suma	0.56	0.20	0.11	0.07	0.05

Tabla 51*Matriz de normalización de pares del parámetro geomorfología*

Unidades geomorfológicas	M-rs	V-dd	P-cd	T-a	Pl-i	Vector priorización
M-rs	0.44	0.73	0.73	0.67	0.67	0.648
V-dd	0.15	0.24	0.29	0.29	0.29	0.251
P-cd	0.09	0.12	0.15	0.19	0.19	0.147
T-a	0.06	0.08	0.07	0.10	0.10	0.082
Pl-i	0.05	0.06	0.05	0.05	0.05	0.051

Tabla 52*Matriz de relación de consistencia del parámetro geomorfología*

Unidades geomorfológicas	M-rs	V-dd	P-cd	T-a	Pl-i	Vector suma ponderada	Amax
M-rs	0.43	0.80	0.80	0.64	0.53	3.182	4.914
V-dd	0.14	0.27	0.32	0.27	0.23	1.233	4.912
P-cd	0.09	0.13	0.16	0.18	0.18	0.735	4.982
T-a	0.06	0.09	0.08	0.09	0.12	0.437	5.358
Pl-i	0.05	0.07	0.05	0.05	0.06	0.271	5.333
						Suma	25.498
						Promedio	5.100

Tabla 53*Matriz índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro geomorfología*

Índice de consistencia	IC	0.025
Relación de consistencia < 0.1	RC	0.022

c) Análisis Jerárquico del factor condicionante geología

Tabla 54

Matriz de comparación de pares del parámetro geología

Unidades geológicas	Q-fl	Q-an	Q-al	Q-cd	Ki-pt
Q-fl	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Q-an	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Q-al	0.25	0.50	1.00	2.00	3.00
Q-cd	0.17	0.33	0.50	1.00	2.00
Ki-pt	0.13	0.25	0.33	0.50	1.00
Suma	2.04	4.08	7.83	12.50	18.00
1/Suma	0.49	0.24	0.13	0.08	0.06

Tabla 55

Matriz de normalización de pares del parámetro geología

Unidades geológicas	Q-fl	Q-an	Q-al	Q-cd	Ki-pt	Vector priorización
Q-fl	0.44	0.49	0.59	0.57	0.57	0.531
Q-an	0.22	0.24	0.29	0.29	0.29	0.266
Q-al	0.11	0.12	0.15	0.19	0.19	0.152
Q-cd	0.07	0.08	0.07	0.10	0.10	0.084
Ki-pt	0.05	0.06	0.05	0.05	0.05	0.052

Tabla 56

Matriz de relación de consistencia del parámetro geología

Unidades geológicas	Q-fl	Q-an	Q-al	Q-cd	Ki-pt	Vector suma ponderada	Amax
Q-fl	0.43	0.53	0.64	0.55	0.47	2.608	4.909
Q-an	0.21	0.27	0.32	0.27	0.23	1.304	4.909
Q-al	0.11	0.13	0.16	0.18	0.18	0.756	4.979
Q-cd	0.07	0.09	0.08	0.09	0.12	0.447	5.345
Ki-pt	0.05	0.07	0.05	0.05	0.06	0.277	5.322
						Suma	25.464
						Promedio	5.093

Tabla 57*Matriz índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro geología*

Índice de consistencia	IC	0.023
Relación de consistencia < 0.1	RC	0.021

d) Análisis Jerárquico del factor desencadenante precipitación**Tabla 58***Matriz de comparación de pares del parámetro precipitación*

Precipitación	> 60	> a 30 y ≤ a 60	> a 15 y ≤ a 30	> a 2 y ≤ a 15	≤ a 2
> 60	1.00	3.00	4.00	5.00	6.00
> a 30 y ≤ a 60	0.33	1.00	2.00	3.00	4.00
> a 15 y ≤ a 30	0.25	0.50	1.00	2.00	3.00
> a 2 y ≤ a 15	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
≤ a 2	0.17	0.25	0.33	0.50	1.00
Suma	1.95	5.08	7.83	11.50	16.00
1/Suma	0.51	0.20	0.13	0.09	0.06

Tabla 59*Matriz de normalización de pares del parámetro precipitación*

Precipitación	> 60	> a 30 y ≤ a 60	> a 15 y ≤ a 30	> a 2 y ≤ a 15	≤ a 2	Vector priorización
> 60	0.44	0.73	0.59	0.48	0.48	0.542
> a 30 y ≤ a 60	0.15	0.24	0.29	0.29	0.29	0.251
> a 15 y ≤ a 30	0.11	0.12	0.15	0.19	0.19	0.152
> a 2 y ≤ a 15	0.09	0.08	0.07	0.10	0.10	0.087
≤ a 2	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05	0.056

Tabla 60*Matriz de relación de consistencia del parámetro precipitación*

Precipitación	> 60	> a	> a	> a 2	≤ a 2	Vector	Λmax
		30 y	15 y	y ≤ a		suma	
		≤ a	≤ a	15		ponderada	
		60	30				
> 60	0.43	0.80	0.64	0.45	0.35	2.665	4.917
> a 30 y ≤ a 60	0.14	0.27	0.32	0.27	0.23	1.233	4.912
> a 15 y ≤ a 30	0.11	0.13	0.16	0.18	0.18	0.756	4.979
> a 2 y ≤ a 15	0.09	0.09	0.08	0.09	0.12	0.461	5.329
≤ a 2	0.07	0.07	0.05	0.05	0.06	0.294	5.291
						Suma	25.428
						Promedio	5.086

Tabla 61*Matriz índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro precipitación*

Índice de consistencia	IC	0.021
Relación de consistencia < 0.1	RC	0.019

e) Análisis Jerárquico del parámetro dimensión social fragilidad 1

Tabla 62

Matriz de comparación de pares del parámetro Material predominante de las edificaciones

Material predominante de las edificaciones	Adobe	Ladrillo	Quincha	Triplay	Madera
Adobe	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
Ladrillo	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Quincha	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Triplay	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
Madera	0.20	0.25	0.33	0.50	1.00
Suma	2.28	4.08	6.83	10.50	15.00
1/Suma	0.44	0.24	0.15	0.10	0.07

Tabla 63*Matriz de normalización de pares del parámetro Material predominante de las edificaciones*

Material predominante de las edificaciones	Adobe	Ladrillo	Quincha	Triplay	Madera	Vector priorización
Adobe	0.44	0.49	0.44	0.38	0.38	0.426
Ladrillo	0.22	0.24	0.29	0.29	0.29	0.266
Quincha	0.15	0.12	0.15	0.19	0.19	0.159
Triplay	0.11	0.08	0.07	0.10	0.10	0.091
Madera	0.09	0.06	0.05	0.05	0.05	0.059

Tabla 64*Matriz de relación de consistencia del parámetro Material predominante de las edificaciones*

Material predominante de las edificaciones	Adobe	Ladrillo	Quincha	Triplay	Madera	Vector suma ponderada	Λ_{max}
Adobe	0.43	0.53	0.48	0.36	0.29	2.091	4.912
Ladrillo	0.21	0.27	0.32	0.27	0.23	1.304	4.909
Quincha	0.14	0.13	0.16	0.18	0.18	0.791	4.973
Triplay	0.11	0.09	0.08	0.09	0.12	0.483	5.306
Madera	0.09	0.07	0.05	0.05	0.06	0.309	5.270
						Suma	25.370
						Promedio	5.074

Tabla 65*Matriz índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro Material predominante de las edificaciones*

Índice de consistencia	IC	0.019
Relación de consistencia < 0.1	RC	0.017

f) Análisis Jerárquico del parámetro dimensión social fragilidad 2**Tabla 66***Matriz de comparación de pares del parámetro Servicios básicos públicos*

Servicios básicos públicos	Nulo o escaso	Escaso con interrupciones	Regular	Bueno	Muy bueno y constante
Nulo o escaso	1.00	2.00	3.00	5.00	6.00
Escaso con interrupciones	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Regular	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Bueno	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Muy bueno y constante	0.17	0.25	0.33	0.50	1.00
Suma	2.20	4.08	6.83	11.50	16.00
1/Suma	0.45	0.24	0.15	0.09	0.06

Tabla 67*Matriz de normalización de pares del parámetro Servicios básicos públicos*

Servicios básicos públicos	Nulo o escaso	Escaso con interrupciones	Regular	Bueno	Muy bueno y constante	Vector priorización
Nulo o escaso	0.44	0.49	0.44	0.48	0.48	0.464
Escaso con interrupciones	0.22	0.24	0.29	0.29	0.29	0.266
Regular	0.15	0.12	0.15	0.19	0.19	0.159
Bueno	0.09	0.08	0.07	0.10	0.10	0.087
Muy bueno y constante	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05	0.056

Tabla 68*Matriz de relación de consistencia del parámetro Servicios básicos públicos*

Servicios básicos públicos	Nulo o escaso	Escaso con interrupciones	Regular	Bueno	Muy bueno y constante	Vector suma ponderada	Λmax
Nulo o escaso	0.43	0.53	0.48	0.45	0.35	2.241	4.830
Escaso con interrupciones	0.21	0.27	0.32	0.27	0.23	1.304	4.909
Regular	0.14	0.13	0.16	0.18	0.18	0.791	4.973
Bueno	0.09	0.09	0.08	0.09	0.12	0.461	5.329
Muy bueno y constante	0.07	0.07	0.05	0.05	0.06	0.294	5.291
						Suma	25.333
						Promedio	5.067

Tabla 69*Matriz índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro Servicios básicos públicos*

Índice de consistencia	IC	0.017
Relación de consistencia < 0.1	RC	0.015

g) Análisis Jerárquico del parámetro dimensión social resiliencia 1**Tabla 70***Matriz de comparación de pares del parámetro Conocimiento de riesgos de origen natural asociados al distrito*

Conocimiento de riesgos de origen natural asociados al distrito	Desconoce	Escasamente conoce	Muy poco conocimiento	Regular conocimiento	Conoce ampliamente
Desconoce	1.00	2.00	4.00	5.00	6.00
Escasamente conoce	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Muy poco conocimiento	0.25	0.50	1.00	2.00	3.00
Regular conocimiento	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Conoce ampliamente	0.17	0.25	0.33	0.50	1.00
Suma	2.12	4.08	7.83	11.50	16.00
1/Suma	0.47	0.24	0.13	0.09	0.06

Tabla 71*Matriz de normalización de pares del parámetro Conocimiento de riesgos de origen natural asociados al distrito*

Conocimiento de riesgos de origen natural asociados al distrito	Desconoce	Escasamente conoce	Muy poco conocimiento	Regular conocimiento	Conoce ampliamente	Vector priorización
Desconoce	0.44	0.49	0.59	0.48	0.48	0.493
Escasamente conoce	0.22	0.24	0.29	0.29	0.29	0.266
Muy poco conocimiento	0.11	0.12	0.15	0.19	0.19	0.152
Regular conocimiento	0.09	0.08	0.07	0.10	0.10	0.087
Conoce ampliamente	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05	0.056

Tabla 72*Matriz de relación de consistencia del parámetro Conocimiento de riesgos de origen natural asociados al distrito*

Conocimiento de riesgos de origen natural asociados al distrito	Desconoce	Escasamente conoce	Muy poco conocimiento	Regular conocimiento	Conoce ampliamente	Vector suma ponderada	Λ_{max}
Desconoce	0.43	0.53	0.64	0.45	0.35	2.400	4.867
Escasamente conoce	0.21	0.27	0.32	0.27	0.23	1.304	4.909
Muy poco conocimiento	0.11	0.13	0.16	0.18	0.18	0.756	4.979
Regular conocimiento	0.09	0.09	0.08	0.09	0.12	0.461	5.329
Conoce ampliamente	0.07	0.07	0.05	0.05	0.06	0.294	5.291
						Suma	25.375
						Promedio	5.075

Tabla 73*Matriz índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro*

Índice de consistencia	IC	0.019
Relación de consistencia < 0.1	RC	0.017

h) Análisis Jerárquico del parámetro dimensión social resiliencia 2**Tabla 74***Matriz de comparación de pares del parámetro Interés por involucrarse en campañas de prevención de riesgo*

Interés por involucrarse en campañas de prevención de riesgo	No hay interés en lo absoluto	A veces se interesa	Lo hace si hay incentivos	Es muy participativo	Siempre está participando
No hay interés en lo absoluto	1.00	3.00	4.00	5.00	6.00
A veces se interesa	0.33	1.00	2.00	3.00	4.00
Lo hace si hay incentivos	0.25	0.50	1.00	2.00	3.00
Es muy participativo	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Siempre está participando	0.17	0.25	0.33	0.50	1.00
Suma	1.95	5.08	7.83	11.50	16.00
1/Suma	0.51	0.20	0.13	0.09	0.06

Tabla 75

Matriz de normalización de pares del parámetro Interés por involucrarse en campañas de prevención de riesgo

Interés por involucrarse en campañas de prevención de riesgo	No hay interés en lo absoluto	A veces se interesa	Lo hace si hay incentivos	Es muy participativo	No hay interés en lo absoluto	Vector priorización
No hay interés en lo absoluto	0.44	0.73	0.59	0.48	0.48	0.542
A veces se interesa	0.15	0.24	0.29	0.29	0.29	0.251
Lo hace si hay incentivos	0.11	0.12	0.15	0.19	0.19	0.152
Es muy participativo	0.09	0.08	0.07	0.10	0.10	0.087
Siempre está participando	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05	0.056

Tabla 76

Matriz de relación de consistencia del parámetro Interés por involucrarse en campañas de prevención de riesgo

Interés por involucrarse en campañas de prevención de riesgo	No hay interés en lo absoluto	A veces se interesa	Lo hace si hay incentivos	Es muy participativo	No hay interés en lo absoluto	Vector suma ponderada	Λmax
No hay interés en lo absoluto	0.43	0.80	0.64	0.45	0.35	2.665	4.917
A veces se interesa	0.14	0.27	0.32	0.27	0.23	1.233	4.912
Lo hace si hay incentivos	0.11	0.13	0.16	0.18	0.18	0.756	4.979
Es muy participativo	0.09	0.09	0.08	0.09	0.12	0.461	5.329
Siempre está participando	0.07	0.07	0.05	0.05	0.06	0.294	5.291
						Suma	25.428
						Promedio	5.086

Tabla 77

Matriz índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro Interés por involucrarse en campañas de prevención de riesgo

Índice de consistencia	IC	0.021
Relación de consistencia < 0.1	RC	0.019

i) Análisis Jerárquico del parámetro dimensión ambiental fragilidad 1

Tabla 78

Matriz de comparación de pares del parámetro Depósito de residuos sólidos

Depósito de residuos sólidos	Arrojados al ambiente	Puntos de acopio no autorizados	Puntos de acopio formales	Botadero municipal	Clasificación y reciclaje
Arrojados al ambiente	1.00	2.00	4.00	5.00	6.00
Puntos de acopio no autorizados	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Puntos de acopio formales	0.25	0.50	1.00	2.00	3.00
Botadero municipal	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Clasificación y reciclaje	0.17	0.25	0.33	0.50	1.00
Suma	2.12	4.08	7.83	11.50	16.00
1/Suma	0.47	0.24	0.13	0.09	0.06

Tabla 79*Matriz de normalización de pares del parámetro Depósito de residuos sólidos*

Depósito de residuos sólidos	Arrojados al ambiente	Puntos de acopio no autorizados	Puntos de acopio formales	Botadero municipal	Clasificación y reciclaje	Vector priorización
Arrojados al ambiente	0.44	0.49	0.59	0.48	0.48	0.493
Puntos de acopio no autorizados	0.22	0.24	0.29	0.29	0.29	0.266
Puntos de acopio formales	0.11	0.12	0.15	0.19	0.19	0.152
Botadero municipal	0.09	0.08	0.07	0.10	0.10	0.087
Clasificación y reciclaje	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05	0.056

Tabla 80*Matriz de relación de consistencia del parámetro Depósito de residuos sólidos*

Depósito de residuos sólidos	Arrojados al ambiente	Puntos de acopio no autorizados	Puntos de acopio formales	Botadero municipal	Clasificación y reciclaje	Vector suma ponderada	Λ_{max}
Arrojados al ambiente	0.43	0.53	0.64	0.45	0.35	2.400	4.867
Puntos de acopio no autorizados	0.21	0.27	0.32	0.27	0.23	1.304	4.909
Puntos de acopio formales	0.11	0.13	0.16	0.18	0.18	0.756	4.979
Botadero municipal	0.09	0.09	0.08	0.09	0.12	0.461	5.329
Clasificación y reciclaje	0.07	0.07	0.05	0.05	0.06	0.294	5.291
						Suma	25.375
						Promedio	5.075

Tabla 81*Matriz índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro Depósito de residuos sólidos*

Índice de consistencia	IC	0.019
Relación de consistencia < 0.1	RC	0.017

j) Análisis Jerárquico del parámetro dimensión ambiental fragilidad 2**Tabla 82***Matriz de comparación de pares del parámetro Pérdida de suelo*

Pérdida de suelo	Muy fracturada	Medianamente fracturada	Ligeramente fracturada	Escasamente fracturada	Sin fallas ni fracturas
Muy fracturada	1.00	2.00	4.00	6.00	7.00
Medianamente fracturada	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Ligeramente fracturada	0.25	0.50	1.00	2.00	3.00
Escasamente fracturada	0.17	0.33	0.50	1.00	2.00
Sin fallas ni fracturas	0.14	0.25	0.33	0.50	1.00
Suma	2.06	4.08	7.83	12.50	17.00
1/Suma	0.49	0.24	0.13	0.08	0.06

Tabla 83*Matriz de normalización de pares del parámetro Pérdida de suelo*

Pérdida de suelo	Muy fracturada	Medianamente fracturada	Ligeramente fracturada	Escasamente fracturada	Sin fallas ni fracturas	Vector priorización
Muy fracturada	0.44	0.49	0.59	0.57	0.57	0.531
Medianamente fracturada	0.22	0.24	0.29	0.29	0.29	0.266
Ligeramente fracturada	0.11	0.12	0.15	0.19	0.19	0.152
Escasamente fracturada	0.07	0.08	0.07	0.10	0.10	0.084
Sin fallas ni fracturas	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.054

Tabla 84*Matriz de relación de consistencia del parámetro Pérdida de suelo*

Pérdida de suelo	Muy fracturada	Medianamente fracturada	Ligeramente fracturada	Escasamente fracturada	Sin fallas ni fracturas	Vector suma ponderada	Amax
Muy fracturada	0.43	0.53	0.64	0.55	0.41	2.549	4.799
Medianamente fracturada	0.21	0.27	0.32	0.27	0.23	1.304	4.909
Ligeramente fracturada	0.11	0.13	0.16	0.18	0.18	0.756	4.979
Escasamente fracturada	0.07	0.09	0.08	0.09	0.12	0.447	5.345
Sin fallas ni fracturas	0.06	0.07	0.05	0.05	0.06	0.284	5.308
						Suma	25.340
						Promedio	5.068

Tabla 85*Matriz índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro Pérdida de suelo*

Índice de consistencia	IC	0.017
Relación de consistencia < 0.1	RC	0.015

k) Análisis Jerárquico del parámetro dimensión ambiental resiliencia 1**Tabla 86***Matriz de comparación de pares del parámetro Conocimiento y cumplimiento de la normativa ambiental*

Conocimiento y cumplimiento de la normativa ambiental	No se conoce	Poco conocimiento	Se cumple parcialmente	Se conoce y se cumple	Generalmente se conoce y se cumple
No se conoce	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
Poco conocimiento	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Se cumple parcialmente	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Se conoce y se cumple	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
Generalmente se conoce y se cumple	0.20	0.25	0.33	0.50	1.00
Suma	2.28	4.08	6.83	10.50	15.00
1/Suma	0.44	0.24	0.15	0.10	0.07

Tabla 87*Matriz de normalización de pares del parámetro Conocimiento y cumplimiento de la normativa ambiental*

Conocimiento y cumplimiento de la normativa ambiental	No se conoce	Poco conocimiento	Se cumple parcialmente	Se conoce y se cumple	Generalmente se conoce y se cumple	Vector priorización
No se conoce	0.44	0.49	0.44	0.38	0.38	0.426
Poco conocimiento	0.22	0.24	0.29	0.29	0.29	0.266
Se cumple parcialmente	0.15	0.12	0.15	0.19	0.19	0.159
Se conoce y se cumple	0.11	0.08	0.07	0.10	0.10	0.091
Generalmente se conoce y se cumple	0.09	0.06	0.05	0.05	0.05	0.059

Tabla 88*Matriz de relación de consistencia del parámetro Conocimiento y cumplimiento de la normativa ambiental*

Conocimiento y cumplimiento de la normativa ambiental	No se conoce	Poco conocimiento	Se cumple parcialmente	Se conoce y se cumple	Generalmente se conoce y se cumple	Vector suma ponderada	Λ_{max}
No se conoce	0.43	0.53	0.48	0.36	0.29	2.091	4.912
Poco conocimiento	0.21	0.27	0.32	0.27	0.23	1.304	4.909
Se cumple parcialmente	0.14	0.13	0.16	0.18	0.18	0.791	4.973
Se conoce y se cumple	0.11	0.09	0.08	0.09	0.12	0.483	5.306
Generalmente se conoce y se cumple	0.09	0.07	0.05	0.05	0.06	0.309	5.270
						Suma	25.370
						Promedio	5.074

Tabla 89*Matriz índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro Conocimiento y cumplimiento de la normativa ambiental*

Índice de consistencia	IC	0.019
Relación de consistencia < 0.1	RC	0.017

k) Análisis Jerárquico del parámetro dimensión ambiental resiliencia 2**Tabla 90***Matriz de comparación de pares del parámetro Formación en temas de conservación ambiental*

Formación en temas de conservación ambiental	No se realizan	1 anual	2 anual	3 anual	Mas de 3 anual
No se realizan	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
1 anual	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
2 anual	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
3 anual	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Mas de 3 anual	0.14	0.25	0.33	0.50	1.00
Suma	2.18	4.08	6.83	11.50	17.00
1/Suma	0.46	0.24	0.15	0.09	0.06

Tabla 91*Matriz de normalización de pares del parámetro Formación en temas de conservación ambiental*

Formación en temas de conservación ambiental	No se realizan	1 anual	2 anual	3 anual	Mas de 3 anual	Vector priorización
No se realizan	0.44	0.49	0.44	0.48	0.48	0.464
1 anual	0.22	0.24	0.29	0.29	0.29	0.266
2 anual	0.15	0.12	0.15	0.19	0.19	0.159
3 anual	0.09	0.08	0.07	0.10	0.10	0.087
Mas de 3 anual	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.054

Tabla 92*Matriz de relación de consistencia del parámetro Formación en temas de conservación ambiental*

Formación en temas de conservación ambiental	No se realizan	1 anual	2 anual	3 anual	Mas de 3 anual	Vector suma ponderada	Λmax
No se realizan	0.43	0.53	0.48	0.45	0.41	2.299	4.957
1 anual	0.21	0.27	0.32	0.27	0.23	1.304	4.909
2 anual	0.14	0.13	0.16	0.18	0.18	0.791	4.973
3 anual	0.09	0.09	0.08	0.09	0.12	0.461	5.329
Mas de 3 anual	0.06	0.07	0.05	0.05	0.06	0.284	5.308
						Suma	25.476
						Promedio	5.095

Tabla 93

Matriz índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro Formación en temas de conservación ambiental

Índice de consistencia	IC	0.024
Relación de consistencia < 0.1	RC	0.021

Anexos 2

Cálculo de la susceptibilidad

Tabla 94

Cálculo del Fenómeno

Fenómeno o parámetro de evaluación (PE)		
Tiempo de retorno		
Valor	Peso	Valor
0.542		0.542
0.251		0.251
0.152	1	0.152
0.087		0.087
0.056		0.056

Tabla 95

Cálculo de susceptibilidad de los factores condicionantes

Factor Condicionante						
Pendiente		Geomorfología		Geología		Valor
Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	
	0.426		0.648		0.531	0.501
0.595	0.266	0.277	0.251		0.266	0.372
	0.159		0.147	0.129	0.152	0.155
	0.091		0.082		0.084	0.088
	0.059		0.051		0.052	0.056

Tabla 96*Cálculo de la susceptibilidad factor desencadenante*

Factor desencadenante		
Precipitación		
Valor	Peso	Valor
0.542		0.542
0.251		0.251
0.152	1	0.152
0.087		0.087
0.056		0.056

Anexos 4

Ficha de encuesta para identificar los factores de vulnerabilidad socioambiental

Proyecto: Nivel de vulnerabilidad socioambiental frente al peligro de deslizamiento en el distrito Sallique-Cajamarca.	 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
FICHA DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	
Reporte de identificación de los factores de vulnerabilidad socioambiental	
Nº vivienda encuestada:	Código GPS: 001
Sexo: F	Edad: 38
P1: ¿Vive permanentemente en el distrito de Sallique?	
<input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> Ocasionalmente <input type="checkbox"/> Otra localidad	
P2: ¿Crees que va ocurrir un deslizamiento en tu distrito?	
<input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No sabe	
P3: ¿Cada cuánto tiempo ocurren estos deslizamientos?	
<input checked="" type="checkbox"/> Anualmente <input type="checkbox"/> Mensualmente <input type="checkbox"/> Rara vez	
P4: ¿Cuántos metros aproximadamente se desplazó este fenómeno?	
<input type="checkbox"/> 20 metros <input checked="" type="checkbox"/> 40 metros <input type="checkbox"/> No sabe	
P5: ¿Crees que tu vivienda se encuentra ubicada en un lugar de peligro frente al deslizamiento?	
<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> No sabe	
P6: ¿Se han tomado medidas preventivas para disminuir estos efectos negativos?	
<input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No sabe	

Anexos 5

Ficha de encuesta para identificar los factores de fragilidad y resiliencia de la dimensión social y ambiental

Proyecto: Nivel de vulnerabilidad socioambiental frente al peligro de deslizamiento en el distrito Sallique-Cajamarca.		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAÉN		
FICHA DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN				
Reporte de análisis de la vulnerabilidad socioambiental				
Dimensión	Factor	Parámetro	Descriptor	Marcar(X)
SOCIAL	Fragilidad 1	Material predominante de las edificaciones	Adobe	<input checked="" type="checkbox"/>
			Ladrillo	
			Quincha	
			Triplay	
			Madera	
	Fragilidad 2	Servicios básicos públicos	Nulo o escaso	
			Escaso con interrupciones	
			Regular	<input checked="" type="checkbox"/>
			Bueno	
	Resiliencia 1	Conocimiento de riesgos de origen natural asociados al distrito	Desconoce	
			Escasamente conoce	
			Muy poco conocimiento	
			Regular conocimiento	<input checked="" type="checkbox"/>
			Conoce ampliamente	
	Resiliencia 2	Interés por involucrarse en campañas de prevención de riesgo	No hay interés en lo absoluto	
			A veces se interesa	<input checked="" type="checkbox"/>
Lo hace si hay incentivos				
Es muy participativo				
		Siempre está participando		

Dimensión	Factor	Parámetro	Descriptor	Marcar(X)
AMBIENTAL	Fragilidad 1	Depósito de residuos sólidos	Arrojados al ambiente	
			Puntos de acopio no autorizados	
			Puntos de acopio formales	X
			Botadero municipal	
			Clasificación y reciclaje	
	Fragilidad 2	Pérdida de suelo	Muy fracturada	X
			Medianamente fracturada	
			Ligeramente fracturada	
			Escasamente fracturada	
			Sin fallas ni fracturas	
	Resiliencia 1	Conocimiento y cumplimiento de la normativa ambiental	No se conoce	X
			Poco conocimiento	
			Se cumple parcialmente	
			Se conoce y se cumple	
			Generalmente se conoce y se cumple	
	Resiliencia 2	Formación en temas de conservación ambiental	No está capacitado	X
Escasamente capacitado				
Reciben capacitación con regular frecuencia				
Se capacita constantemente				
Se capacita constante y lo pone en práctica				

Anexos 6

Diagnóstico de la vulnerabilidad socioambiental de la población ante el peligro de deslizamiento

“Nivel de vulnerabilidad socioambiental frente al peligro de deslizamiento en el distrito de Sallique, Cajamarca”



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERIA FORESTAL Y
AMBIENTAL

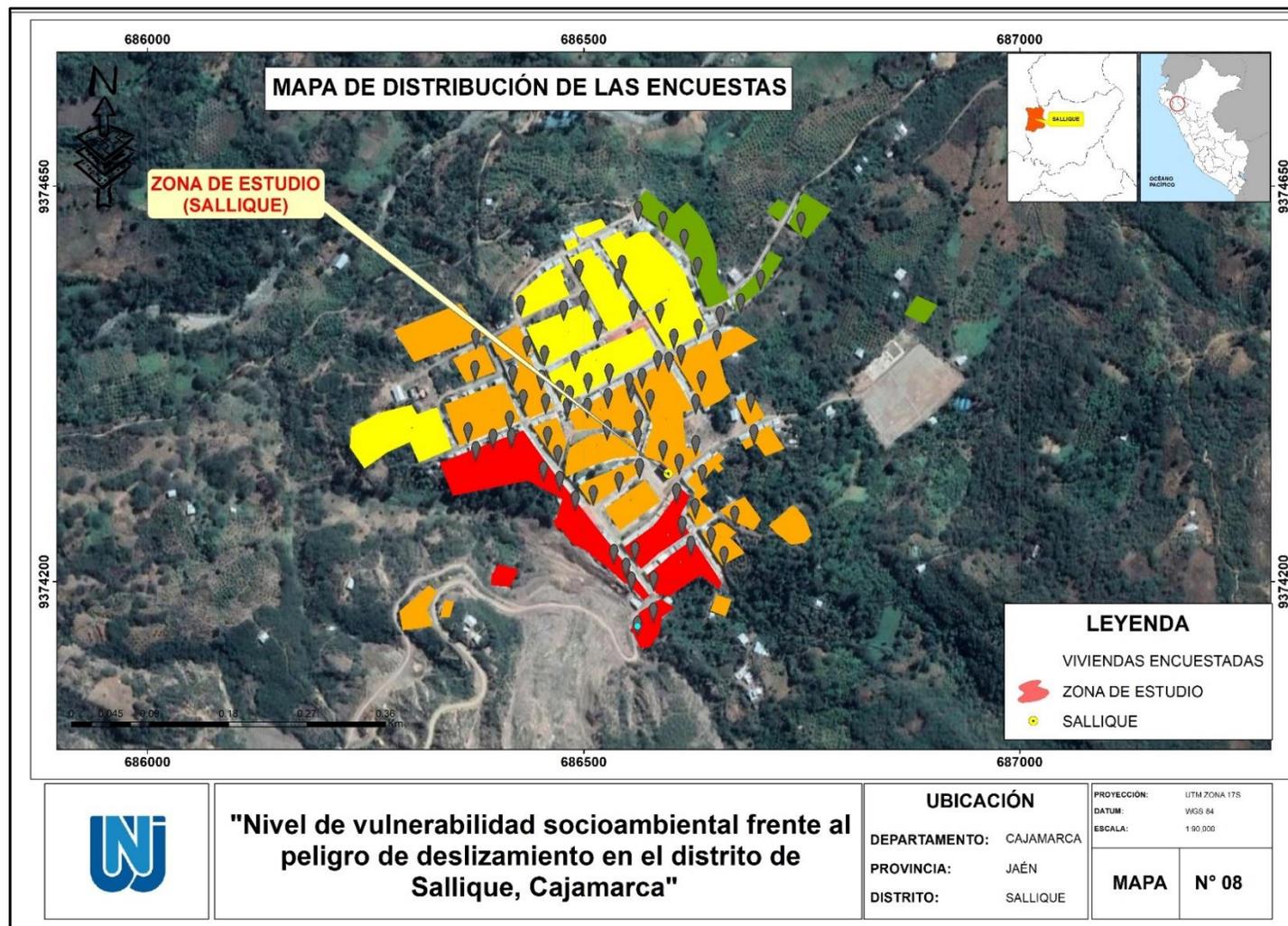
N° de encuesta	Código GPS	Edad	Sexo		Coordenadas UTM		Nivel de vulnerabilidad			
			M	F	Norte	Este	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo
01	V1	38	X		9374149	686561	X			
02	V2	44	X		9374200	686580	X			
03	V3	47	X		9374239	686622	X			
04	V4	37	X		9374233	686558	X			
05	V5	32	X		9374262	686612	X			
06	V6	25	X		9374199	686554	X			
07	V7	26		X	9374230	686534	X			
08	V8	51		X	9374347	686376	X			
09	V9	59	X		9374363	686417	X			
10	V10	69	X		9374325	686453	X			
11	V11	43	X		9374297	686510		X		
12	V12	78	X		9374313	686540		X		
13	V13	62	X		9374328	686563		X		
14	V14	57	X		9374321	686636		X		
15	V15	61	X		9374367	686695		X		
16	V16	55	X		9374403	686691		X		
17	V17	32		X	9374449	686597		X		
18	V18	39	X		9374431	686566		X		
19	V19	74	X		9374406	686576		X		
20	V20	44		X	9374369	686367		X		
21	V21	56	X		9374382	686415		X		
22	V22	44		X	9374402	686456		X		
23	V23	73	X		9374417	686472			X	
24	V24	81	X		9374457	686454			X	

25	V25	35	X		9374485	686515			X	
26	V26	55	X		9374508	686557			X	
27	V27	49	X		9374544	686539			X	
28	V28	29		X	9374559	686543			X	
29	V29	43		X	9374505	686587			X	
30	V30	44	X		9374476	686603			X	
31	V31	60	X		9374487	686631			X	
32	V32	55	X		9374501	686656				X
33	V33	70	X		9374516	686679				X
34	V34	37	X		9374543	686702				X
35	V35	53	X		9374557	686630				X
36	V36	55	X		9374609	686748				X
37	V37	35	X		9374343	686470		X		
38	V38	27		X	9374365	686458		X		
39	V39	34	X		9374398	686481		X		
40	V40	35	X		9374408	686527		X		
41	V41	68	X		9374401	686628		X		
42	V42	75	X		9374362	686395	X			
43	V43	63	X		9374415	686554		X		
44	V44	48	X		9374383	686562		X		
45	V45	37	X		9374364	686561		X		
46	V46	55	X		9374372	686526		X		
47	V47	46	X		9374354	686628		X		
48	V48	80	X		9374333	686609		X		
49	V49	33	X		9374348	686590		X		
50	V50	46	X		9374291	686490	X			
51	V51	56	X		9374314	686472	X			
52	V52	52		X	9374215	686548	X			
53	V53	63	X		9374164	686579	X			
54	V54	69	X		9374476	686376		X		
55	V55	40	X		9374440	686375		X		
56	V56	45		X	9374407	686430		X		
57	V57	62	X		9374434	686418		X		
58	V58	70	X		9374429	686451		X		

59	V59	70	X		9374451	686490			X	
60	V60	39	X		9374519	686500			X	
61	V61	47	X		9374508	686476			X	
62	V61	65	X		9374514	686427			X	
63	V62	43	X		9374609	686590				X
64	V63	42	X		9374589	686615				X
65	V64	57	X		9374621	686562				X
66	V66	62	X		9374457	686611		X		
67	V67	37	X		9374474	686652		X		
68	V68	51		X	9374428	686634		X		
69	V69	78	X		9374300	686606	X			
70	V70	40	X		9374426	686551		X		
71	V71	35	X		9374397	686504		X		
72	V72	42	X		9374249	686646		X		
73	V73	44	X		9374282	686627		X		
74	V74	47	X		9374274	686673		X		
75	V75	68	X		9374228	686660		X		
76	V76	51		X	9374468	686434		X		
77	V77	70	X		9374451	686584		X		
78	V78	36	X		9374436	686529			X	
79	V79	59	X		9374426	686504			X	
80	V80	63	X		9374411	686483			X	
81	V81	45	X		9374554	686494			X	

Anexos 7

Mapa de la distribución donde se tomaron las encuestas



Fuente: SIGRID, Carta nacional, IGN, Geo GPS Perú, Datum WGS84 17 S

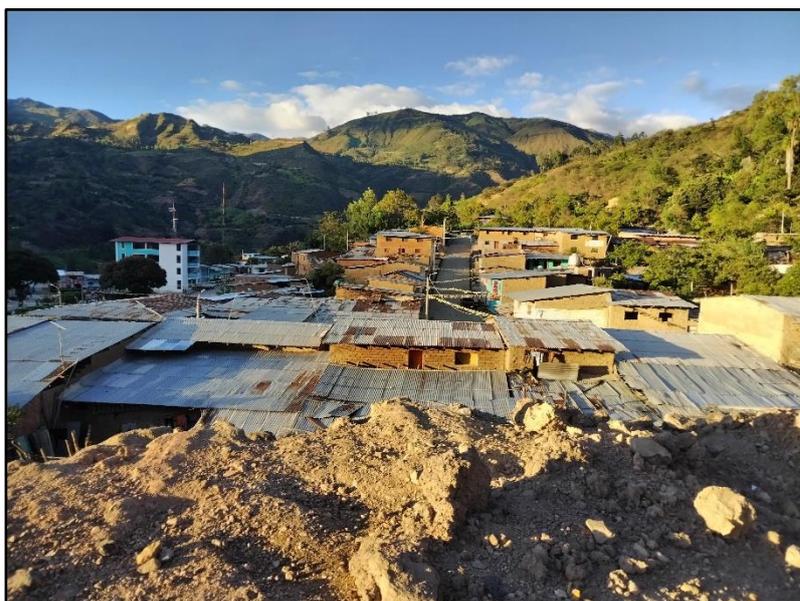
Anexos 8

Panel fotográfico

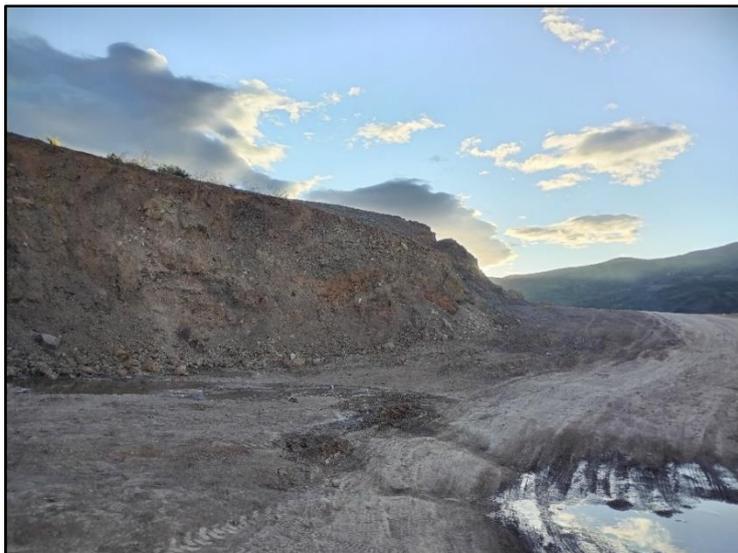
a. Vista de la plaza de armas del distrito de Sallique



b. Vista panorámica del distrito de Sallique



c. Vista del tramo de la carretera con deslizamiento



d. Visita a las viviendas para aplicación de las encuestas



e. GPS utilizado en el estudio

