



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

**Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y
Ambiental**

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

**Evaluación de riesgo por deslizamiento mediante el análisis de
peligrosidad y vulnerabilidad del Centro Poblado de Mallas, Huari - 2022**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autor

Esther Esmeralda Suloaga Cruz

Asesor

Mg. María del Rosario Grados Olivera

Huacho – Perú

2023

EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE PELIGROSIDAD Y VULNERABILIDAD DEL CENTRO POBLADO DE MALLAS, HUARI - 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	sigrid.cenepred.gob.pe Fuente de Internet	3%
2	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	www.ucipfg.com Fuente de Internet	1%
5	documentop.com Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.udl.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	dspace.unl.edu.ec Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	<1%

DEDICATORIA

A Dios por ser mi apoyo y fortaleza constante, por ayudarme a llegar a este momento de mi vida.

A mis padres María y Teodoro, por brindarme su amor y apoyo ilimitado.

A mis hermanos (as), por ser ejemplo de superación y motivación constante para continuar con este proyecto.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la sabiduría y el conocimiento para realizar este proyecto.

Agradezco a mis docentes por impartirme sus conocimientos en las aulas universitarias, el cual contribuyo en la realización del presente proyecto.

Agradezco a mis padres por darme todo su apoyo en todo momento, lo cual me ha ayudado a culminar el presente proyecto.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO.....	II
ÍNDICE.....	III
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	2
1.2 Formulación del Problema.....	4
1.2.1 Problema general.....	4
1.2.2 Problemas específicos.....	4
1.3 Objetivos de la investigación.....	5
1.3.1 Objetivo general.....	5
1.3.2 Objetivo específico.....	5
1.4 Justificación de la investigación.....	5
1.5 Delimitación del estudio.....	6
CAPITULO II. MARCO TEORICO.....	7
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	7
2.1.1 Antecedentes Internacionales.....	7
2.1.2 Antecedentes nacionales.....	8
2.2 Bases Teóricas.....	11
2.2.1 La estimación del riesgo.....	11
2.2.2 Análisis de peligrosidad.....	14
2.2.3 Movimientos en masa.....	16
2.2.4 Análisis de la vulnerabilidad.....	21
2.2.5 El proceso de análisis jerárquico (PAJ).....	24
2.2.6 Los sistemas de información geográfica (SIG).....	24

2.3	Definición de términos básicos.....	26
2.4	Hipótesis de la Investigación.....	27
2.4.1	Hipótesis General	27
2.4.2	Hipótesis Especifico	27
CAPITULO III. METODOLOGÍA.....		28
3.1	Diseño Metodológico	28
3.1.1	Tipo de investigación.	28
3.1.2	Nivel de investigación	28
3.1.3	Enfoque.....	28
3.1.4	Ubicación.....	28
3.1.5	Materiales e insumos	30
3.1.6	Variables para evaluar	30
3.2	Población y muestra	34
3.2.1	Población	34
3.2.2	Muestra	34
3.3	Técnicas de recolección de datos.....	35
3.3.1	Técnicas para el procesamiento de información.....	36
CAPITULO IV. RESULTADOS		43
4.1	Análisis del peligro.....	43
4.1.1	Caracterización del peligro.....	43
4.1.2	Susceptibilidad del territorio	49
4.1.3	Parámetro de evaluación.....	59
4.1.4	Niveles de peligro.....	59
4.2	Análisis de la vulnerabilidad	62
4.2.1	Dimensión social	63
4.2.2	Dimensión económica	69
4.2.3	Dimensión ambiental.....	76
4.2.4	Niveles de vulnerabilidad	80
4.3	Evaluación de riesgo.....	85
CAPITULO V. DISCUSIONES.....		87
CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		90
6.1	Conclusiones.....	90

6.2 Recomendaciones	91
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92
ANEXOS	96
Anexo 1 Matriz de Consistencia.....	96
Anexo 2 Instrumento de investigación.....	98
Anexo 3 Panel fotográfico.....	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas UTM-WGS84-Zona 18S del centro poblado de Mallas.....	6
Tabla 2. Zonificación territorial del riesgo por movimiento en masa.	13
Tabla 3. Dimensiones de la vulnerabilidad.	22
Tabla 4. Operacionalización de la variable dependiente de la investigación	31
Tabla 5. Operacionalización de la variable independiente de la investigación	31
Tabla 6. Operacionalización de la variable independiente de la investigación.	33
Tabla 7. Escala de la matriz de Saaty	41
Tabla 8. Matriz de Comparación de pares del parámetro de factores condicionantes. ...	49
Tabla 9. Matriz de Normalización de pares de los factores condicionantes.....	50
Tabla 10 Matriz de relación de consistencia de pares de los factores condicionante.	50
Tabla 11. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico de los factores condicionantes.	50
Tabla 12. Parámetro de pendiente	51
Tabla 13. Parámetro de unidades geomorfológicas.....	53
Tabla 14. Parámetro de unidades geológicas.....	55
Tabla 15. Umbrales y precipitaciones absolutas para la estación de Chavín.	57
Tabla 16. Parámetro de precipitación.	59
Tabla 17. Parámetro de evaluación del tiempo de retorno	59
Tabla 18. Cálculo de la susceptibilidad de territorio	60
Tabla 19. Parámetro de evaluación.....	60
Tabla 20. Cálculo de los niveles de peligro.....	60
Tabla 21. Matriz de comparación de pares de las dimensiones de vulnerabilidad.....	62
Tabla 22. Matriz de normalización de pares de las dimensiones de vulnerabilidad	62
Tabla 23. Matriz de relación de consistencia de las dimensiones de vulnerabilidad	62
Tabla 24. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico de las dimensiones de vulnerabilidad.	63
Tabla 25. Factores de la dimensión social.....	63
Tabla 26. Parámetro del número de personas a nivel de lote	63
Tabla 27. Parámetro del grupo etario.	64
Tabla 28. Parámetro del tipo de servicio de agua potable	65

Tabla 29. Parámetro conocimiento pasado sobre ocurrencia de desastres en su localidad	66
Tabla 30. Parámetro de formación en materia de gestión de riesgos de las autoridades	67
Tabla 31. Parámetro interés por participar en campañas de prevención del riesgo.....	68
Tabla 32. Factores de la dimensión económica	69
Tabla 33. Parámetro cercanía de la vivienda a la zona de peligro.....	70
Tabla 34. Parámetro material predominante-pared	71
Tabla 35. Parámetro antigüedad de la construcción de vivienda	72
Tabla 36. Parámetro de la etapa de preservación de la vivienda.....	72
Tabla 37. Parámetro ocupación principal (jefe de hogar)	73
Tabla 38. Parámetro ingreso familiar promedio mensual.....	74
Tabla 39. Parámetro organización comunitaria	75
Tabla 40. Factores de la dimensión ambiental	76
Tabla 41. Parámetro pérdida del agua	77
Tabla 42. Parámetro manejo y disposición de aguas residuales.....	78
Tabla 43. Parámetro de formación en temas de preservación ambiental	79
Tabla 44. Cálculo de la dimensión social	80
Tabla 45. Cálculo de la dimensión económica	81
Tabla 46. Cálculo de dimensión ambiental	82
Tabla 47. Los niveles de vulnerabilidad.....	83
Tabla 48. Los niveles de riesgo	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Delimitación de la zona de estudio del Centro Poblado de Mallas.....	6
Figura 2. Clases de peligros naturales y antrópicos.	15
Figura 3. Clases de peligros de origen natural.	16
Figura 4. Los tipos y subtipos de movimientos en masa.	17
Figura 5. Las partes de un deslizamiento de tierra	18
Figura 6. Forma de un deslizamiento de tipo traslacional.....	19
Figura 7. Forma de un deslizamiento de tipo rotacional	19
Figura 8. Identificación del parámetro de evaluación del peligro por fenómenos naturales.	20
Figura 9. Modelo de datos vectorial.	25
Figura 10. Modelo de datos ráster.	25
Figura 11. Ubicación del área de estudio	29
Figura 12. Vista panorámica del área urbanizada del centro poblado de Mallas.	34
Figura 13. Flujograma para la definición y estratificación de los niveles de peligro.....	36
Figura 14. Análisis de susceptibilidad y parámetro de evaluación con sus respectivos descriptores.....	37
Figura 15. Cálculo del nivel del peligro	39
Figura 16. Análisis de vulnerabilidad según sus dimensiones	40
Figura 17. Cálculo del riesgo mediante la matriz de Saaty	42
Figura 18. Caracterización de los peligros encontrados en el centro poblado de Mallas	43
Figura 19. Vista panorámica del deslizamiento compuesto del centro poblado de Mallas.	44
Figura 20. Vista panorámica del socavamiento lateral del río Rurichinchay en la ladera del depósito coluvial, sí mismo se pueden las grietas tensionales generadas en las zonas aledañas como también los daños a las viviendas cerca al lugar.	45
Figura 21. Escarpe lateral en el cuerpo del deslizamiento 1 (DES 1).	46
Figura 22. Vista panorámica de las grietas originadas por la activación del deslizamiento 2 (DES 2).....	47
Figura 23. Vista panorámica del escarpe principal del deslizamiento 2 (DES-2).....	47
Figura 24. Vista panorámica de las grietas tensionales en el cuerpo del deslizamiento 3 (DES-3).....	48

Figura 25. Vista panorámica del deslizamiento 4 ubicado entre el sector del deslizamiento 2 (DES 2).....	49
Figura 26. Vista lateral del centro poblado de Mallas.....	51
Figura 27. Mapa de pendiente del centro poblado de Mallas.....	52
Figura 28. Vista panorámica de subunidades geomorfológicas identificadas en el centro poblado de Mallas.....	53
Figura 29. Mapa de unidades geomorfológicas.....	54
Figura 30. Las unidades geológicas del centro poblado de Mallas	55
Figura 31. Mapa de unidades geológicas.....	56
Figura 32. Anomalía mensual de precipitación del mes de abril del 2017 en todo el Perú	58
Figura 33. Mapa de los niveles de peligros del centro poblado de Mallas.....	61
Figura 34. Número de personas a nivel de lote	64
Figura 35. Población según grupo etario	65
Figura 36. Tipo de servicio de agua potable.....	66
Figura 37. Conocimiento pasado sobre ocurrencia de desastres en su localidad	67
Figura 38. Formación en materia de gestión de riesgos de las autoridades.....	68
Figura 39. La población y su interés en participar en campañas de prevención del riesgo	69
Figura 40. Cercanía de la vivienda a la zona de peligro.....	70
Figura 41. Material predominante de las paredes.....	71
Figura 42. Antigüedad de la construcción de la vivienda	72
Figura 43. Estado de preservación de la vivienda	73
Figura 44. Ocupación principal (jefe de hogar).....	74
Figura 45. Ingreso familiar promedio mensual	75
Figura 46. Organización comunitaria de los pobladores del centro poblado de Mallas. 76	
Figura 47. Las practicas inadecuadas que contribuyen a la pérdida del agua	77
Figura 48. Manejo y disposición de las aguas residuales	78
Figura 49. Formación en temas de preservación ambiental	79
Figura 50. Mapa de los niveles de vulnerabilidad del centro poblado de Mallas.....	84
Figura 51. Mapa de los niveles de riesgo del centro poblado de Mallas.	86
Figura 52. Vista de la plaza de armas del centro poblado de Mallas	101
Figura 53. Zona baja donde resulta el agua de infiltración en el que se ve el escarpe del deslizamiento.	101

Figura 54. Vista panorámica de la quebrada del río Rurichinchay	102
Figura 55. Vista panorámica de la zona de deslizamiento entre los barrios de Huaroya y Cuntuyoc.....	102
Figura 56. Zona baja del deslizamiento que sube desde el río Rurichinchay.....	103
Figura 57. Zonas de cultivo de maíz	103
Figura 58. Carretera obstruida por las intensas lluvias.....	104
Figura 59. Vista del tramo de la carretera con deslizamiento constante	105
Figura 60. Vista de la vivienda que presenta rajaduras en las paredes.....	106
Figura 61. Vista interior de la vivienda colapsada a causa de las grietas tensionales del deslizamiento de la zona.....	106
Figura 62. Encuesta a los pobladores del barrio Huaroya del centro poblado de Mallas	107
Figura 63. Encuesta a los pobladores más jóvenes del centro poblado de Mallas	107
Figura 64. Realizando la encuesta en el barrio Cuntuyoc del centro poblado de Mallas	108
Figura 65. Vista del nivel de piso por donde pasa el deslizamiento.....	108
Figura 66. Vista de la rajadura en la pared de la vivienda como consecuencia del deslizamiento que atraviesa la vivienda.	109
Figura 67. Vista de la vivienda edificada hace dos años totalmente deteriorada por la activación del deslizamiento.....	109
Figura 68. Vista de la vivienda más cercana al río Rurichinchay	110

RESUMEN

El presente estudio de investigación busca evaluar el nivel de riesgo por deslizamiento rotacional de tierra mediante el análisis de peligrosidad y vulnerabilidad del centro poblado de Mallas durante el periodo 2022, cuya metodología aplicada se basó en el “Manual para la evaluación de los riesgos originados por fenómenos naturales” CENEPRED (2014), cuyo análisis de peligro y vulnerabilidad se empleó el proceso de análisis jerárquico, mediante el uso de la matriz de Saaty se ponderó los parámetros y descriptores de las variables de estudio en el que se obtuvieron los niveles de peligro y vulnerabilidad, obteniéndose así los resultados de peligrosidad muy altos atribuido a sus factores condicionante como la pendiente, geología y geomorfología, aunado a ello el factor desencadenante, los cuales proporcionaron las condiciones para la ocurrencia de los deslizamientos así mismo se obtuvo niveles altos de vulnerabilidad atribuido a la falta de capacitación en materia de gestión de riesgos de desastres, una deficiente organización comunitaria y la falta de servicios básicos de agua potable y desagüe lo cual ha conllevado a que los niveles de riesgos obtenidos sean altos, concluyendo que la zona de estudio es inevitable la ocurrencia de los deslizamientos pero se pueden tomar medidas para mejorar la resiliencia de la población de tal forma reducir los niveles de riesgo.

Palabras claves: Peligro, vulnerabilidad, riesgo, deslizamiento, parámetros, descriptores.

ABSTRACT

The present research study seeks to evaluate the level of risk due to rotational landslides through the analysis of danger and vulnerability of the Mallas populated center during the period 2022, whose applied methodology was based on the manual for the evaluation of risks caused by phenomena from CENEPRED (2014), for whose hazard and vulnerability analysis the hierarchical analysis process was used, using the Saaty matrix, the parameters and descriptors of the study variables were weighted in which the hazard levels were obtained. and vulnerability, thus obtaining very high hazard results attributed to its conditioning factors such as slope, geology and geomorphology, added to this the triggering factor, which provided the conditions for the occurrence of landslides, thus high levels of vulnerability were obtained. attributed to the lack of training in disaster risk management, a deficient community organization and the lack of basic drinking water and drainage services, which has led to high levels of risks obtained, concluding that the study area the occurrence of landslides is inevitable but measures can be taken to improve the resilience of the population in such a way as to reduce risk levels

Keywords: Hazard, vulnerability, risk, landslide, parameters, descriptors.

INTRODUCCIÓN

La comunidad del centro poblado de Mallas está sometida a fuertes precipitaciones que van desde los meses de noviembre a abril lo cual afecta los modos de vida de los pobladores, además de ello crean escenarios para la activación de los movimientos en masa, causando grandes pérdidas económicas, así como de vidas humanas.

Por lo tanto el propósito de este estudio es conocer el nivel de riesgo por deslizamiento mediante la identificación y caracterización del peligro así mismo analizando los factores de vulnerabilidad del centro población de Mallas, de este modo pueda ser posible realizar una adecuada gestión de riesgo de desastre para lo cual se hace necesario partir de la información disponible que se tiene de la comunidad de tal forma se hace necesario conocer los riesgos al cual está expuesto el centro poblado de Mallas, por lo tanto se desarrolló esta investigación en el que para un adecuado estudio se dividió en tres fases donde la fase I corresponde a los trabajos preliminares, en el que se obtuvo la información de las plataformas de las instituciones técnicas científicas (INGEMMET, INDECI, CENEPRED, INEI) con el propósito de conocer la recurrencia del fenómeno y describir las características propias del territorio en estudio. Así mismo la fase II corresponde a la información obtenida en campo en el que se recopiló toda la información mediante el uso de las fichas de levantamiento de información, encuestas y fotografías de las zonas afectadas y finalmente se tiene la fase III lo cual corresponde al procesamiento de datos en gabinete, en el que se procesó la información obtenida en campo mediante el uso de programas como el Excel 2016 y ArcGIS 10.5 lo cual permitió la generación de los mapas de los peligros, vulnerabilidades y riesgos del centro poblado de Mallas, obteniendo así los niveles de cada uno de ellos.

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

Los movimientos de masa ocurren por acciones naturales y antrópicos, cuyo factor desencadenante en mucho de los casos viene a ser la precipitación y las condiciones hidrometeorológicas motivo que conlleva a comprender la dinámica y su proceso de interacción con los deslizamientos. Ordoñez (2019) afirma a nivel mundial los movimientos en masa se han registrado una gran cantidad de eventos de las cuales el continente que presentan mayor incidencia de los deslizamientos es el continente asiático como la India con un total de 16% y Nepal con el 10% mientras que China contribuye con un 15% del total. En cambio, en Sudamérica los mayores deslizamientos registrados están entre los países de Brasil (37%) y Colombia (32%).

Según Ordoñez (2019) manifiesta que el Perú es escenario de la ocurrencia de eventos adversos (fenómenos naturales), los cuales se presentan con mayor frecuencia en los últimos años ocasionando impactos socio económicos y ambientales, reduciendo de esta forma la capacidad productiva y el desarrollo sostenibles de las comunidades rurales y urbanas. En los últimos tiempos se ha visto un crecimiento demográfico masivo llevando consigo a invadir áreas propensas a sufrir deslizamiento ya sea por una falta de conocimiento o de recursos ya que somos un país con alto índices de pobreza.

Así mismo dentro de la geografía peruana se extiende una amplia gama de diversidad de microclimas debido a su relieve accidentado el cual se encuentra dividido por la cordillera de los andes formando así las tres regiones hidrográficas: Pacífico, Atlántico y el Titicaca cuyo escenario experimenta la ocurrencia de diversos fenómenos naturales que no solo han modificado su relieve y morfología si no también que cada año genera pérdidas socio económicas los cuales en los últimos años se han incrementado en magnitud e intensidad atribuido al cambio climático. (Ordoñez, 2019)

“Sumado a ello los factores de vulnerabilidad social (Población, salud, educación), económica (agricultura, industria, comercio y turismo, transporte y comunicaciones, energía, agua y saneamiento.) y ambiental (recursos naturales renovables y no renovables)”. [Centro nacional de estimación, prevención y reducción del riesgo de desastre (CENEPRED), 2014].

Debido a ello nuestro país ha sido escenario de diversos eventos adversos, causando como consecuencia pérdidas socio económicas en varias regiones al interior del país los cuales son afectadas cada año por estos eventos que son más recurrentes que antes, así mismo, la falta de una cultura de prevención de las pobladores que habitan en ellas, ya sea por desconocimiento o por la falta de recursos viven en zonas críticas, esto ocurre mayormente en ciudades superpobladas con un crecimiento sin un adecuado ordenamiento territorial, en las zonas rurales encontramos poblaciones que viven en zonas de riesgo inminente se le atribuye principalmente el grado de pobreza y una carente cultura de prevención de riesgo de desastre, esto conlleva que cuando los riesgos se materializan causen daños y pérdidas de gran magnitud.

No es ajeno a esta problemática el centro poblado de Mallas, perteneciente al distrito y provincia de Huari, de acuerdo al último informe técnico del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET (2021), “el cual identifica en el sector un mega deslizamiento de tipo rotacional compuesto, sobre el cual se ha reactivado formando tres deslizamientos rotacionales, en donde se aprecian agrietamientos del terreno, formación de escarpes secundarios y basculamiento en el terreno”. Por lo tanto, durante el fenómeno de “El Niño” ocurrido en el año 2017, como consecuencia de las lluvias intensas, subió el caudal del río Rurichinchay, desencadenando un importante flujo de detritos lo cual dejó bastante desgastado la base de la ladera, así mismo en el año 2019 se presentó un sismo de alta intensidad lo cuales aunados a los factores condicionantes originaron la reactivación de los deslizamientos. Así mismo en el 2022, por las recurrentes lluvias intensas se activó una parte del deslizamiento, reactivando así el deslizamiento ya existente en el centro poblado de Mallas.

Podemos encontrar edificaciones con alto grado de agrietamiento como consecuencia del deslizamiento, así como también las carreteras (Trochas carrozables) que une varias comunidades del Centro Poblado de Mallas con la provincia de Huari se encuentra en varios tramos desnivelados y obstruidos, las infraestructuras como los centros educativos, se encuentran con agrietamientos en el terreno, los servicios de agua y luz se encuentran en condiciones precarias, motivo por el cual, algunas familias se encuentran sin estos servicios; lo que conlleva a que los pobladores vivan con el temor de que en algún momento sus viviendas colapsen y causen pérdidas de vidas humanas, viven a la espera de que sus autoridades locales y provinciales pueda hacer algo para mejorar su calidad de vida.

La situación problemática presentada líneas arriba atribuye que los deslizamientos pueden ser causados por los factores condicionantes como la pendiente de tierra, la geología, geomorfología y usos de suelo y cuyo factor desencadenante son las lluvias prolongadas con intensidad baja que se presentan con mayor frecuencia en la zona sierra sumado a ello los fenómenos antropogénicos (causados por el hombre), lo que ocasionan consecuencias que afectan directamente los modos de vida de los mismos pobladores.

Recientemente las autoridades locales y provinciales han empezado a tomar acciones necesarias para mejorar las condiciones de vulnerabilidad de los pobladores del centro poblado de Mallas, quienes se encuentran expuestos frente al peligro inminente, pese a ello aún queda mucho por hacer por lo que considero necesario realizar el presente estudio de evaluación de riesgo, de tal forma pueda contribuir con resultados ajustados a la realidad actual del centro poblado de Mallas. Por tal razón es importante estudiar a mayor detalle la situación problemática que está viviendo el centro poblado de Mallas, para lo cual se plantea el siguiente problema general y específicos respectivamente.

1.2 Formulación del Problema

1.2.1 Problema general

- ¿Cuál es el nivel de riesgo por deslizamiento rotacional de tierra obtenidos mediante el análisis de peligrosidad y vulnerabilidad del centro población de Mallas, Huari – 2022?

1.2.2 Problemas específicos.

- ¿Cuál el nivel de peligrosidad del deslizamiento rotacional de tierra del centro poblado de Mallas, Huari - 2022?
- ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad al peligro deslizamiento rotacional de tierra, en sus dimensiones sociales, económicos y ambientales del centro poblado de Mallas, Huari - 2022?
- ¿Se debe elaborar el mapa de riesgo por deslizamiento rotacional de tierra del centro poblado de Mallas, Huari – 2022?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general.

- Evaluar el nivel de riesgo por deslizamiento rotacional de tierra mediante el análisis de peligrosidad y vulnerabilidad del centro poblado de Mallas, Huari – 2022

1.3.2 Objetivo específico.

- Analizar el nivel de peligrosidad del deslizamiento rotacional de tierra del centro poblado de Mallas, Huari - 2022.
- Analizar el nivel de vulnerabilidad al peligro deslizamiento rotacional de tierra, en sus dimensiones sociales, económicos y ambientales del centro poblado de Mallas, Huari - 2022.
- Elaborar el mapa de riesgo por deslizamiento rotacional de tierra del centro poblado de Mallas, Huari – 2022.

1.4 Justificación de la investigación

La importancia de la investigación es brindar información relacionada al riesgo de desastres a las autoridades locales para que más adelante cuenten con la información disponible y actualizada con respecto a los riesgos existentes en el centro poblado de Mallas.

Además de ello la estimación del riesgo por deslizamiento, permitirá analizar mejor el contexto para el desarrollo de futuras obras de ingeniería, lo cual debe contar con esta información para localizar áreas adecuadas y alargar el tiempo de vida útil de los proyectos, de tal forma se puedan estimar los posibles perjuicios y pérdidas que pueden ser producidos por la activación de los deslizamientos u otro evento adverso que desencadenarían los fenómenos naturales.

En este sentido, la investigación más adelante sea de utilidad para los planes de gestión de riesgo de desastres de las autoridades locales y organismo gubernamentales involucradas en materia de prevención, reducción y mitigación de los riesgos, por lo que cuyo fin último busca mejorar la calidad de vida de los pobladores del centro poblado de Mallas.

1.5 Delimitación del estudio

Delimitación espacial: El presente estudio de investigación se encuentra delimitada espacialmente en el Centro Poblado de Mallas distrito y provincia de Huari, departamento de Ancash.

Tabla 1.

Coordenadas UTM-WGS84-Zona 18S del centro poblado de Mallas.

N°	Este	Norte
1	261114	8957914
2	261125	8963473
3	257227	8963454
4	257329.	8959544

Fuente: Adaptado de INGEMMET (2021). “Evaluación de peligros geológicos en el Centro Poblado de Mallas, distrito de Huari, provincia de Huari, región Ancash, Lima (Informe técnico N° A7127)” (p.6)



Figura 1. Delimitación de la zona de estudio del Centro Poblado de Mallas

Fuente: Google Earth Pro (2022)

Delimitación temporal: Los datos considerados en la presente investigación están enmarcados en el periodo 2022, durante este periodo se realizó la recolección de datos en campo y el procesamiento de la información en gabinete.

CAPITULO II. MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

2.1.1 Antecedentes Internacionales

Solís & Medina (2020) manifiesta en la tesis “Evaluación del riesgo por procesos de remoción en masa en el barrio colinas de la esperanza, municipio de Ocaña, teniendo como propósito evaluar el riesgo por proceso de remoción en masa, en el barrio colinas de la esperanza lo cual pertenece al municipio de Ocaña, departamento de Norte de Santander”, en el que la investigación realizada es descriptiva - cualitativa, con diseño no experimental, fue aplicado a una muestra de 180 viviendas encontradas en el área de estudio, se recolecto los datos utilizando la lista de chequeos, así como también las observaciones encontradas en campo, de tal forma que los resultados obtenidos en el que el análisis de factores condicionante que crean escenarios para que la amenaza se materialice en el sector de Colinas de la Esperanza, sumado a ello la falta de proyectos relacionados a la gestión de riesgo del gobierno la falta de conocimiento de la población hacer que la vulnerabilidad sea alta dando como resultado que si el riesgo se materializa puede presentarse una catástrofe.

Oliva & Gallardo (2018) manifiesta en su artículo de investigación “Evaluación del riesgo por deslizamiento de una ladera en la ciudad de Tijuana, México, se evaluó el riesgo por deslizamiento de la ladera urbana, interrelacionando la amenaza con la vulnerabilidad física de la zona de estudio”. En el que se encontró edificaciones en zonas con mayor probabilidad de sufrir los daños los cuales varían en un rango de 0.3 y 1 dependiendo de la profundidad de cimentación comparado a la profundidad del deslizamiento así mismo su integridad estructural, tipo y distribución de las edificaciones, concluyendo así que los resultados obtenidos están por debajo de los límites aceptables, creando escenarios con una probabilidad alta del suceso de los deslizamientos.

Pedro (2019) menciona en su artículo de investigación “Evaluación del riesgo de desastres por deslizamientos activados por lluvias. caso estudio: barrios informales de Mamera - El Junquito”, el área de estudio tiene un total de 672,59 hectáreas lo cual comprende un total de 10.346 edificaciones en el que habitan 70.695 personas, en lo respecta la amenaza se evaluó mediante la zonificación de la susceptibilidad obtenidos en base a los factores desencadenantes y condicionantes, para lo cual se usó el método heurístico ponderando los parámetros y variables. Así mismo para la evaluación de la

vulnerabilidad se determinó los daños y pérdidas en socioeconómico y ambiental, obteniendo así los resultados los cuales el territorio presenta un 21% de alta susceptibilidad a deslizamientos y un 11.9% de muy alta susceptibilidad, así mismo con tiempos de retorno de 5 y 50 años aumenta llegando alcanzar hasta un 30.7% del total, con respecto a la evaluación del nivel de amenaza es alto y la vulnerabilidad tiene un total de 88 estructuras de nivel bajo, 5.930 en nivel medio, 3.303 en nivel alto y 1.025 en nivel muy alto.

Londoño (2016) “Evaluación del riesgo por deslizamiento en las ciudadelas de la Libertad y Atalaya del municipio de San José de Cúcuta, con el objeto de evaluar el riesgo por deslizamiento en las ciudadelas de la Libertad y Atalaya del municipio de san José de Cúcuta”. En el que la población de estudio son las que se ubican cerca de terrenos inestables, han incidido en inadecuando manejo de las aguas de escorrentía y el manejo de suelos los cuales impactan directamente en las temporadas de lluvias debido al aumento de los caudales salgan de control causando grandes pérdidas, obteniendo así los resultados de niveles de amenaza y vulnerabilidad de nivel medio y el riesgo también de nivel medio.

Vélez (2019) Manifiesta en su tesis “Susceptibilidad a deslizamiento en la comunidad el Paraíso de la ciudad de Portoviejo, con el propósito de valorar la susceptibilidad a deslizamiento en la comunidad “El Paraíso” de la ciudad de Portoviejo en el año 2019”, lo cual es de tipo descriptivo, no experimental y los métodos usados fueron cartográficos, científicos y geomorfológicos. Así mismo se recolecto los datos mediante el uso de fichas de observación llegando a obtener los resultados de un área comprendida de 7,71 Ha de susceptibilidad alta a deslizamientos que comprende del total un 50% del territorio en el que se encuentra los 3 deslizamientos, por consiguiente, está un área de 5.69 Ha de susceptibilidad bajas a deslizamientos que representa el 42% del total del territorio en lo que se ubican los 3 deslizamientos restantes.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Caballero (2018) Manifiesta en su tesis “Análisis del peligro y vulnerabilidades por movimiento de masas de tierra para mitigar los riesgos en el distrito de Cuenca, con el objeto de determinar el nivel de incidencia de la mitigación del riesgo en el peligro y la vulnerabilidad por movimientos de masas de tierras en el distrito de Cuenca”, donde la investigación es descriptivo, analítico y aplicativo, de tipo mixto, cuantitativo –

cualitativo, cuyo diseño de la investigación es no experimental y transeccional, en el que la muestra de población es un total de 1988 habitantes de los que se encuentran habitando un total de 377 predios, de tal forma que los resultados indican un total de 128 lotes o el 34% presenta un nivel muy alto de peligro y están propensas a colapsar seguido con un total de 242 predios o el 64% de los que no cumplen las normas de construcción, lo cual conlleva a la existencia de niveles altos de riesgo, peligro y vulnerabilidad de la zona.

Callirgos (2020) Manifiesta en su tesis “Evaluación de riesgo por deslizamiento rotacional de tierra mediante el análisis de peligrosidad y vulnerabilidad en el centro poblado de Cuenca. Huancavelica, con el propósito de evaluar el riesgo por deslizamiento rotacional”. Mediante el análisis de los parámetros de evaluación así mismo los elementos expuestos con el objeto de mejorar el desarrollo sostenible del centro poblado de Cuenca, en donde el estudio se obtiene la información para demostrar la hipótesis en base a la medición numérica y estadístico tiene un enfoque cuantitativo, para la determinación de muestra se hizo uso del muestreo probabilístico por racimos de viviendas del centro poblado de Cuenca, así mismo el instrumento de recolección de datos fue mediante las fichas de levantamiento de información y la cartografía del centro poblado de Cuenca permitió obtener como resultado en la estimación del riesgo a nivel de lote del centro poblado Cuenca en el que se identificaron 58 lotes en riesgo de nivel muy alto, 239 lotes en nivel de riesgo alto y 01 lote en riesgo de nivel medio. Siendo el centro educativo N° 121 Cuenca de riesgo muy alto, así como el centro educativo Indo América de riesgo alto.

Molocho (2017) según el artículo de “Estimación del nivel de riesgo geológico en la ciudad de Bambamarca, con el objetivo de estimar el nivel de riesgo geológico en la ciudad de Bambamarca”, donde se realizó una investigación descriptiva, analítica, deductiva y explicativa, cuya área de estudio comprende la zona urbana y periférica Bambamarca con una extensión total de 09 km², para lo cual se usó la técnica del proceso de análisis jerárquico (PAJ) mediante el cual se zonificó el área en microcuencas de tal forma se calculó los niveles de peligros, susceptibilidad, vulnerabilidad y riesgo, por lo tanto los resultados que se obtuvieron fueron los mapas de ordenamiento territorial y la zonificación de Bambamarca, de las quebradas Chala, la Antena, las Tayas, las Tinajas, los Chungos se encuentra en nivel de riesgo alto así mismo las quebradas del Mayhuasi y Corellama tienen un nivel de riesgo medio.

Gonzales (2020) Según su tesis “Evaluación de la vulnerabilidad ante riesgo por deslizamiento de la comunidad de Chango distrito Chacayán, provincia Daniel Alcides

Carrión, Pasco, con el objetivo de evaluar el nivel del riesgo por deslizamiento para su evaluación de vulnerabilidad ante este fenómeno para optar medidas de orden estructural en el centro poblado de Chango”, por lo tanto se evaluó el riesgo basándose en la metodología estipulada por el CENEPRED, donde el área de estudio tiene una población de 2,400 habitantes, para los instrumentos de recolección de datos, se usó la información existentes en las diferentes plataformas de instituciones técnico científicas. De tal manera se llega a los resultados en los que 23 manzanas se encuentran con una vulnerabilidad de alto nivel y 10 manzanas con una muy alta vulnerabilidad en el centro poblado Chango se determinó que todas las manzanas evaluadas presentan un riesgo con nivel muy alto se concluyendo así que la vulnerabilidad se encuentra en un nivel muy alto del riesgo identificado es inaceptable, el cual indica que se debe emplear prestamente medidas de control físico, iniciar reasentamiento o de ser posible transferir seguidamente lo riesgos. como también se calculó un área de deslizamiento de 48.70 ha con un Volumen de 9606401.00 m³ y efectos probables es de S/ 344,154.139.00.

Tirado (2020) “Evaluación del riesgo asociado a la vulnerabilidad física por laderas inestables en el tramo de carretera Cajamarca – Gavilán, con el propósito de evaluar el riesgo asociado a la vulnerabilidad física por las laderas inestables en el tramo Cajamarca – Gavilán”, por lo tanto el estudio es de tipo descriptivo transversal con diseño no experimental, en el que la muestra está conformada por la cantidad de 100 viviendas cercadas a la carretera del tramo PE – 08, así mismo se aplicó el instrumento de la encuesta para recolectar los datos. Obteniendo los resultados de que 76 viviendas presentan un riesgo alto y 24 están en el riesgo medio del mismo modo el peligro, la vulnerabilidad y el riesgo se encuentre entre los niveles muy alto y alto como consecuencia de la incapacidad de respuesta de los pobladores del mismo modo existen falencias estructurales en las viviendas encontradas incrementando la vulnerabilidad.

INGEMMET (2021) “Menciona en su informe técnico N° A7127, evaluación de peligros geológicos en el centro poblado de Mallas, en el que se identificó un deslizamiento de tipo compuesto sobre el cual se ha reactivado a causa de las precipitaciones anómalas que se originan por el fenómeno del niño, así como también por los constantes movimientos sísmicos suscitados cerca de la zona de estudio”. Formando así tres deslizamientos de tipo rotacional, así como también se aprecian agrietamientos, escarpes y basculamiento en el terreno debido a las características geodinámicas, geológicas y geomorfológicas descritas en el informe. Concluyendo que en el centro poblado se identificaron y

caracterizaron los deslizamientos (DES-1, DES-2 y DES-3), lo cual han conllevado a definir que el lugar de estudio tiene un nivel muy alto de peligro por lo tanto se considera una zona crítica.

INGEMMET (2019) “Manifiesta en su informe técnico N° A6865 evaluación geológicos del deslizamiento de San Bernardo de Colpa, el cual se ubica a las márgenes del río Rurichinchay frente a la población del centro poblado de Mallas lo cual presenta características geológicas y geodinámicas similares”. En los que se han identificado un deslizamiento antiguo con característica de tener un escarpe principal, así mismo cuenta con 2 escarpes secundarios y varios escarpes menores los cuales se ubican por norte del cerro Hueglla en el que se encuentra asentada la población de San Bernardo de Colpa presenta un nivel alto de peligro con una inminente ocurrencia de deslizamientos en la zona.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 La evaluación del riesgo

El programa de las naciones unidas para el desarrollo – PNUD (2010), define “la evaluación de riesgos es un proceso que ayuda a determinar la naturaleza y el alcance de ese riesgo, mediante el análisis de amenazas y la evaluación de las condiciones de vulnerabilidad existentes que podrían resultar en daños a las personas expuestas y a los bienes, servicios, medios de subsistencia y medio ambiente de los que dependen”.

“Una evaluación completa de los riesgos no sólo evalúa la magnitud y la probabilidad de pérdidas potenciales, sino que también explica de las causas y el impacto de esas pérdidas. La evaluación de riesgos es, por lo tanto, parte integral de los procesos de toma decisiones y adopción de políticas, y requiere de una estrecha colaboración entre las distintas partes de la sociedad” (PNUD, 2010).

2.2.1.1 Estimación del Riesgo.

Se define que “el riesgo, se obtiene de relacionar la amenaza, o probabilidad de ocurrencia de un fenómeno de una intensidad específica, con la vulnerabilidad de los elementos expuestos. Por lo tanto, el riesgo puede ser de carácter geológico, hidrológico, atmosférico o, también, tecnológico, dependiendo de la naturaleza de la amenaza a la cual está referido” (Maskrey, 1993).

Según el instituto nacional de defensa civil – INDECI (2011), se define que “una vez identificados y analizados los peligros a los que está expuesto el área de estudio, y realizado los respectivos análisis de vulnerabilidad, se procede a la conjunción de éstos para calcular el nivel de riesgo del área en estudio. Es decir, estimar la probabilidad de pérdidas y daños esperados (personas, bienes materiales, recursos económicos) ante la ocurrencia de un fenómeno de origen natural o tecnológico (inducido por el hombre)”.

Según Maskrey (1993) se debe seguir 3 pasos para su evaluación, primero se debe evaluar la amenaza, continuar con la vulnerabilidad y por último estimar el riesgo, así mismo se pueden obtener el riesgos en mapas los cuales pueden ser probabilísticos o determinísticos en función a la amenaza y como ultimo los riesgos presentan "escenario", es decir, es el espacio definido geográficamente donde se presente el evento con la intensidad definida y de acuerdo al grado de vulnerabilidad que hay en la zona expuesta. (p.55).

De acuerdo al informe técnico del INDECI (2011), se define que para calcular el riesgo se debe analizar y combinar tanto los datos teóricos como los empíricos de tal forma que la interrelación entre el espacio y tiempo representen en las diferentes dimensiones de la vulnerabilidad de estudio así mismo existen muchos otros criterios que se puedan usar para el cálculo del riesgo, también tenemos el método analítico o matemático así mismo el descriptivo (p.71).

En lo siguiente tenemos la fórmula para calcular el nivel de riesgo:

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

Dónde:

R = Riesgo.

Pi = Peligro.

Ve = Vulnerabilidad

2.2.1.2 Zonificación del riesgo ante movimiento de masa.

Según el informe técnico de INDECI (2011), “El conocimiento de las zonas con diferentes niveles de riesgo (Nivel de Peligrosidad y Vulnerabilidad), es utilizado en los procesos de ordenamiento y planificación territorial, por lo que estos deben representar el uso que se le puede dar y los daños potenciales a que este uso estaría expuesto” (p.73).

Tabla 2.
Zonificación territorial del riesgo por movimiento en masa.

Leyenda	Pérdida y daños previsibles	Implicancias para el Ordenamiento Territorial
Riesgo muy alto – No mitigable	Es cuando existe peligro para las personas tanto como se encuentre dentro o fuera de la vivienda. Así mismo la probabilidad de destrucción de edificios y/o casas es alta.	“Zona de prohibición, no apta para la instalación, expansión o densificación de asentamientos humanos. Áreas ya edificadas deben ser reasentadas”
Riesgo muy Alto	“Es cuando están en peligro las personas tanto dentro como fuera de sus casas. Existen grandes probabilidades de destrucción repentina de edificios y/o casas”	“Zona de prohibición, no apta para la instalación, expansión o densificación de asentamientos humanos. Áreas ya edificadas pueden ser protegidas, sistemas de alerta temprana y evacuación temporal. Medidas estructurales que reduzcan el riesgo”
Riesgo Alto	“Es cuando existe peligro afuera de los edificios, pero no dentro, por lo tanto, puede haber daños en los edificios, pero no destrucción si se ha tomado las medidas adecuadas para su construcción”.	“Existencia de reglamentación, que permita restringir la expansión y densificación de asentamientos humanos, siempre que sigan las normas de adecuado uso de suelos y normas de construcción. Los que no cumplan las reglas deben ser reforzadas o desalojadas”.
Riesgo Medio	“La Existencia del peligro para las personas es regular así mismo los edificios solo sufrirán daños moderados o leves”.	“Zonas aptas para asentamientos humanos, en los cuales la población debe ser sensibilizada por la posibilidad de ocurrencia de peligros de nivel moderado para actuar de manera apropiada frente al peligro”.

Riesgo bajo “La existencia del peligro “Zona apta para asentamientos humanos, para las personas es de ante la baja probabilidad de ocurrencia de magnitud baja con baja peligros, deben conocer y aplicar las probabilidad de ocurrencia” reglas para frente a los peligros”.

Fuente: Adaptado de INDECI (2011). “Manual de estimación del riesgo ante movimientos en masa en laderas - cuaderno técnico N° 3” (P.73).

2.2.2 Análisis de peligrosidad.

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

“En el que evaluar la amenaza es "pronosticar" la ocurrencia del evento a corto plazo basado a la interpretación de eventos pre monitoreos; a mediano plazo por la información de parámetros indicadores y por último a largo plazo se basa a la valoración del evento más probable en un rango de tiempo del área posible a afectarse”. (Maskrey, 1993, p.53).

Para lo cual se hace muy importante identificar y caracterizar el peligro, variable de estudio.

2.2.2.1 Clasificación de los peligros.

De acuerdo con CENEPRED (2014), Los peligros pueden ser clasificados en dos grandes grupos los cuales son de origen natural lo cual a la vez se va subdividir en tres clases y de origen antrópico del mismo modo se va subdividir en tres clases de tal manera que se muestra en la figura siguiente:

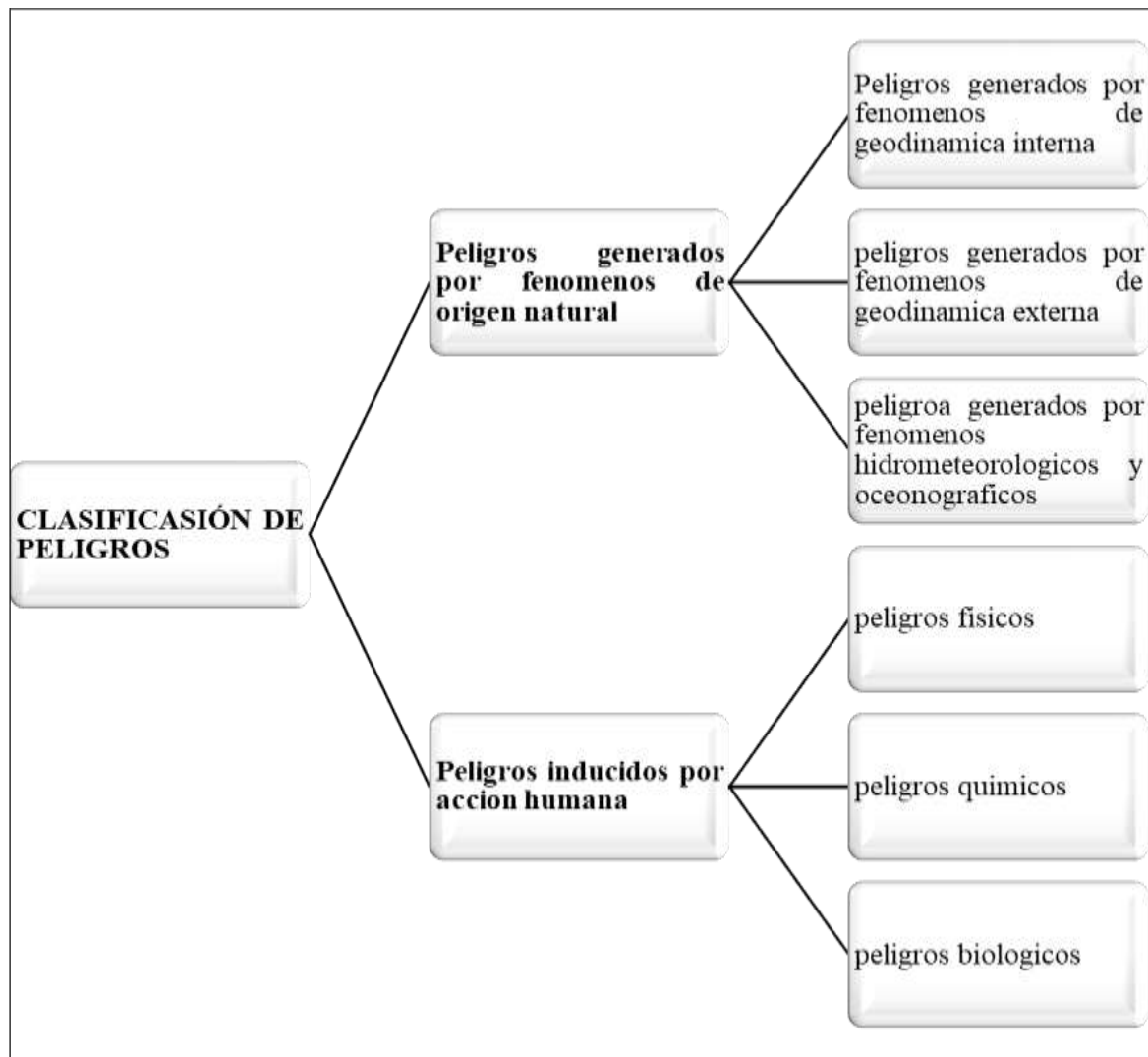


Figura 2. Clases de peligros naturales y antropicos.

Fuente: Adaptado de CENEPRED (2014). “Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales – 2da versión” (p.21).

2.2.2.1.1 Peligros de origen natural.

Así mismo también se muestra a detalle la subdivisión de los peligros de origen natural el cual es el tema principal de la investigación por lo tanto se muestra en la siguiente figura a mayor detalle:

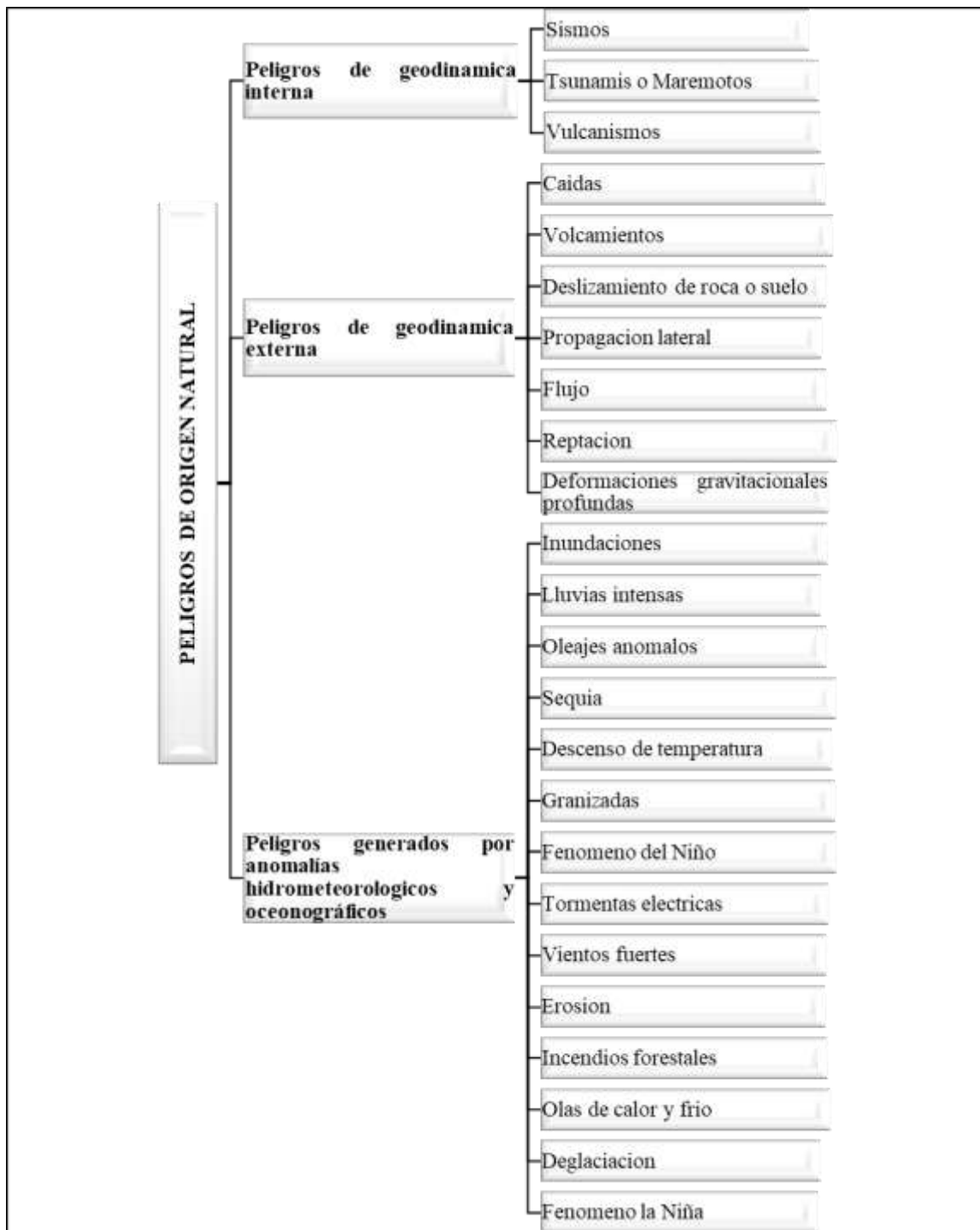


Figura 3. Clases de peligros de origen natural.

Fuente: Adaptado de CENEPRED (2014). “Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales – 2da versión” (p.22)

2.2.3 Movimientos en masa.

De acuerdo con el Proyecto multinacional andino: geociencias para las comunidades andinas (2007), define el término “son todos aquellos movimientos ladera abajo de una

masa de roca, de detritos o de tierras por efectos de la gravedad. Algunos movimientos en masa, como la reptación de suelos, son lentos, a veces imperceptibles y difusos, en tanto que otros, como algunos deslizamientos pueden desarrollar velocidades altas y pueden definirse con límites claros, determinados por superficies de rotura” (p.1).

Así mismo el CENEPRED (2014), define que “los movimientos en masa en laderas son procesos de movilización lenta o rápida que involucran suelo, roca o ambos, causados por exceso de agua en el terreno y/o por efecto de la fuerza de gravedad” (p.8).

2.2.3.1 *Los tipos de movimientos en masa.*

De acuerdo con Cruden y Varnes se clasifica los movimientos en masa en los siguientes tipos y subtipos correspondientemente:

Caídas	<ul style="list-style-type: none"> • Caída de roca (detritos o suelo)
Volcamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Volcamiento de roca (bloque) • Volcamiento flexural de roca o del macizo Rocoso
Deslizamiento de roca o suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Deslizamiento traslacional, deslizamiento en cuña • Deslizamiento rotacional
Propagación lateral	<ul style="list-style-type: none"> • Propagación lateral lenta • Propagación lateral por licuación (rápida)
Flujo	<ul style="list-style-type: none"> • Flujo de detritos, crecida de detritos, lodo, tierra y turba • Avalancha de detritos y rocas • Deslizamiento por flujo o licuación
Reptación	<ul style="list-style-type: none"> • Reptación de suelos
Deformaciones gravitacionales profundas	<ul style="list-style-type: none"> • Soliflucción, geliflucción (en permafrost)

Figura 4. Los tipos y subtipos de movimientos en masa.

Fuente: Adaptado del Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007).

“Movimiento en masa en la region andina: Una guia para la evaluacion de amenazas” (p.3).

2.2.3.1.1 Deslizamiento.

Según INDECI (2011), define que “son movimientos que se producen en suelo, roca o combinación de ambos, a lo largo de una o más superficies planas o cóncavas, en donde la masa original se desliza ladera bajo a distancias variables. La velocidad con que ocurren es variable, pudiendo ser lentos (< 16 m.m./año) a extremadamente rápidos (> 5 m/seg)” (p.15).

El CENEPRED (2014), conceptualiza que “los deslizamientos son descensos masivos de materiales, a veces puede ser de carácter catastrófico y se efectúan al largo de la superficie en deslizamiento facilitando su descenso a causa de la gravedad” (p.68).

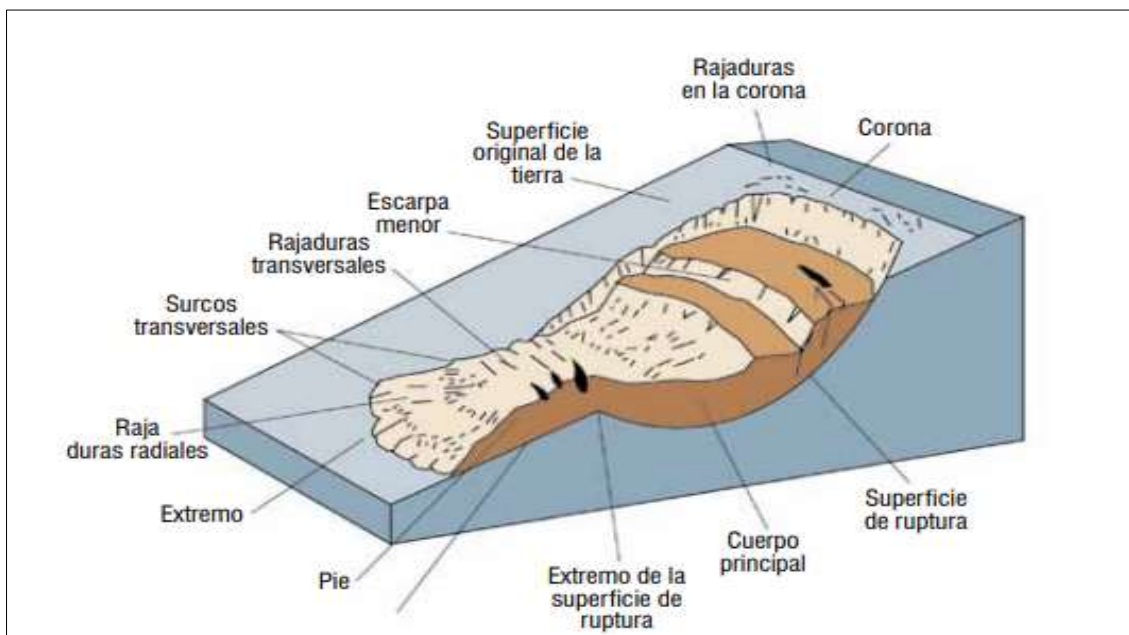


Figura 5. Las partes de un deslizamiento de tierra

Fuente: Adaptado de Highland & Bobrowsky (2008). Manual de derrumbes: Una guía para entender todo sobre los derrumbes (p.5)

- **Deslizamiento traslacional:** Se define que “es un tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla plana u ondulada. En general, estos movimientos suelen ser más superficiales que los rotacionales y el desplazamiento ocurre con frecuencia a lo largo de discontinuidades como fallas, diaclasas, planos de estratificación o planos de contacto entre la roca y el suelo residual o transportado que yace sobre ella” (proyecto multinacional andino: geociencias para las comunidades andinas, 2007, p.12).

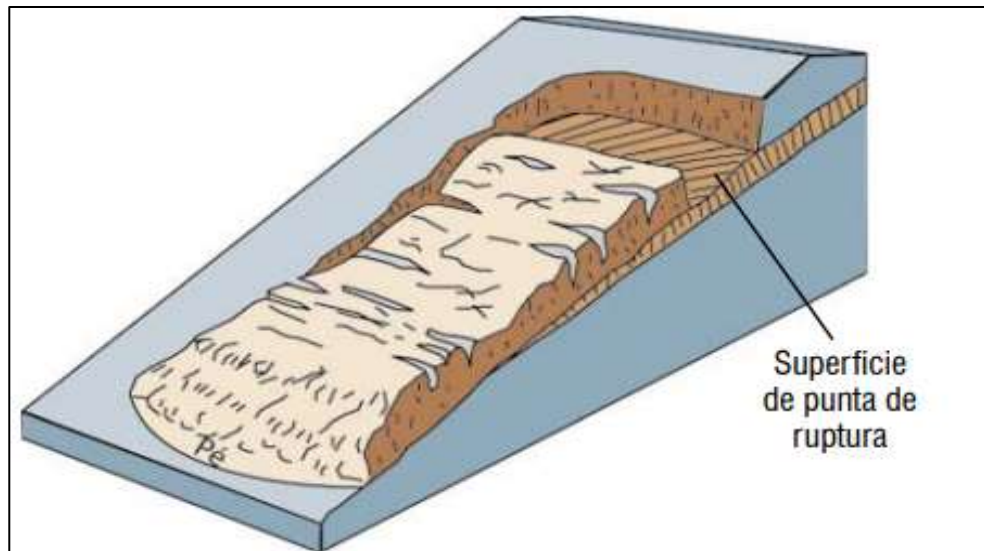


Figura 6. Forma de un deslizamiento de tipo traslacional

Fuente: Adaptado de Highland & Bobrowsky (2008). Manual de derrumbes: Una guía para entender todo sobre los derrumbes (p.15).

- **Deslizamiento rotacional:** Se define que “es un tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava. Los movimientos en masa rotacionales muestran una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado y una contra pendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal” (Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas, 2007, p.11).

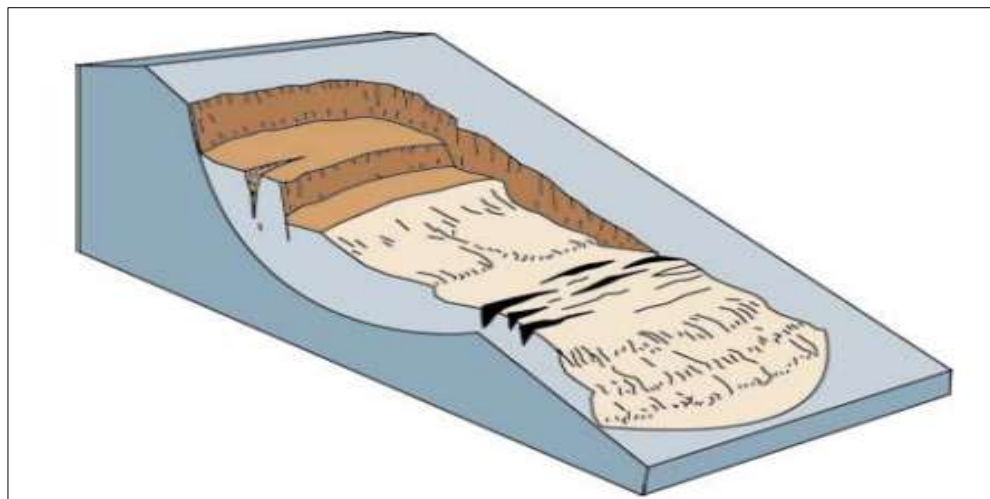


Figura 7. Forma de un deslizamiento de tipo rotacional

Fuente: Adaptado de Highland & Bobrowsky (2008). Manual de derrumbes: Una guía para entender todo sobre los derrumbes (p.12).

2.2.3.2 *Parámetro de evaluación.*

Según el CENEPRED (2014) “después de la identificación de la zona de influencia de los peligros de origen natural es importante conocer los parámetros que intervienen en la generación del fenómeno lo que facilita su evaluación”. (p.33).

Magnitud	• Valor (numérico) de acuerdo a la escala para cada peligro.
Intensidad	• Nivel de afectación o daño (escalas o porcentajes de pérdidas)
Frecuencia	• Número de veces de aparición dentro de un periodo ($f=1/T$)
Periodo de retorno	• Tiempo en el cual se esperaría la aparición del evento (basado en datos o estadísticas)
Duración	• Tiempo de exposición del elemento vulnerable frente al peligro

Figura 8. Identificación del parámetro de evaluación del peligro por fenómenos naturales.

Fuente: Adaptado de CENEPRED (2014). “Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales -2da versión” (p.33).

2.2.3.3 *Los factores condicionantes y desencadenantes.*

El instituto nacional de defensa civil - INDECI (2011) “son factores que pueden afectar la remoción de masas en laderas activando el proceso de movimiento de sus masas y rocas en la superficie terrestre”, los cuales se clasifican en:

2.2.3.3.1 *Factores Condicionantes:*

De acuerdo con INDECI, (2011) “son factores propios del fenómeno o intrínsecos, de acción estática o pasiva, que representa debilidades inherentes en rocas y suelos en las laderas”, tenemos los siguientes factores condicionantes (p.22):

- **Geológicos:**
 - a) **Litológicos.** – “La litografía interviene en la naturaleza y composición fisicoquímica de las rocas, según su tipo de características de la roca como; dureza, fragilidad, adherencia, consolidación, compactación, meteorización”. (INDECI, 2011)

b) **Estratigrafía.** – “Disposición de las rocas (orientación y ángulo de inclinación), espesor y su composición de los estratos, lo que determina el grado de estabilidad o inestabilidad”. (INDECI, 2011)

- **Geomorfológicas:** pueden ser debido a geometría de taludes, así mismo la topografía y las pendientes pronunciadas como también la cercanía a las fallas influye. (INDECI, 2011)

c) **Hidrogeológicos:** “los cambios de la presión hidrostática, que pueden ser a la vez factores desencadenante por efecto de lluvias”. (INDECI, 2011)

2.2.3.3.2 *Los factores desencadenantes.*

De acuerdo con INDECI, (2011) “son factores que tienen una acción activa en la remoción en masas en laderas, que originan la inestabilidad”, pueden ser de dos tipos: (p.22):

- Fenómenos de origen natural
- Fenómenos de origen antrópico

2.2.4 **Análisis de la vulnerabilidad**

Según Maskrey (1993) la vulnerabilidad se clasifica en lo técnico y social, de tal forma que la primero es la mas facil de ponderar como ejemplo tenemos: las perdidas probables producidas por las averías o la interrupcion de servicios. Mientras que la segunda solo se puede valorar cuantitativamente y de manera relativa por lo que esta relacionado con los aspectos como culturales, economicos, educativos e ideológicos. De tal forma que el estudio de vulnerabilidad es un proceso por el cual se obtienen los niveles de la exposición y la probabilidad de pérdidas de los elementos frente a la amenaza, brindando conocimientos en materia de riesgo mediante la interacción de elementos con la amenaza. (p.54).

De acuerdo con INDECI (2011), “una vez identificados los elementos expuestos al peligro, se realiza el análisis de los diferentes tipos de vulnerabilidad, que de forma directa e indirecta se encuentran asociados ante la posible ocurrencia de movimientos en masa en laderas, se procederá a identificar, evaluar y analizar los diversos indicadores que reflejarán el nivel de susceptibilidad, fragilidad y capacidades que caracterizan una determinada condición espacio - temporal de la vulnerabilidad territorial del área en estudio” (p.50).

Tabla 3.
Dimensiones de la vulnerabilidad.

Dimensiones	Variables
Vulnerabilidad Social	Los niveles de organización de las comunidades. El grado y tipo de relaciones que hay entre las instituciones y organizaciones locales.
Vulnerabilidad económica	Los posibles orígenes emisoras de MATPEL Las actividades económicas. El grado de escasez existentes en la comunidad (ingresos, servicios y competitividad).
Vulnerabilidad ambiental	El grado de acatamiento de las reglas técnicas actuales de los ordenamientos constructivos. La extracción de los recursos nativas y el manejo de los residuos.

Fuente: Adaptado de INDECI (2011). "Manual de estimación del riesgo ante movimientos en masa en laderas - Cuaderno técnico N° 3" (p.50).

2.2.4.1 Dimensiones de la vulnerabilidad.

- **Vulnerabilidad social.** – Como afirma Maskrey (1993) indica el nivel de conexión que existen en una comunidad por lo que una comunidad socialmente vulnerable es aquella que vincula las relaciones personales con la sociedad los cuales no pasen de ser simples relaciones de vecinos y estén ausente los sentimientos de unificación y propósitos del bienestar común que se traduzcan en acciones concretas para mejorar las condiciones. Por otro lado también se tiene que esto se debe a una falta de liderazgo efectivo es muy diferente decir líder a un gamonal de turno o gobernante local que primero cuida sus intereses antes que de la comunidad disfrazándolos de intereses colectivos, mas al contrario líder es aquello que pueda impulsar en la comunidad mejores prácticas de pertenencia y propósito de participación en situaciones de emergencia de tal forma fomentar valores de autonomía, solidaridad, dignidad y transferencia los cuales ayudaran a contribuir y forjar personas para el bien de la comunidad partiendo de allí a potenciar sus cualidades y construir sociedades nuevas. (p.28).

- **Vulnerabilidad Económica.** – De acuerdo con Maskrey (1993) los mas vulnerables son las partes mas pobres de las comunidades por lo tanto son los mas vulnerables a la ocurrencia de los riesgos naturales, lo que conlleva que países desarrollados o potencias economicas sufran menores perdidas tanto de vidas humanas y materiales en comparación a los países de bajos ingresos. De tal forma que en las ultimas decadas se ha intensificado los desastres aumentando consecuentemente el numero de victimas y damnificados sobre todo en los países sub desarrollados. (p.27)
- **Vulnerabilidad Ambiental.** – Maskrey (1993), Afirma que nuestra forma de desarrollo basado en la dominacion por destrucción de nuestros recursos naturales mas no en la convivencia en armonia con ello, tenia como consecuencia desencadenar ambientes muy vulnerables, cuya capacidad de recuperarse es escasa o demora muchos años de tal forma poder remediar los efectos tanto indirectos como directos de las acciones humanas. Se comprende que la biósfera es un entorno vivo, dinámico que intercambia y transforma energia es decir todo lo que “entra” genera respuesta en los ecosistemas por lo tanto hacerse la idea de podemos seguir haciendo lo mismo sin consecuencia ha quedado obsoleto por las experiencias suscitados en las ultimas decadas. (p.37).

2.2.4.1.1 *Factores de vulnerabilidad.*

- **Exposición:** Según Callirgos (2020) Son las decisiones y practicas del ser humano y sus entorno de vida en el que se desarrollan. Por lo tanto la exposición es consecuencia de una inadecuada relacion con el ambiente puede ser debido a un incremento estadístico no proyectado, a una causa migratorio en masa, a una inadecuada manejo de ordenamiento territorial como politicas de mejora no razonables. Como consecuencia se puede decir que mayor exposicion el nivel de vulnerabilidad será mayor. (p.23)
- **Fragilidad:** Afirma Callirgos (2020) “es la desventaja o la debilidad del ser humano y su entorno de vida frente a la ocurrencia de un peligro por lo general las condiciones de la comunidad puede ser interno”. Se mencionan algunos ejemplos como: inadecua construcción, no hacer seguimiento a la vigente normativa de construcción y otros. Como consecuencia se resume que mayor fragilidad de una comunidad aumenta el índice de vulnerabilidad. (p.23)

- **Resiliencia:** Como afirma Callirgos (2020) es la capacidad individual o de la comunidad, las entidades tanto publicas como privadas sus actividades economicas y las estructuras fisicas con la capacidad de absorber, resistir, adpatarse y recuperarse frente a la ocurrencia del peligro. Asi mismo tambien aprender y mejorar los sistemas de los desastres que hayan ocurrido anteriormente de tal forma prepararse para un futuro evento. Como consecuencia se indica que mayor resiliencia, menor nivel de vulnerabilidad. (p.23)

2.2.5 El proceso de análisis jerárquico (PAJ).

Según Tirado (2021), esta metodología fue propuesta por el matemático Thomas L. Saaty, el cual los dispuso para desarrollar problemas complejos aplicando un multicriterio por lo que el método implica que se evalúen de manera subjetiva con respecto al valor relativo de cada juicio para luego escoger cada alternativa de decisión y para cada razonamiento. Como consecuencia obtener la jerarquización que manifiestan cada alternativa de decisión cierta preferencia. (p.40).

Esta metodología es muy importante ya que nos permitirá ponderar los resultados cualitativos y cuantitativos obtenidos en campo de la identificación y caracterización del peligro, la vulnerabilidad de los elementos expuesto y por último obtendremos niveles de riesgo.

2.2.6 Los sistemas de información geográfica (SIG).

Alonso (2014) define “un sistema de información consiste en la unión de información y herramientas informáticas (programas) para su análisis con unos objetivos concretos. En el caso de los SIG, se asume que la información incluye la posición en el espacio”. (p.3).

En donde señala Alonso (2014), “que la base del Sistema de Información Geográfica son las distintas capas de información espacial los cuales representan diversas variables es decir en formato ráster, así mismo también están las capas que representan objetos es decir están en formato vectorial”. De tal forma que se pueda combinar en un mismo sistema diversa información de muy diversos formatos y orígenes aumentando así la complejidad de ello.

Donde se tiene que existen dos modelos los cuales se mencionan a continuación a mayor detalle:

“En el siguiente modelo vectorial se considera que la realidad está dividida en una serie de objetos discretos (puntos, líneas, polígonos) a los que se puede asignar diversas propiedades, cualitativas o cuantitativas” (Alonso, 2014).

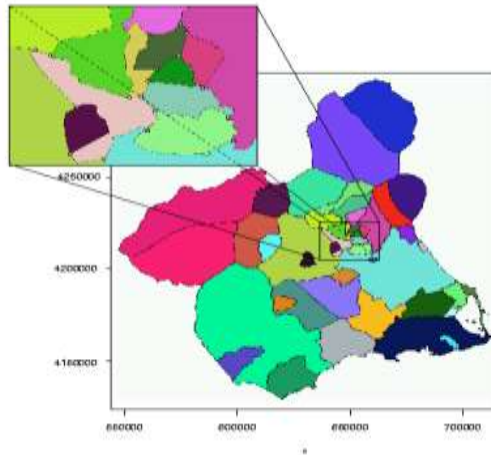


Figura 9. Modelo de datos vectorial.

Fuente: Adaptado de (Alonso S., 2014). “Introducción a los sistemas de información geográfica” (p.7).

Por otro lado, se tiene que el “modelo ráster se considera la realidad como un continuo la representación se realiza dividiendo ese continuo en una serie de celdillas o píxeles y asignándole a cada una un valor para cada una de las variables consideradas. Los cambios de escala van a reflejarse en el tamaño de estas celdillas” (Alonso S., 2014, p.8).

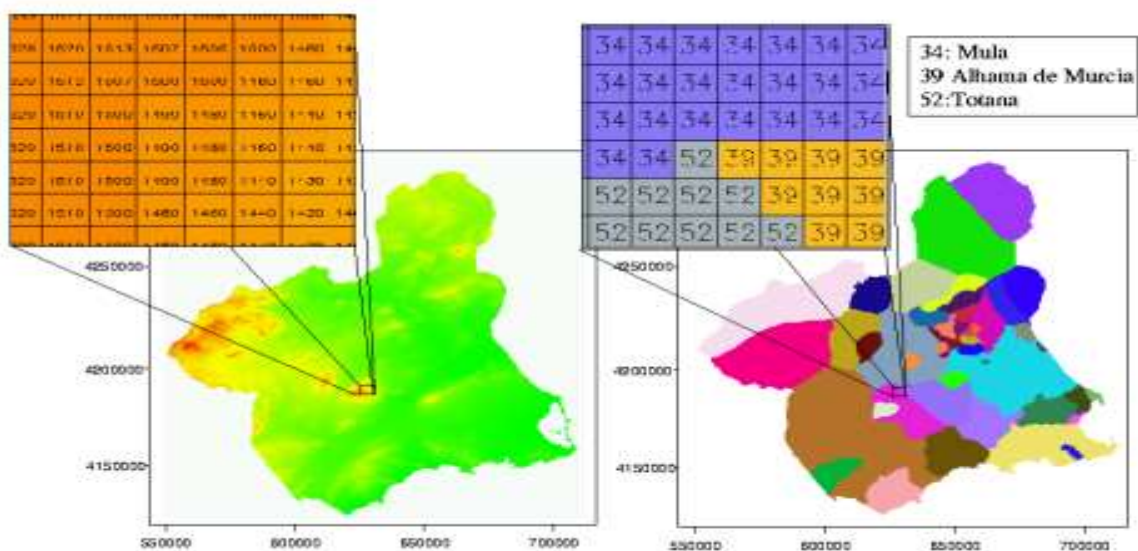


Figura 10. Modelo de datos ráster.

Fuente: Adaptado de (Alonso S., 2014). “Introducción a los sistemas de información geográfica” (p.8).

Los sistemas de información geográfica son ampliamente usados en diversos campos de la ingeniería, ya que por medio del cual nos permitió determinar las zonas con mayor peligro y vulnerabilidad, así mismo nos permitió estimar los niveles de riesgo, lo cual servirá de base para los mapas de zonificación de esta forma poder priorizar las áreas afectadas por el deslizamiento de tierra.

2.3 Definición de términos básicos

Desastre: Define como “una interrupción grave en el funcionamiento de una comunidad causando grandes pérdidas a nivel humano, material o ambiental, suficientes para que la comunidad afectada no pueda salir adelante por sus propios medios, necesitando apoyo externo. Los desastres se clasifican de acuerdo con su origen (natural o inducido por el hombre)” (INDECI, 2010, p.7).

Deslizamiento: Define que es “la ruptura y desplazamiento de pequeñas o grandes masas de suelos, rocas, rellenos artificiales o combinaciones de éstos, en un talud natural o artificial. Se caracteriza por presentar necesariamente un plano de deslizamiento o falla, a lo largo del cual se produce el movimiento” (INDECI, 2010, p.7).

Peligro: Define que es “la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o inducido por el hombre, potencialmente dañino, para un período específico y una localidad o zona conocidas. Se identifica, en la mayoría de los casos, con el apoyo de la ciencia y tecnología” (INDECI, 2010, p.7).

Vulnerabilidad: Define como “grado de resistencia y/o exposición de un elemento o conjunto de elementos frente a la ocurrencia de un peligro. Puede ser: física, social, económica, cultural, institucional y otros” (INDECI, 2010, p.19).

Riesgo: Define como “la estimación o evaluación matemática de probables pérdidas de vidas, de daños a los bienes materiales, a la propiedad y la economía, para un periodo específico y un área conocida. Se evalúa en función del peligro y la vulnerabilidad” (INDECI, 2010, p.16).

Estimación de riesgo: Define como “la Estimación del Riesgo es un proceso de la Gestión de Desastres, constituido por acciones, actividades y procedimientos que se realizan para determinar la naturaleza y el grado de riesgo existente y futuro” (INDECI, 2010, p.9).

Peligro inminente: Define como “el fenómeno de origen natural o inducido por la acción humana, con alta probabilidad de ocurrir y de desencadenar un impacto de consecuencias significativas en la población y su entorno de tipo social, económico y ambiental debido al nivel de deterioro acumulado en el tiempo y que las condiciones de éstas no cambian” (CENEPRED, 2014, p.193).

Fenómeno de origen natural: Define como “toda manifestación de la naturaleza que puede ser percibido por los sentidos o por instrumentos científicos de detección. Se refiere a cualquier evento natural como resultado de su funcionamiento interno” (CENEPRED, 2014, p.190).

Infraestructura: Define como “el conjunto de estructuras de ingeniería e instalaciones, con su correspondiente vida útil de diseño, que constituyen la base sobre la cual se produce la prestación de servicios considerados necesarios para el desarrollo de fines productivos, políticos, sociales y personales” (CENEPRED, 2014, p.191).

Riesgo de desastre: Define como “la probabilidad de que la población y sus medios de vida sufran daños y pérdidas a consecuencia de su condición de vulnerabilidad y el impacto de un peligro” (CENEPRED, 2014, p.194).

2.4 Hipótesis de la Investigación

2.4.1 Hipótesis General

- El nivel de riesgo por deslizamiento rotacional de tierra mediante el análisis de peligrosidad y vulnerabilidad **es muy alto** en el centro poblado de Mallas, Huari – 2022.

2.4.2 Hipótesis Especifico

- El nivel de peligrosidad por deslizamiento rotacional de tierra **es muy alto** en el centro poblado de Mallas, Huari – 2022.
- El nivel de vulnerabilidad al peligro deslizamiento rotacional de tierra, en sus dimensiones sociales, económicos, y ambientales **es muy alto** en el centro poblado de Mallas, Huari – 2022.
- El mapa de riesgo por deslizamiento rotacional de tierra del centro poblado de Mallas presenta un nivel **muy alto** de riesgo.

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1 Diseño Metodológico

3.1.1 Tipo de investigación.

La investigación es de tipo aplicado transversal, con diseño no experimental, ya que las variables de estudio no fueron sometidas a cambios, de tal forma que se evaluó y analizó las variables de estudio tal cual se encontró en la zona de estudio, lo cual se ejecutó con la finalidad de aportar información para la solución del problema mencionado.

3.1.2 Nivel de investigación

En el que la investigación tuvo un alcance descriptivo, porque se describió los hechos tal cual se encontraron en el lugar de estudio, posterior a ello se caracterizó, cuantificó, analizó e interpretó las variables de estudio.

3.1.3 Enfoque

La investigación tuvo un enfoque mixto, cualitativo y cuantitativa, ya que se incorporó los datos obtenidos de las encuestas en campo y luego se designó un valor de tal forma que el análisis de las variables de estudio tuvo mayor precisión.

Para la evaluación del riesgo se empleó el método de proceso de análisis jerárquico (PAJ), cuya metodología tiene un soporte matemático para poder valorar la información cualitativa conseguida en campo, así mismo se evaluó el peligro y vulnerabilidad usando el mismo método. Si bien es cierto existen más de un método para evaluar el riesgo, pero este método fue la más recomendable ya que permitió ponderar los datos cualitativos obtenidos hacia los resultados cuantitativos.

3.1.4 Ubicación

“El centro Poblado de Mallas, se ubica a 7 km en dirección sur de la ciudad de Huari, perteneciente al distrito y provincia de Huari, departamento Ancash. Geográficamente se ubica en la margen derecha del río Rurichinchay y Rurec, estos son afluentes del río Marañón”. (INGEMMET, 2021).

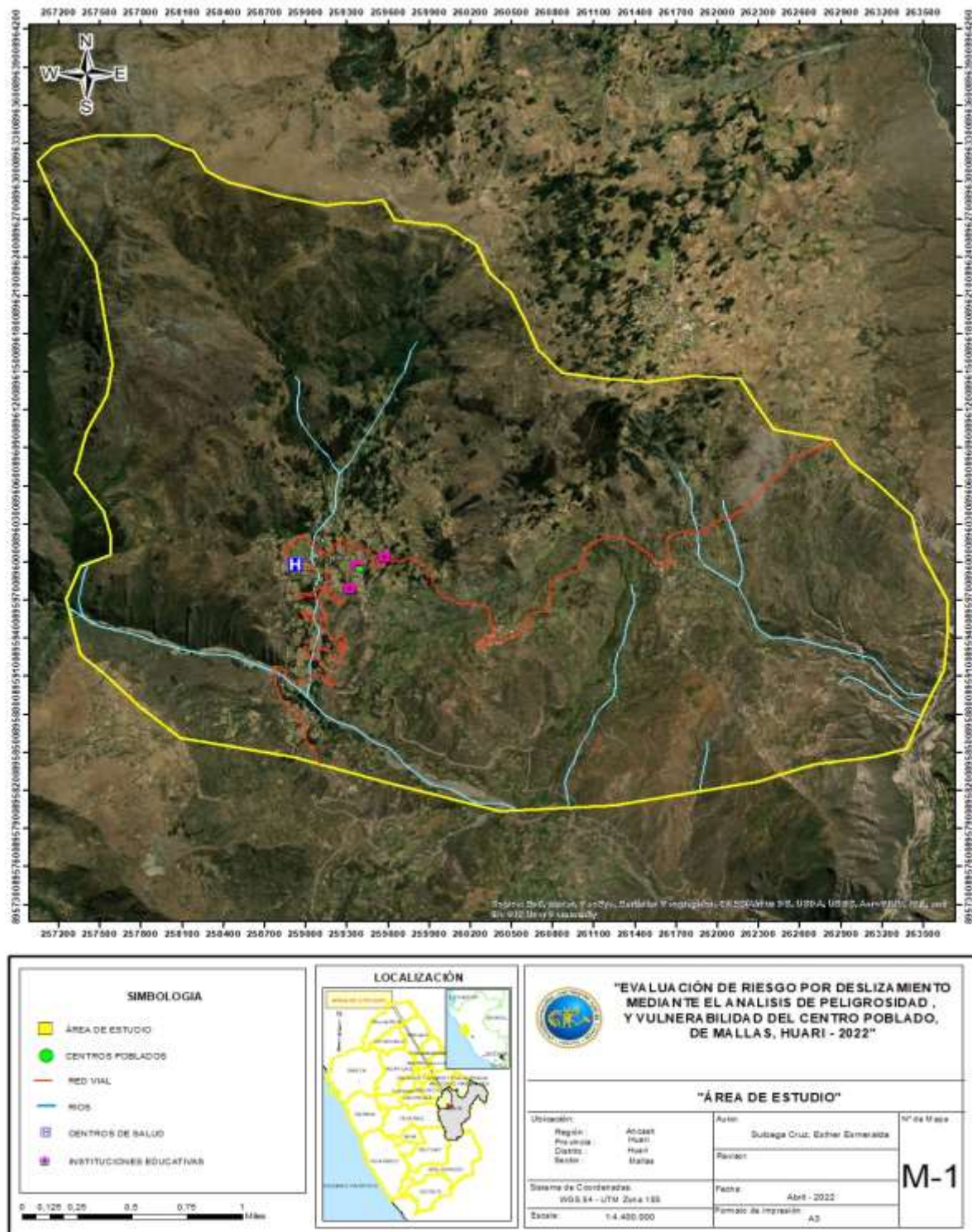


Figura 11. Ubicación del área de estudio

Fuente: ArcGIS 10.5 (2022)

3.1.5 Materiales e insumos

3.1.5.1 Materiales

- Fichas de levantamiento de información.
- Lapicero
- Cuaderno de campo
- Wincha
- Programa del ArcGIS 10.5
- Programa de Excel 2016

3.1.5.2 Equipos

- Cámara
- GPS
- Laptop
- Impresora
- Celular

3.1.6 Variables para evaluar

El presente trabajo de investigación tuvo como variable dependiente e independiente lo cual se puede visualizar en la siguiente tabla, así como también se establecen las dimensiones e indicadores que corresponde a cada variable de estudio.

Tabla 4.
Operacionalización de la variable dependiente de la investigación

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
Riesgo por deslizamiento	“Es la probabilidad de que la población y sus medios de vida sufran daños y pérdidas a consecuencia de su condición de vulnerabilidad y el impacto de un peligro”. (Decreto.Supremo. N° 048-2011-PCM, 2011)	Mediante la metodología del CENEPRED se obtendrá los valores de peligro y vulnerabilidad para luego aplicar la formula y obtener el nivel de riesgo. $R_{ie} = f(P_i \times V_e) _t$	Niveles de riesgo	Riesgo muy alto	$N4 \leq R < N5$
				Riesgo alto	$N3 \leq R < N4$
				Riesgo medio	$N2 \leq R < N3$
				Riesgo bajo	$N1 \leq R < N2$

Fuente: Elaboración propia (2022)

Nota. Donde: N1, N2, N3, N4 y N5; son valores que se obtendrá de la multiplicación de los valores de peligro y vulnerabilidad de la zona de estudio.

Tabla 5.
Operacionalización de la variable independiente de la investigación

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Escala de medición
Peligrosidad	Probabilidad de que un fenómeno físico, potencialmente	Se determinará mediante el uso del programa	Parámetro de evaluación	Tiempo de retorno	<ul style="list-style-type: none"> 5 años, 10 años, 25 años, 50 años y 100 años

dañino, de origen natural o inducido por la acción humana, se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un período de tiempo y frecuencia definidos. (Decreto.Supremo. N° 048-2011-PCM, 2011)

de ArcGIS, en el que la capa del peligro se sumara a las capas del parámetro de evaluación y de la susceptibilidad, estos deberán estar multiplicados por sus respectivos pesos se obtendrá el valor del peligro.

Susceptibilidad de territorio

Pendiente	<ul style="list-style-type: none"> Muy alta (>45°), Alta (25° – 45°), Moderada (15°-25°), Baja (5° – 15°), Muy baja (0°-5°).
Unidades geomorfológicas	<ul style="list-style-type: none"> Vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd) Vertiente o pie de monte coluvial (V-cd) Terraza aluvial (Ta-al) Montaña en roca sedimentaria (RM-rs) Montaña estructural en roca sedimentaria (RME-rs)
Unidades geológicas	<ul style="list-style-type: none"> Depósitos. Coluvial (Qh-co) Formación Oyón (Ki-oy) Formación Chimú (Ki-ch) Formación santa, carhuaz (Ki-s,ca) Formación pariahuanca, chúlec, pariatambo (Ki-ph,chu,pt)
Precipitación anómala	<ul style="list-style-type: none"> RR>20,6 mm 13,7 mm<RR≤20,6 mm 10,6 mm<RR≤13,7 mm 6,8 mm<RR≤10,6 mm RR<10,6 mm

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 6.
Operacionalización de la variable independiente de la investigación.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores
Vulnerabilidad	“Es la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza” (Decreto.Supremo. N° 048-2011-PCM, 2011)	Mediante la metodología de proceso de análisis jerárquico, se obtendrá los valores de vulnerabilidad para lo cual se deberá relacionar los factores de exposición, fragilidad y resiliencia de los elementos expuestos al peligro. En cada una de las dimensiones sociales, económicas y ambientales por consiguiente se asignarán valores numéricos, permitiendo así obtener el nivel de vulnerabilidad	Social	Número de personas a nivel de lote Grupo etario Servicio de agua potable Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastre Formación en materia de gestión de riesgos de las autoridades Interés de participar en campañas de prevención del riesgo
			Económica	Cercanía de la vivienda a la zona de peligro Material predominante - pared Antigüedad de la construcción de la vivienda Etapa de preservación de la vivienda Ocupación principal del jefe de hogar Ingreso familiar promedio mensual Organización comunitaria
			Ambiental	Perdida del agua Manejo y disposición de aguas residuales Capacitación en conservación ambiental

Fuente: Elaboración propia (2022)

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

De acuerdo con el Censo Nacional del 2017, el centro poblado de Mallas tenía una población total de 278 habitantes y un total de 172 viviendas. (INEI, 2017)

Por lo tanto, para el estudio se tomó la información de las viviendas que se encontraban en las zonas más afectadas por los deslizamientos de tierra, la información recolectada corresponde a los principales barrios como: Cuntuyoc, Huaroya, Cruz Jircan, Parupampa, Poganga, Mucash y Canec.



Figura 12. Vista panorámica del área urbanizada del centro poblado de Mallas.

Fuente: Google Earth Pro (2022).

3.2.2 Muestra

“Para la investigación la elección de modelo se realizó mediante el muestreo intencional no probabilístico en el que la población y predios en estudio se caracterizó según los criterios personales del investigador” (Arias & Covinos, 2021).

Así mismo, se tomó para el estudio 86 Lotes directamente afectados que se encontraban dentro del área de deslizamiento, por consiguiente, la encuesta fue realizada en base a los criterios establecidos en el anexo 1 del presente estudio. Así mismo cabe indicar que no se

incluyó dentro de la encuesta infraestructuras como la posta médica, instituciones educativas y entre otros con mismos fines.

3.3 Técnicas de recolección de datos

Para el estudio se basó en la metodología establecida en el “Manual para la evaluación de los riesgos originados por fenómenos naturales – 2da versión” CENEPRED (2014), así mismo se detalla a continuación las fases de estudio que se realizaron para el desarrollo de la investigación:

a) Fase I: Trabajos preliminares

Se revisó el material bibliográfico y registros existentes proporcionados por los gobiernos locales, regionales e instituciones técnicas científicas (INGEMMET, INDECI, CENEPRED, INEI) con el propósito de conocer la recurrencia del fenómeno y describir las características propias del territorio en estudio. Así mismo, se definió los parámetros y descriptores que permitieron la caracterización del peligro y vulnerabilidad de los elementos, considerando el Manual del CENEPRED (2014), sin embargo, los parámetros y descriptores del manual son muchos, por lo tanto, se adaptó de acuerdo con el contexto del estudio, así mismo algunos de los parámetros y descriptores se adecuaron acorde a la realidad problemática de la población en estudio.

Por consiguiente, se preparó la ficha de levantamiento de información (encuesta) en función a las dimensiones sociales, económicas y ambientales de los elementos expuestos, de tal manera se determinó el nivel de vulnerabilidad del centro poblado de Mallas.

b) Fase II: Levantamiento de información en campo

Por ello en esta fase se compiló la información de campo mediante el uso de la encuesta a la población con preguntas en función a la ficha de levantamiento de información. Para lo cual, se visitaron algunas zonas con fallas geológicas para registrar características particulares como el tipo de suelos, geología, grado de meteorización, agrietamientos, escarpes, grietas y las infiltraciones que nos ayuden a comprender mejor el área de estudio, por lo tanto, se complementó con el registro fotográfico del trabajo en campo, posteriormente se realizó el análisis de las condiciones en el que se encontraba las zonas afectadas por el deslizamiento.

c) Fase III: procesamiento de datos en gabinete

Esta fase se realizó mediante el uso de programas como el ArcGIS 10.5 y Excel 2016 con los cuales se procesó la información obtenida en campo. Así mismo se buscó información actualizado de la zona de estudio, en las plataformas digitales de las instituciones científicas tales como: Geo servidor de MINAM, INGEMMET, SENAMHI, INEI, IGP y el SIGRID con la finalidad de descargar información concerniente a los parámetros de estudio (geología, geomorfología, precipitación). Así mismo se utilizó mapas satelitales tipo ráster los cuales se descargaron en las diferentes plataformas de digitales que se encuentran como: Earth Data NASA, Earth Explorer USGS y Google Earth Pro, con la finalidad de obtener el mapa de pendientes para el estudio. De tal forma se procesó toda la información obteniendo por ultimo los mapas de peligro, vulnerabilidad y riesgo.

3.3.1 Técnicas para el procesamiento de información

3.3.1.1 Metodología para el análisis del peligro

Para realizar un adecuado análisis del peligro se empleó la siguiente metodología en el que se debe seguir cada uno de los pasos para obtener resultados aceptables con respecto a los niveles de peligro que tenga la zona de estudio:

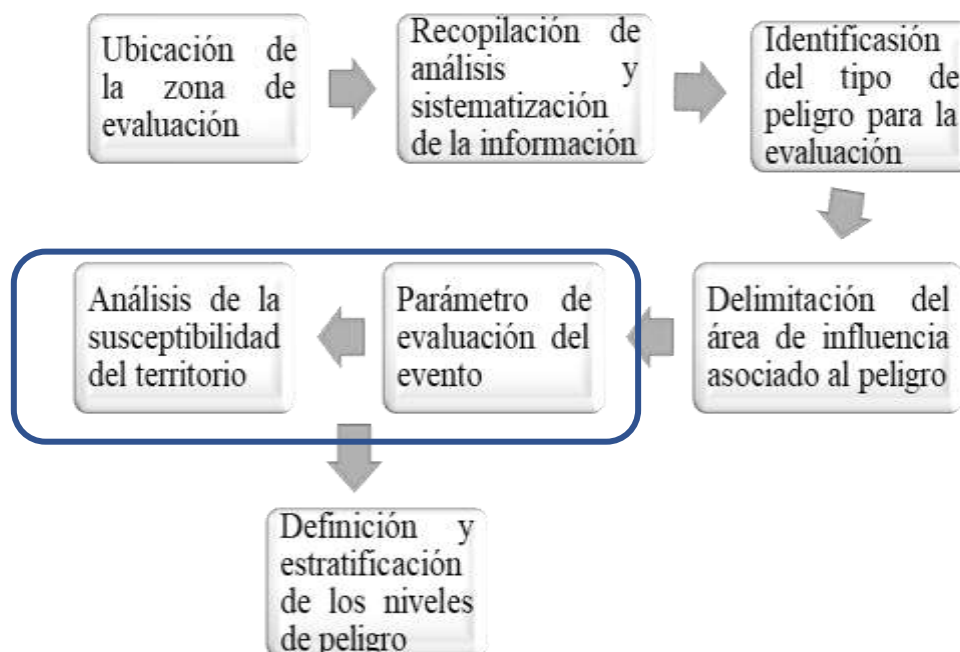


Figura 13. Flujograma para la definición y estratificación de los niveles de peligro

Fuente: Adaptado de CENEPRED (2014). "Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales – 2da versión".

Con lo que respecta a la susceptibilidad del territorio, lo cual se refiere al grado de predisposición que un peligro afecte o acontezca sobre un determinado espacio geográfico. Para cuyo calculo se tuvo en cuenta los factores condicionantes y desencadenantes identificados para el estudio del deslizamiento. Por consiguiente, el parámetro de evaluación permitió definir y caracterizar el peligro. Así mismo se determinó el parámetro de evaluación siguiendo la clasificación de los movimientos en masa según el manual.

A continuación, se muestran los factores condicionantes y desencadenantes definidos en campo, así mismo se tiene el parámetro de evaluación.

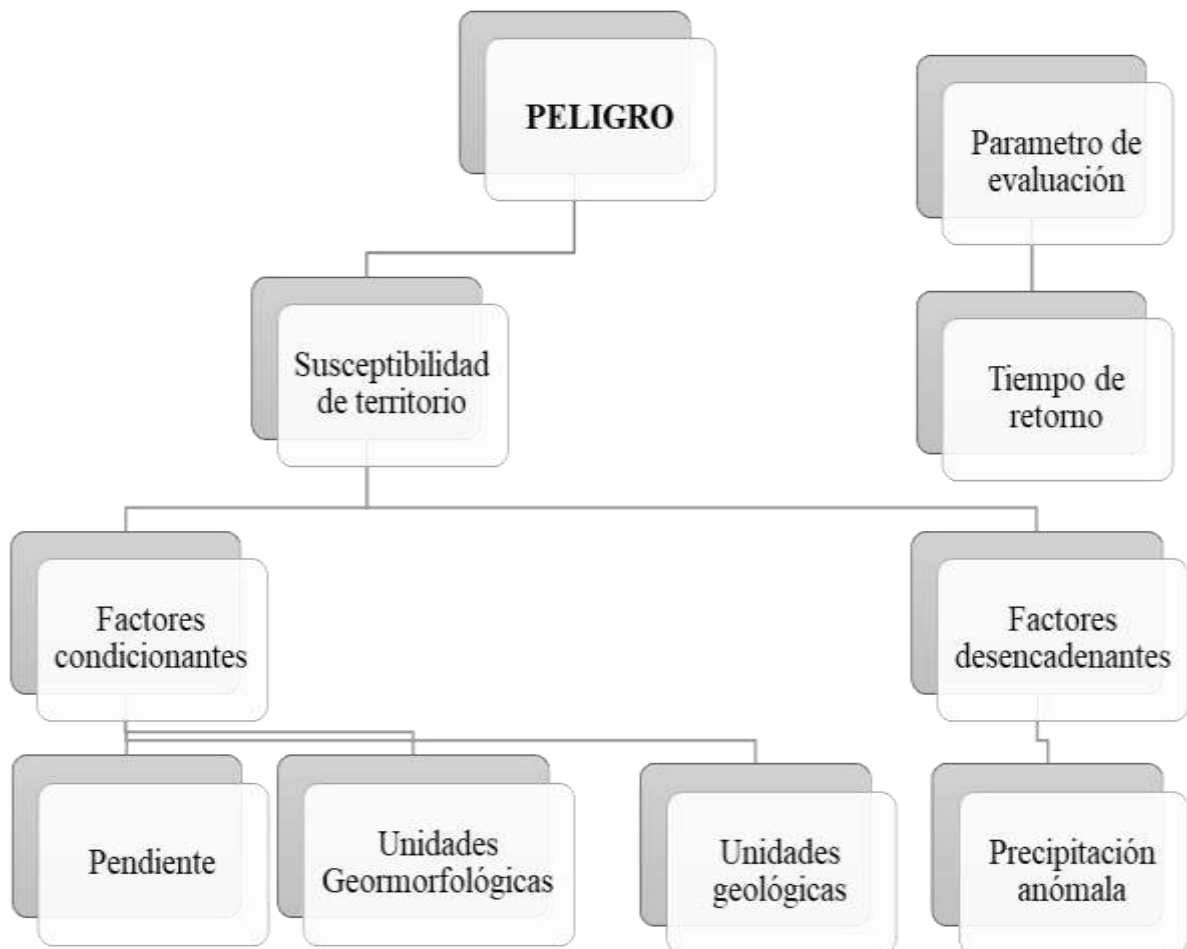


Figura 14. Análisis de susceptibilidad y parámetro de evaluación con sus respectivos descriptores.

Fuente: Elaboración propia (2022)

Se realizo los cálculos y se obtuvo el nivel de peligro utilizando las fórmulas del manual, los cuales se detallan cada una de ellas con sus descripciones.

$$\mathbf{Factor\ Condicionante = \% Pcon [\sum(Ppar\ x\ Pdesc)]}$$

Donde:

Pcon: Peso del factor condicionante

Ppar: Peso del parámetro condicionante

Pdesc: Peso del descriptor

$$\mathbf{Factor\ Desencadenante = \% Pdes [\sum(Ppar\ x\ Pdesc)]}$$

Donde:

Pdes: Peso del factor desencadenante

Ppar: Peso del parámetro desencadenante

Pdesc: Peso del descriptor

$$\mathbf{Susceptibilidad = \sum(Valor\ con + Valor\ des)}$$

Donde:

Valor con: valor condicionante

Valor des: Valor desencadenante

$$\mathbf{Parámetro\ Evaluación = \sum(\%Ppar\text{-eval}\ x\ Pdesc)}$$

Donde:

Ppar-eval: Peso del parámetro de evaluación

Pdesc: Peso del factor desencadenante

$$\mathbf{Peligro = \%Psusc [Vsusc] + \%Ppar\text{-eval} [Vpar\text{-eval}]}$$

Donde:

Psusc: Peso de la susceptibilidad del territorio

Vsusc: Valor de la susceptibilidad

Ppar-eval: Peso del parámetro de evaluación

Vpar-eval: Valor del parámetro de evaluación

Los cálculos se realizaron usando la metodología del proceso del análisis jerárquico (PAJ), para lo cual se empleó MS Excel usando la matriz de Saaty para posteriormente ponderar los parámetros y descriptores de estudio obteniendo así los resultados.

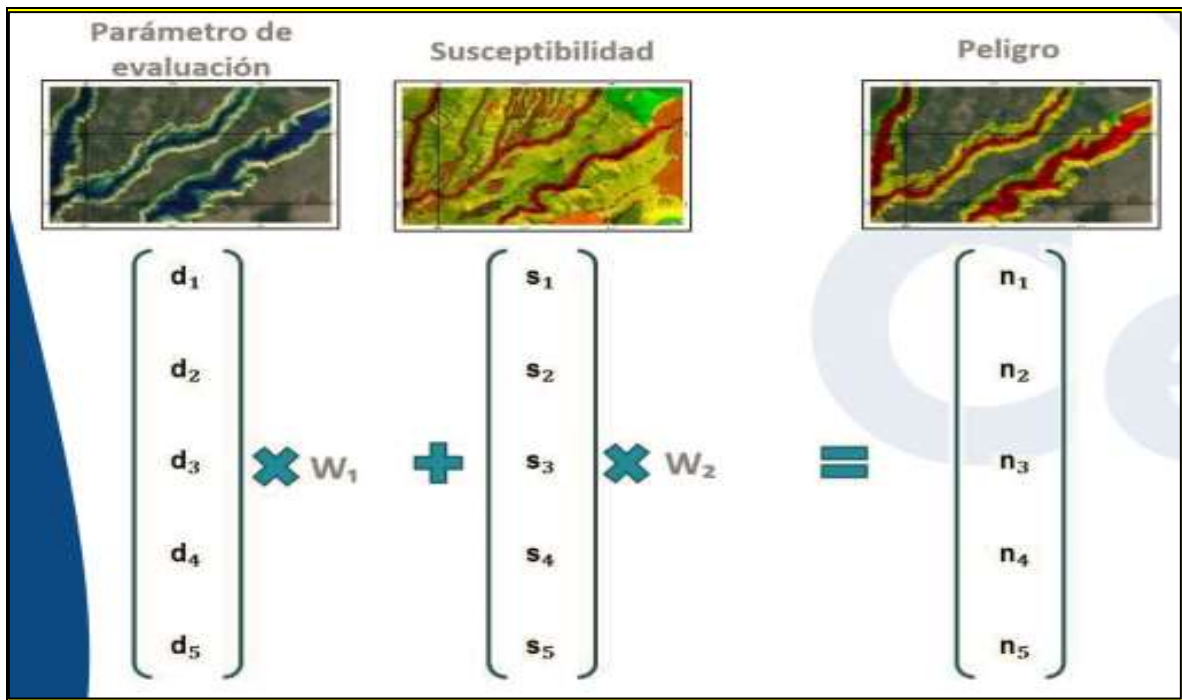


Figura 15. Cálculo del nivel del peligro

Fuente: Fuente: Adaptado de CENEPRED (2014). “Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales – 2da versión”.

Nota: Donde: $d_1, d_2 \dots d_5$; $s_1, s_2 \dots s_5$; $n_1, n_2 \dots n_5$. Son los pesos de los descriptores de las capas del parámetro de evaluación, de la susceptibilidad, y del peligro, respectivamente.

W_1 y W_2 . Son los valores de los pesos de las capas del parámetro de evaluación y de la susceptibilidad, respectivamente, los cuales serán definidos por el evaluador.

3.3.1.2 Metodología para el análisis de la vulnerabilidad.

Para lo cual se clasifico según las dimensiones económicas, sociales y ambientales cada uno de ellos con sus respectivos factores de vulnerabilidad tomando en cuenta los elementos expuestos frente a la ocurrencia de un evento adverso. Por consiguiente, se presenta en la siguiente figura para ayudar a comprender mejor la metodología.

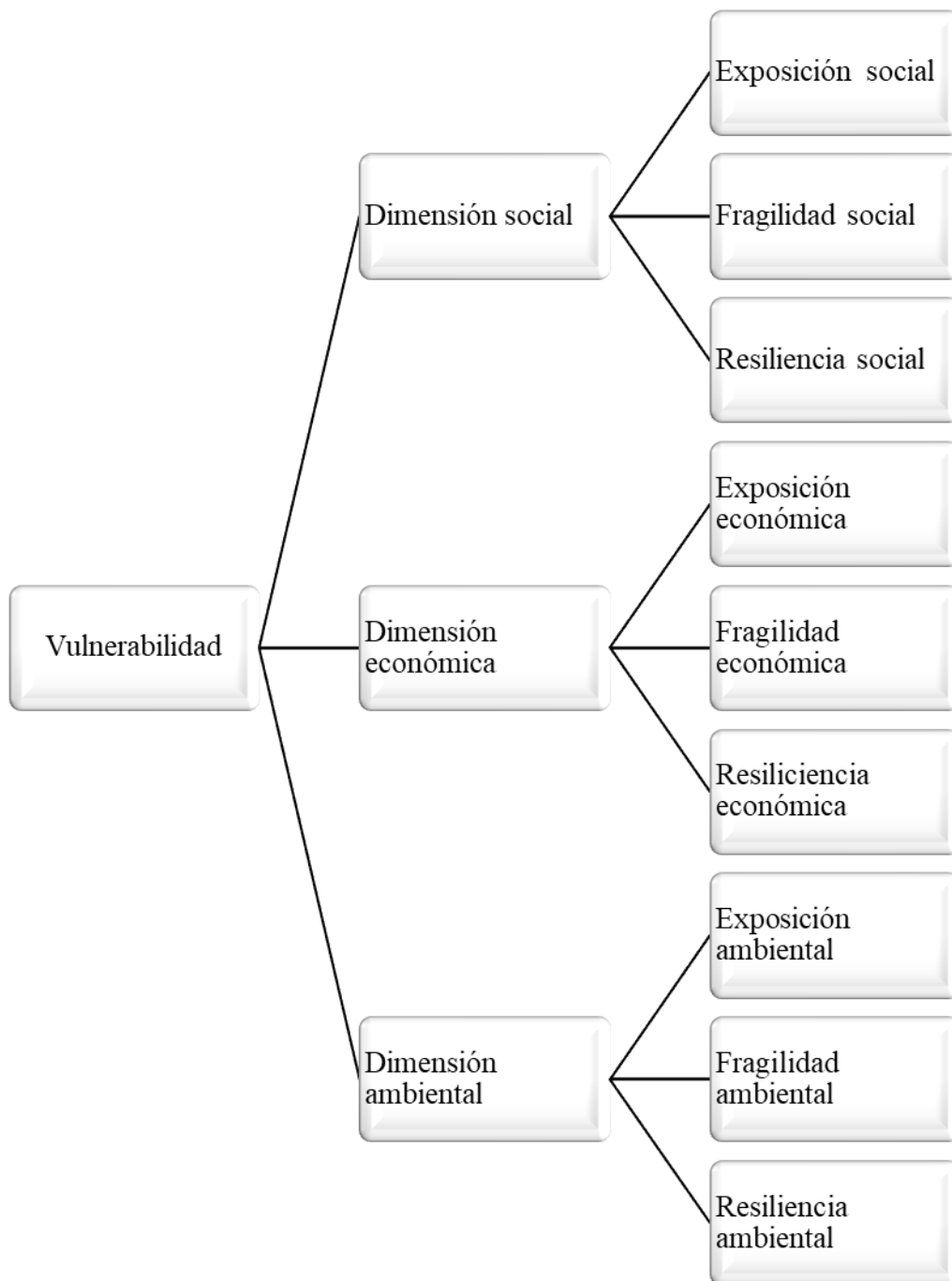


Figura 16. Análisis de vulnerabilidad según sus dimensiones

Fuente: Adaptado de CENEPRED (2014). “Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales – 2da versión”.

Así mismo para cada una de las dimensiones mencionadas se estableció 5 descriptores los cuales se ponderaron de acuerdo con la encuesta realizado en el mes de mayo a los pobladores del centro poblado de Mallas, cuyos parámetros y descriptores se ponderaron mediante el estudio del modelo matemático de PAJ, haciendo uso de la tabla de la matriz de Saaty lo cual tenemos en los siguiente.

Tabla 7.
La escala de la matriz de Saaty.

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

Fuente: Adaptado de CENEPRED (2014). “Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales (02 versión)”.

3.3.1.3 Metodología para evaluar el riesgo.

Primeramente, se identificaron para su posterior análisis de los peligros los cuales intervienen según el lugar de estudio así mismo para determinar los niveles de susceptibilidad frente a la ocurrencia de fenómenos naturales, se procedió a la intersección en este caso es una multiplicación de los valores del peligro y vulnerabilidad para estimar los niveles del riesgo de la zona en estudio, mediante la aplicación de la siguiente formula:

$$R_{ie} = f(P_i \times V_e) | t$$

Dónde:

R = Riesgo.

Pi = Peligro

t = Tiempo

Ve = Vulnerabilidad

Así mismo mediante el uso del software ArcGIS 10.5, los mapas de peligro y vulnerabilidad se hicieron una intersección obteniéndose de tal forma los cuatro niveles de riesgo.



Figura 17. Cálculo del riesgo mediante la matriz de Saaty

Fuente: Adaptado de CENEPRED (2014). "Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales – 2da versión".

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1 Análisis del peligro

4.1.1 Caracterización del peligro.

En el ámbito de estudio se encontró peligros generados por fenómenos de origen natural tales como los deslizamientos de tierra, flujo de detritos y erosión de ladera, dentro de las cuales el que causa mayor impacto en la población es el deslizamiento por ello se tomó en cuenta para realizar el presente estudio, por lo tanto 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 se procedió a elaborar el siguiente mapa para lo cual se usó el software ArcGIS 10.5.

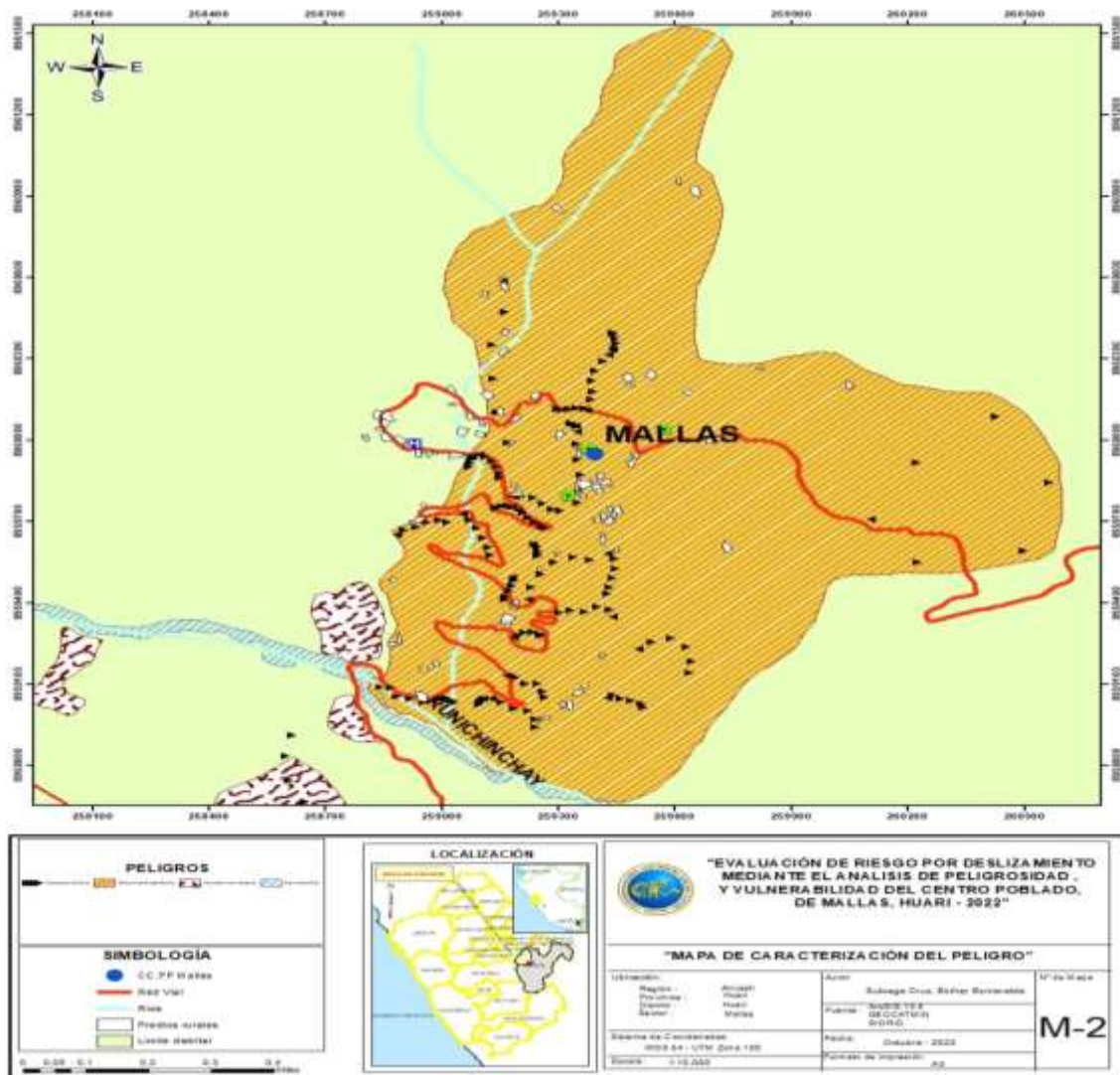


Figura 18. Caracterización de los peligros encontrados en el centro poblado de Mallas

Fuente: ArcGIS 10.5 (2022)

Posterior a ello se identificó las zonas de deslizamiento para lo cual nos basamos en el informe técnico N° A7127 del INGEMMET (2021) “cuyo estudio indica que el deslizamiento que se encuentra en el Centro Poblado Mallas, se le cataloga como compuesto, por haber presentado diferentes movimientos, tipo deslizamientos y derrumbes, estos han ocurrido en diferentes tiempos”. De tal forma que en la actualidad se han llegado a identificar más de tres deslizamientos reactivados, lo que conlleva a generar mayores daños.

Así mismo cabe indicar que el centro poblado de Mallas se asienta en la vertiente de un antiguo deslizamiento aunado a ello sus características geomorfológicas, geológicas y de pendiente hacen que el territorio sea más susceptible a los deslizamientos.



Figura 19. Vista panorámica del deslizamiento compuesto del centro poblado de Mallas.

Fuente: INGEMMET (2021). “Evaluación de peligros geológicos en el Centro Poblado de Mallas, distrito de Huari, provincia de Huari, región Ancash, Lima - Informe técnico N° A7127” (p.26).

Tomando como base la información brindada por el INGEMMET (2021), “se describe el primer deslizamiento (DES 1) cuya característica que presenta es de tipo rotacional de forma elongada, que se ha desarrollado sobre el material coluvial del deslizamiento compuesto así mismo en la zona lateral del cauce del río Rurichinchay”. Así mismo se observa el socavamiento fluvial, ocasionando la inestabilidad del pie de deslizamiento en el que ya se observan agrietamientos de grandes profundidades los cuales van en retrospectiva del terreno.



Figura 20. Vista panorámica del socavamiento lateral del río Rurichinchay en la ladera del depósito coluvial, sí mismo se pueden las grietas tensionales generadas en las zonas aledañas como también los daños a las viviendas cerca al lugar.

Fuente: Google Earth Pro (2022)



Figura 21. Escarpe lateral en el cuerpo del deslizamiento 1 (DES 1).

Fuente: Elaboración propia (2022)

Seguimos identificando el segundo deslizamiento (DES 2), el cual según el Informe técnico N° A7127 del INGEMMET (2021), “es un deslizamiento de tipo rotacional elongado producto de la reactivación de un antiguo deslizamiento compuesto, el escarpe principal se ubica a 3169 M S.N.M., con una longitud aproximada de 300 m”. En la zona de este deslizamiento se observan grietas de hasta 113 m de longitud, con profundidades visibles de hasta 1m, con dirección de movimiento NE-SW, su pie de avance llega hasta el río Rurichinchay, donde se evidencia el socavamiento del cauce sobre la ladera (p.30). A continuación, se muestra las zonas afectadas por el deslizamiento 2 (DES 2).



Figura 22. Vista panorámica de las grietas originadas por la activación del deslizamiento 2 (DES 2)

Fuente: Google Eart Pro (2022)



Figura 23. Vista panorámica del escarpe principal del deslizamiento 2 (DES-2).

Fuente: Google Earth Pro (2022)

Así mismo tenemos en tercer deslizamiento (DES 3), el cual según el Informe técnico N° A7127 del INGEMMET (2021), “se trata de un deslizamiento rotacional elongado, producto de la reactivación de un antiguo deslizamiento compuesto, su escarpe principal se ubica a 3310 m s.n.m y su pie llega hasta el río Rurichinchay, donde se evidencia el socavamiento del cauce sobre la ladera”. Así mismo se tiene que el deslizamiento tiende a tener una dirección hacia el suroeste con una tendencia al oeste, esto mayormente se debe por el contacto lateral hacia las montañas estructurales sedimentarias. (p.32)



Figura 24. Vista panorámica de las grietas tensionales en el cuerpo del deslizamiento 3 (DES-3)

Fuente: INGEMMET (2021). Evaluación de peligros geológicos en el Centro Poblado de Mallas, distrito de Huari, provincia de Huari, región Ancash, Lima (Informe técnico N° A7127) (p.33).

El cuarto deslizamiento más reciente (DES 4) ocurrido en mediados del mes de abril del 2022, es de tipo rotacional cuyo escarpe principal mide aproximadamente unos 14 metros, su reactivación se atribuye principalmente a las intensas precipitaciones pluviales registradas en los meses de enero a mayo del 2022, cuyo deslizamiento se encuentra entre el deslizamiento 2 (DES 2), causando como consecuencia que cierta parte del tendido eléctrico sea arrastrada, así como también el tanque de reservorio de agua potable se ha visto afectado dejando así cierta parte de la población aislada de estos servicios básicos.



Figura 25. Vista panorámica del deslizamiento 4 ubicado entre el sector del deslizamiento 2 (DES 2)

Fuente: Elaboración propia (2022)

4.1.2 Susceptibilidad del territorio

Por lo que se refiere a la predisposición de que el evento ocurra lo cual, esta intrínsecamente relacionado con los factores condicionantes y desencadenantes del espacio geográfico en estudio.

A continuación, caracterizamos los parámetros con sus respectivos descriptores de cada uno de los factores condicionantes y desencadenantes mediante la aplicación de la metodología de proceso de análisis jerárquico (PAJ) cuyo método consiste en lo siguiente:

Tabla 8.

Matriz de Comparación de pares del parámetro de factores condicionantes.

Factores condicionantes	Pendiente	Unidades geomorfológicas	Unidades geológicas
Pendiente	1,00	2,00	5,00
Unidades geomorfológicas	0,500	1,00	2,00
Unidades geológicas	0,200	0,500	1,00
Suma	1,70	3,50	8,00
1/Suma	0,59	0,29	0,13

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 9.
Matriz de Normalización de pares de los factores condicionantes.

Factores condicionantes	Pendiente	Geomorfología	Geología	Vector priorización	%
Pendiente	0,59	0,57	0,63	0,595	59,49
Geomorfología	0,29	0,29	0,25	0,277	27,66
Geología	0,12	0,14	0,13	0,129	12,85
				1,000	100,00

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 10.
Matriz de relación de consistencia de pares de los factores condicionante.

Factores condicionantes	Pendiente	Unidades geomorfológicas	Unidades geológicas	Vector suma ponderada	Amax
Pendiente	0,59	0,55	0,64	1,791	3,01
Unidades geomorfológicas	0,30	0,28	0,26	0,831	3,00
Unidades geológicas	0,12	0,14	0,13	0,386	3,00
				Suma	9,02
				Promedio	3,01

Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 11.
Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico de los factores condicionantes.

IC	0,003
RC < 0.04 (*)	0,005

Fuente: Elaboración propia (2022).

Nota: (*) “Para determinar el índice aleatorio que ayuda a determinar la relación de consistencia se utilizó la tabla obtenida por Aguaron y Moreno, 2001 citado por CENEPRED (2014). Donde "n" es el número de parámetros de la matriz”.

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 parámetros en cuyo caso no se cumpla dicho criterio se debe volver analizar la matriz de comparación de pares.

4.1.2.1 *Análisis de factor condicionante*

Después de la recopilación, revisión y análisis de la información obtenida a partir del informe técnico N° A7127 del INGEMMET (2021), así mismo de las observaciones en campo se identificó las características intrínsecas del área de estudio de tal forma que se usó el mismo procedimiento anterior para obtener los valores de cada descriptor.

- **Pendiente:**



Figura 26. Vista lateral del centro poblado de Mallas.

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 12.
Parámetro de pendiente

Parámetro	Pendiente	Peso ponderado
Descriptores	Muy alta ($>45^\circ$)	0,467
	Alta ($25^\circ - 45^\circ$)	0,256
	Moderada ($15^\circ - 25^\circ$)	0,148
	Baja ($5^\circ - 15^\circ$)	0,084
	Muy baja ($0^\circ - 5^\circ$).	0,044

Fuente: Elaboración propia (2022).

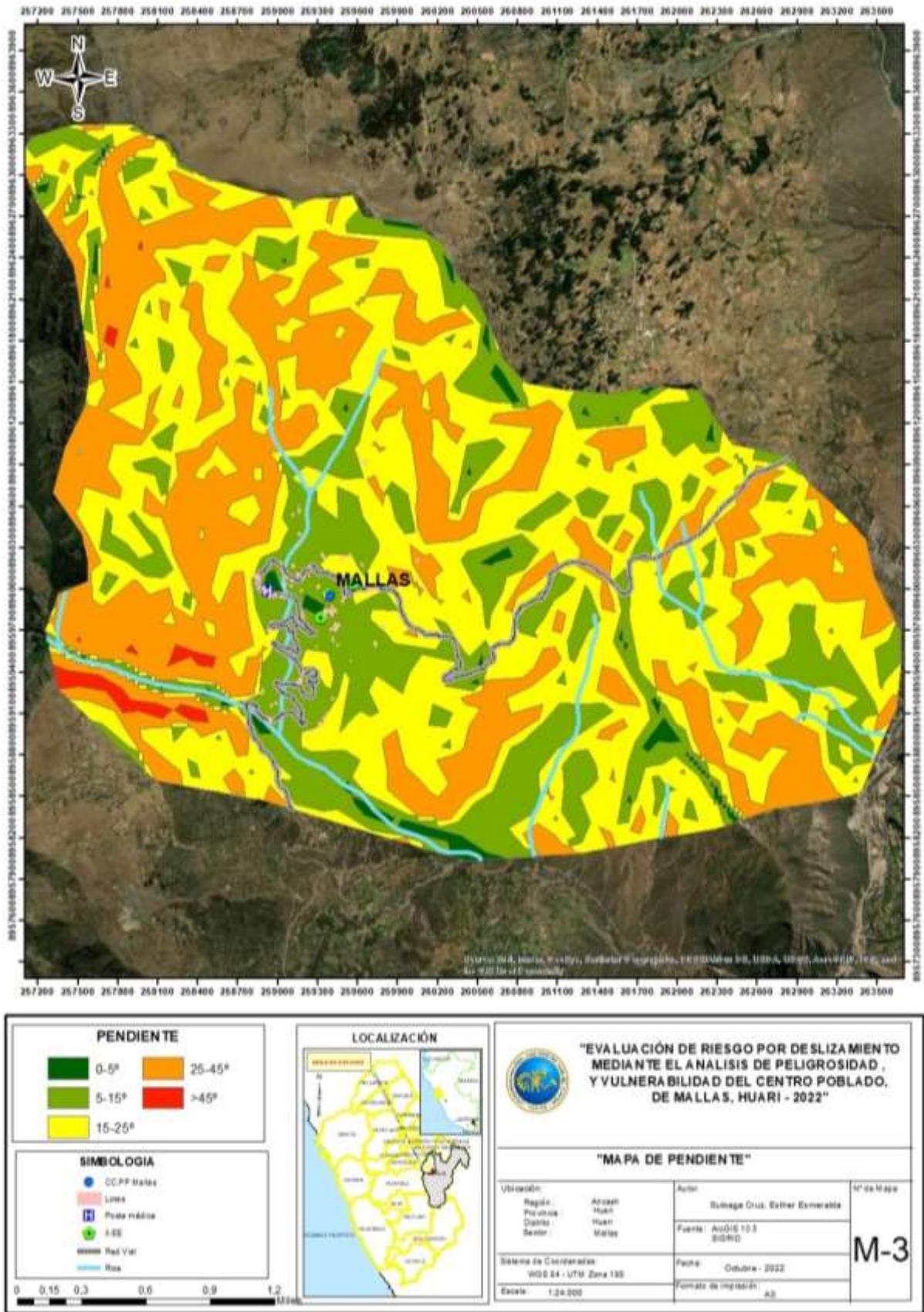


Figura 27. Mapa de pendiente del centro poblado de Mallas.

Fuente: ArcGIS 10.5

- Unidades geomorfológicas



Figura 28. Vista panorámica de subunidades geomorfológicas identificadas en el centro poblado de Mallas.

Fuente: Adaptado de INGEMMET (2021). Evaluación de peligros geológicos en el Centro Poblado de Mallas, distrito de Huari, provincia de Huari, región Ancash, Lima (Informe técnico N° A7127) (p.23).

Tabla 13.

Parámetro de unidades geomorfológicas

Parámetro	Unidades geomorfológicas	Peso ponderado
	Vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd)	0,515
	Vertiente o pie de monte coluvio - deluvial (V-cd)	0,233
Descriptor	Terraza aluvial (Ta-al)	0,145
	Montaña en roca sedimentaria (RM-rs)	0,071
	Montaña estructural en roca sedimentaria (RME-rs)	0,035

Fuente: Elaboración propia (2022)

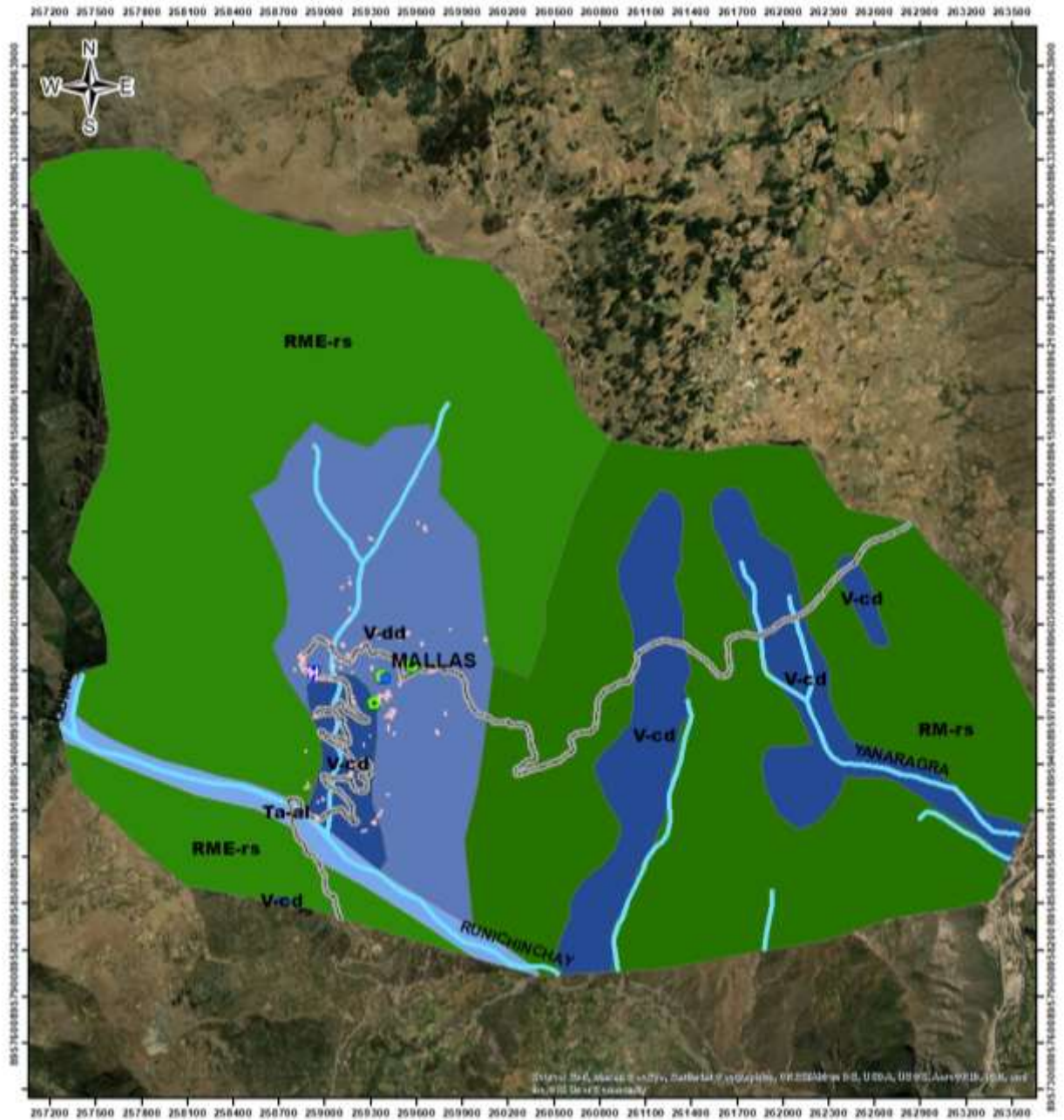


Figura 29. Mapa de unidades geomorfológicas

Fuente: ArcGIS 10.5

- **Unidades geológicas**



Figura 30. Las unidades geológicas del centro poblado de Mallas

Fuente: Adaptado de INGEMMET (2021). Evaluación de peligros geológicos en el Centro Poblado de Mallas, distrito de Huari, provincia de Huari, región Ancash, Lima (Informe técnico N° A7127) (p.13).

Tabla 14.

Parámetro de unidades geológicas

Parámetro	Unidades geológicas	Peso ponderado	%
Descriptores	Depósitos. Coluvial (Qh-co)	0,503	50,28
	Formación Oyón (Ki-oy)	0,260	26,02
	Formación Chimú (Ki-ch)	0,134	13,44
	Formación santa, carhuaz (Ki-s,ca)	0,068	6,78
	Formación pariahuanca, chúlec, pariatambo (Ki-ph,chu,pt)	0,035	3,48

Fuente: Elaboración propia (2022).

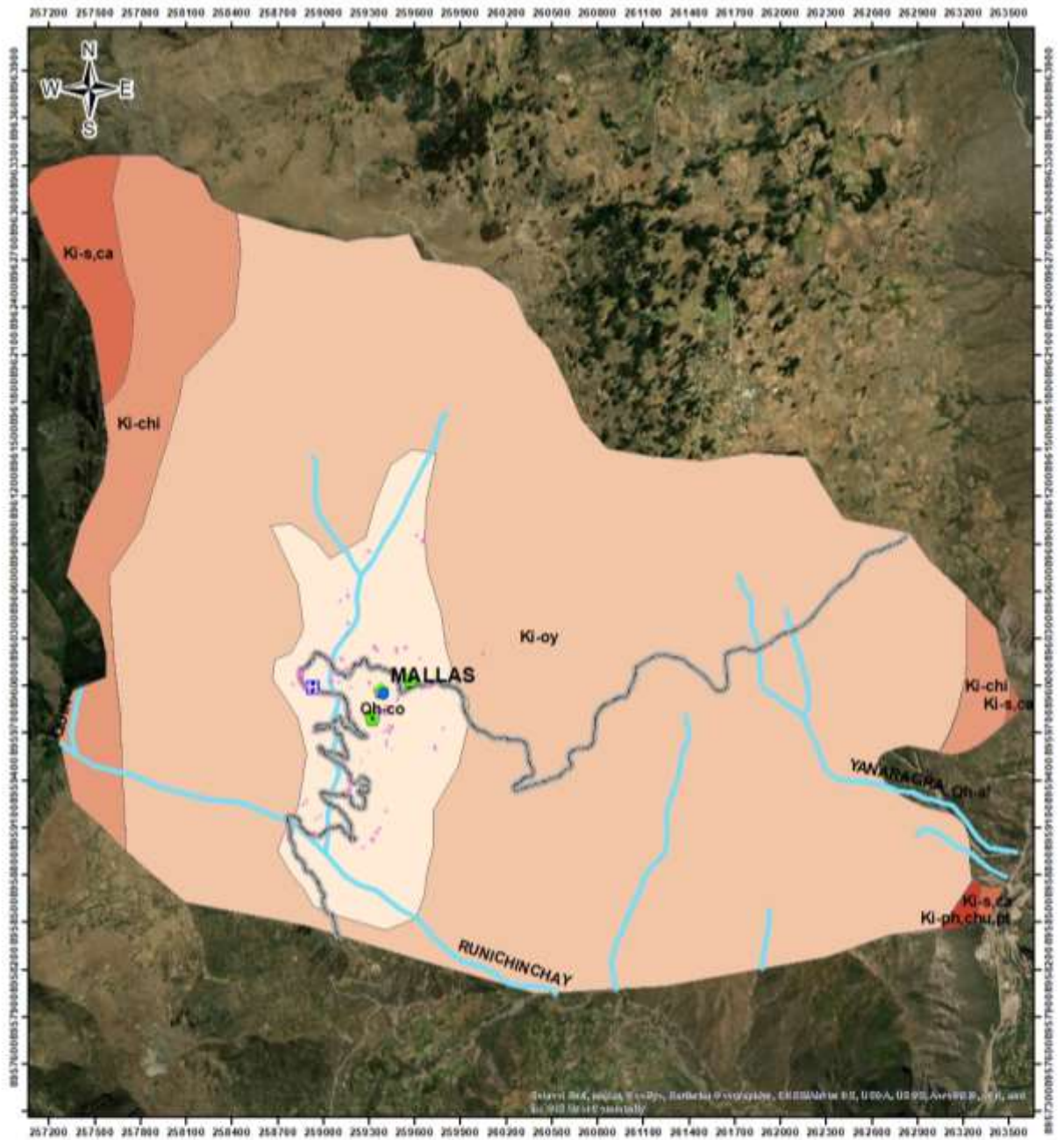


Figura 31. Mapa de unidades geológicas

Fuente: ArcGIS 10.5

4.1.2.2 *Análisis de factor desencadenante*

En base a la información obtenido de los estudios realizados con anterioridad, se establece como el factor desencadenante a la precipitación pluvial periódica y extraordinaria que caen en el lugar de estudio, según los registros la ocurrencia de mayores eventos adversos ocurridos ha sido en escenarios de mayor precipitación pluvial, como sucedió durante el fenómeno de “El Niño” en el año 2017 en el que se desligó un importante flujo de detritos en la quebrada del río Rurichinchay, el cual trajo como consecuencia la activación del deslizamiento del lugar.

Por consiguiente, se tomó en cuenta para nuestro estudio los datos de precipitación diaria registradas en los centros meteorológicas del área de estudio el cual se encontraba la estación meteorológica automática de Chavín es la más cercana a la zona, cuya estación registra los valores de precipitación (mm/hora) estos datos que se obtiene no cuentan con control de calidad del SENAMHI de tal forma que no se puede usar en nuestro estudio. Así mismo se tomó por conveniencia los datos de los umbrales de precipitación absolutas proporcionados por el SENAMHI (2014) “cuyos datos obtenidos son de precipitación diaria con control de calidad básico realizado por la dirección de meteorología y evaluación ambiental atmosférica, considerando el periodo base 1964-2014”.

En base a la información revisada y tomando en cuenta los informes de evaluación de riesgos (EVAR) realizados por el CENEPRED es aceptable usar esta información para la evaluación del riesgo por deslizamiento de la zona de estudio.

Tabla 15.

Umbrales y precipitaciones absolutas para la estación de Chavín.

Umbrales de precipitación	Caracterización de lluvias extremas	Umbrales calculados para la estación: Chavín
RR/día>99p	Extremadamente lluvioso	RR>20,6 mm
95p<RR/día≤99p	Muy lluvioso	13,7 mm<RR≤20,6 mm
90p<RR/día≤95p	Lluvioso	10,6 mm<RR≤13,7 mm
75p<RR/día≤90p	Moderadamente lluvioso	6,8 mm<RR≤10,6 mm
RR/día>75p	Bajo lluvioso	RR<10,6 mm

Fuente: Adaptado de SENAMHI (2014). Umbrales y precipitación absolutas.

Nota: RR/día cantidad acumulada de precipitación en 24 horas

En la siguiente figura se muestra las anomalías mensuales de precipitación en el mes de abril del 2017 en las diferentes estaciones meteorológicas a nivel nacional, se tomó en cuenta los datos de precipitación de ese año debido a los eventos extremos suscitados lo cual trajo consigo daños a la población, así mismo fue ese año en el que se presentó un importante flujo de detritos el cual desencadenó la activación del deslizamiento en la zona.

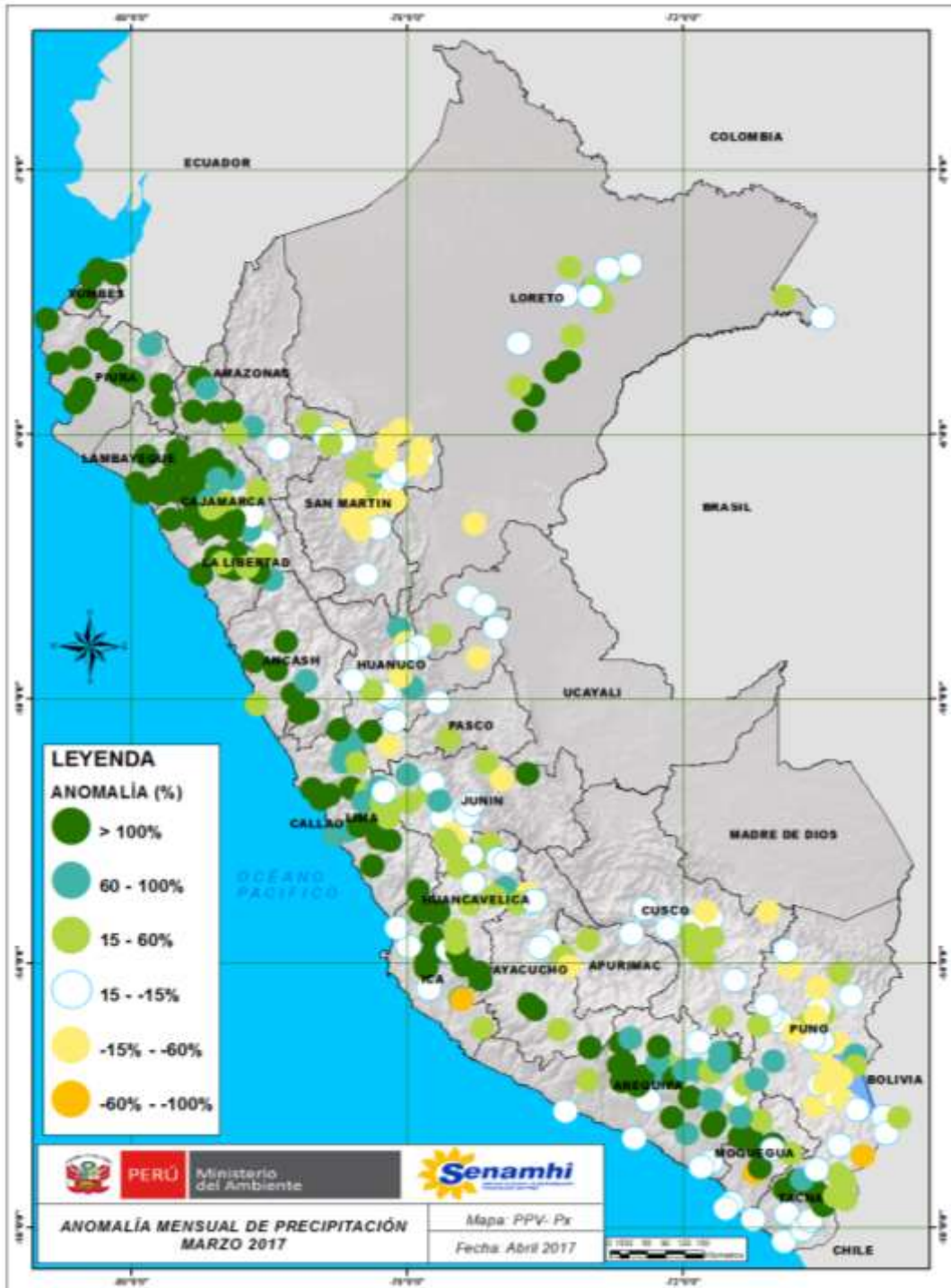


Figura 32. Anomalía mensual de precipitación del mes de abril del 2017 en todo el Perú

Fuente: Adaptado del SENAMHI (2022)

Tabla 16.
Parámetro de precipitación.

Parámetro	Precipitación	Peso ponderado
	Extremadamente lluvioso (RR>20,6 mm)	0,444
	Muy lluvioso (13,7 mm<RR≤20,6 mm)	0,262
Descriptor	Lluvioso (10,6 mm<RR≤13,7 mm)	0,153
	Moderadamente lluvioso (6,8 mm<RR≤10,6 mm)	0,089
	Bajo lluvioso (RR<10,6 mm)	0,053

Fuente: Elaboración propia (2022).

4.1.3 Parámetro de evaluación

Para nuestra investigación optamos por tomar como parámetro de evaluación el tiempo de retorno del evento en este caso el deslizamiento, el cual va a depender del factor desencadenante en este caso es la precipitación.

Para ello es necesario definir un escenario en el que sea mayor la probabilidad de ocurrencia del evento, dicho de este modo se tiene que a mayor precipitación periódica hace que supere la capacidad admisible del suelo causando como consecuencia la reducción de la resistencia que tiene este y por consiguientes se dan los deslizamientos en un tiempo de retorno menor a los 5 años, así mismo por criterio se elige el mayor peso del parámetro de evaluación junto al factor desencadenante con mayor probabilidad de crear un escenario de deslizamiento.

Tabla 17.
Parámetro de evaluación del tiempo de retorno.

Parámetro	Tiempo de retorno	Peso ponderado
	5 años	0,503
	10 años	0,260
Descriptor	25 años	0,134
	50 años	0,068
	100 años	0,035

Fuente: Elaboración propia (2022).

4.1.4 Niveles de peligro

La siguiente matriz esta realizado en base al manual CENEPRED (2014), se obtiene los vectores de priorización de cada parámetro y descriptor respectivamente detallados en tablas

anteriores, así mismo mediante la aplicación de las fórmulas se obtiene 4 niveles de peligro en base a los 5 descriptores.

Tabla 18.
Cálculo de la susceptibilidad de territorio

Condicionante			Desencadenante			Susceptibilidad				
$\sum P_{par}$	X	Peso	Valor	$\sum P_{des}$	x	Peso	Valor	Valor suscs	Peso susc	Valor
Pdesc	con	con	Pdesc	des	des					
0,485			0,388	0,444			0,089	0,477		0,429
0,250			0,200	0,444			0,089	0,289		0,260
0,146	80%		0,117	0,444	20%		0,089	0,205	90%	0,185
0,078			0,063	0,444			0,089	0,151		0,136
0,040			0,032	0,444			0,089	0,121		0,109

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 19.
Parámetro de evaluación.

Parámetro de evaluación		
Valor par-evaluación	Peso par-evaluación	Valor
0,503		0,050
0,503		0,050
0,503	10%	0,050
0,503		0,050
0,503		0,050

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 20.
Cálculo de los niveles de peligro-

Susceptibilidad de territorio	Parámetro de evaluación	Peligrosidad	Rango			Nivel
0,429	0,050	0,479	0,310	-	0,479	Muy alto
0,260	0,050	0,310	0,235	-	0,310	Alto
0,185	0,050	0,235	0,187	-	0,235	Medio
0,136	0,050	0,187	0,159	-	0,187	Bajo
0,109	0,050	0,159	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia (2022)

Obteniendo de esta forma los 4 niveles de peligrosidad el cual se pueden visualizar en el siguiente mapa elaborado con la ayuda de programa de ArcGIS 10.5:

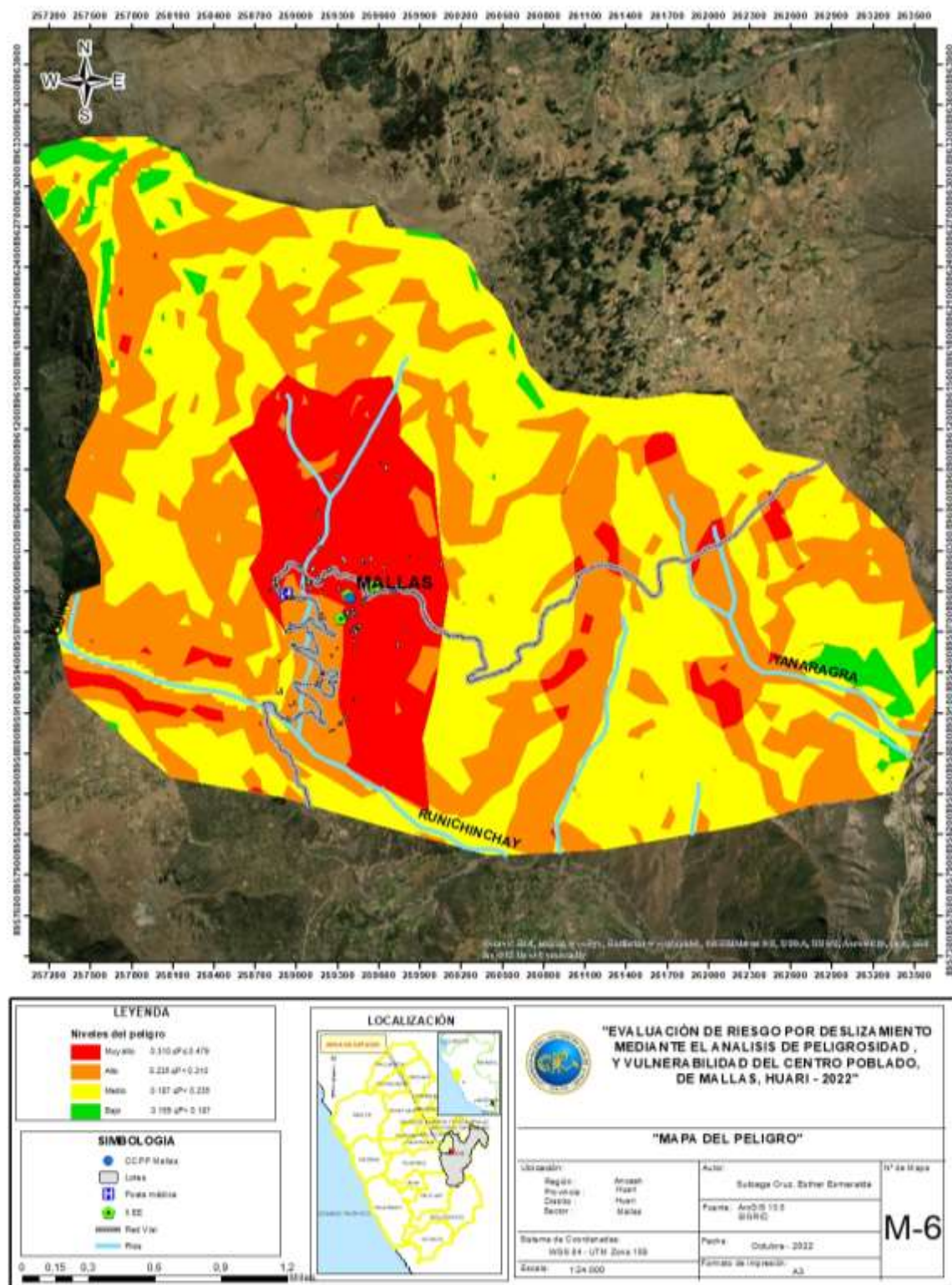


Figura 33. Mapa de los niveles de peligros del centro poblado de Mallas

Fuente: elaboración propia (2022)

4.2 Análisis de la vulnerabilidad

Se basó en las encuestas realizadas a los pobladores del centro poblado de Mallas, así mismo en el presente estudio solo se tomó en cuenta los predios de las familias afectadas dentro del área de influencia directa, no está incluido las infraestructuras públicas como los colegios, postas médicas, locales comunales, comedores y entre otros. Mediante el uso de la metodología del proceso de análisis jerárquico (PAJ) se obtiene los valores para cada una de las dimensiones de la vulnerabilidad presentadas a continuación.

Tabla 21.

Matriz de comparación de pares de las dimensiones de vulnerabilidad.

Dimensiones	Social	Económica	Ambiental
Social	1,00	2,00	5,00
Económica	0,50	1,00	3,00
Ambiental	0,20	0,33	1,00
Suma	1,70	3,33	9,00
1/Suma	0,59	0,30	0,11

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 22.

Matriz de normalización de pares de las dimensiones de vulnerabilidad.

Dimensión	Social	Económica	Ambiental	Vector priorización
Social	0,588	0,600	0,556	0,581
Económica	0,294	0,300	0,333	0,309
Ambiental	0,118	0,100	0,111	0,110
Suma				1

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 23.

Matriz de relación de consistencia de las dimensiones de vulnerabilidad.

Resultados de la operación de matrices	Vector suma ponderada			Λmáx
0,581	0,618	0,548	1,747	3,006
0,291	0,309	0,329	0,929	3,004
0,116	0,103	0,110	0,329	3,001
Suma				9,011
Promedio				3,004

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 24.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico de las dimensiones de vulnerabilidad.

IC	0,002
RC < 0.04 ok	0,004

Fuente: Elaboración propia (2022)

4.2.1 Dimensión social

Tabla 25.

Factores de la dimensión social

Dimensión	Social	Peso ponderado: 0,581
	Exposición	0,539
Factores	Fragilidad	0,297
	Resiliencia	0,164

Fuente: Elaboración propia (2022)

4.2.1.1 Exposición social

Tabla 26.

Parámetro del número de personas a nivel de lote.

Parámetro	Número de personas a nivel de lote	Peso ponderado: 1,000
	> 6 personas	0,503
	Entre 4 a 6 personas	0,260
Descriptor	Entre 1 a 3 personas	0,134
	Persona sola	0,068
	Deshabilitado	0,035

Fuente: Elaboración propia (2022)

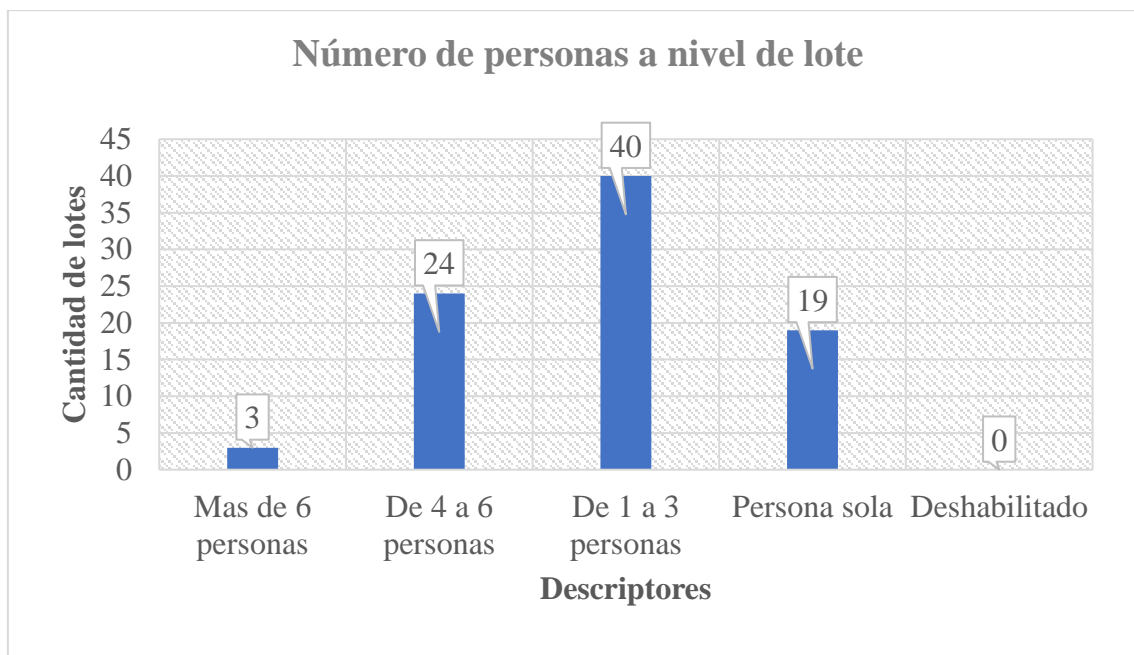


Figura 34. Número de personas a nivel de lote

Fuente: elaboración propia (2022)

Según la figura se observa que en la mayor cantidad de personas que viven a nivel de lote de un rango de 1 a 3 personas, seguido por un rango de 4 a 6 personas de la cantidad total de viviendas encuestadas esto indica que son pocas las personas que vive en cada vivienda encuestada por lo tanto son menores el grado de exposición por vivienda.

4.2.1.2 Fragilidad social

Tabla 27.

Parámetro del grupo etario.

Parámetro	Grupo etario	Peso ponderado:0.680
	De 0 a 5 y > a 65 años	0,435
	De 6 a 12 y de 61 a 65 años	0,265
Descriptorios	De 13 a 15 y de 51 a 60 años	0,154
	De 16 a 30 años	0,090
	De 31 a 50 años	0,055

Fuente: Elaboración propia (2022)

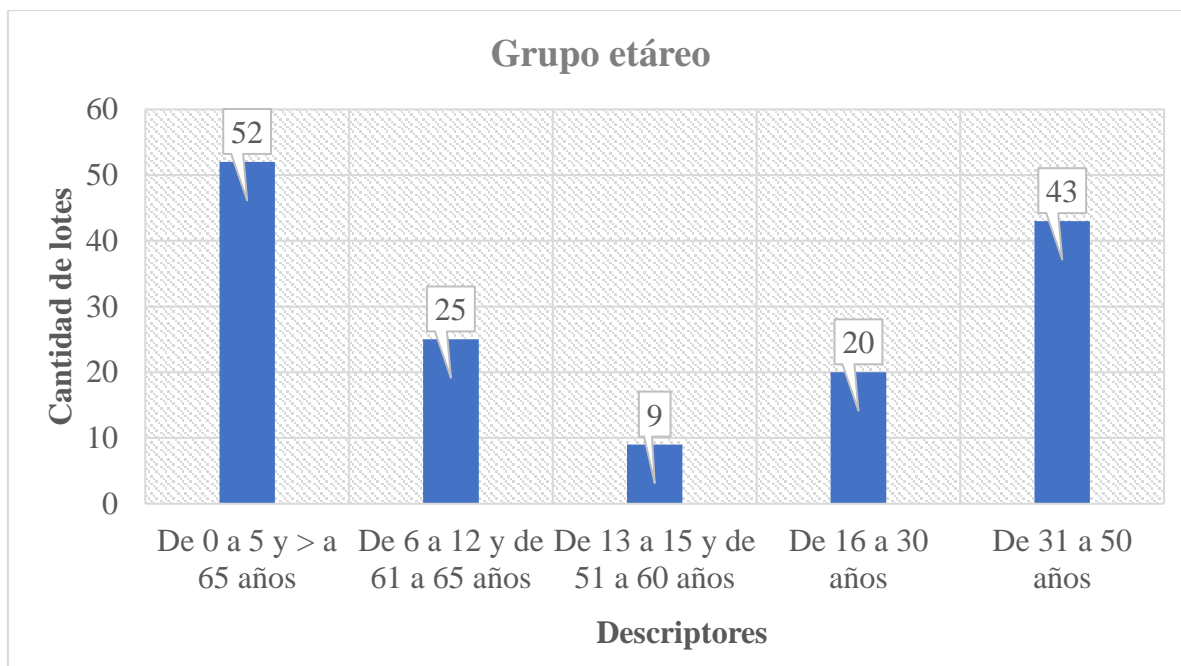


Figura 35. Población según grupo etario

Fuente: Elaboración propia (2022)

Según la figura el rango de edades predominantes que viven a nivel de predio es de 0 - 5 años y mayor de 65 años lo cual indica una mayor vulnerabilidad ya que este rango de edades son las más susceptibles hacer frente algún evento catastrófico que se pueda presentar.

Tabla 28.

Parámetro del tipo de servicio de agua potable.

Parámetro	Tipo de servicio de agua potable	Peso ponderado:0,320
	No cuenta con este servicio	0,444
	Ríos, pozos y puquiales	0,262
Descriptores	Cisternas de reparto de agua	0,153
	Red de agua no potable	0,089
	Red pública de agua potable	0,053

Fuente: Elaboración propia (2022)

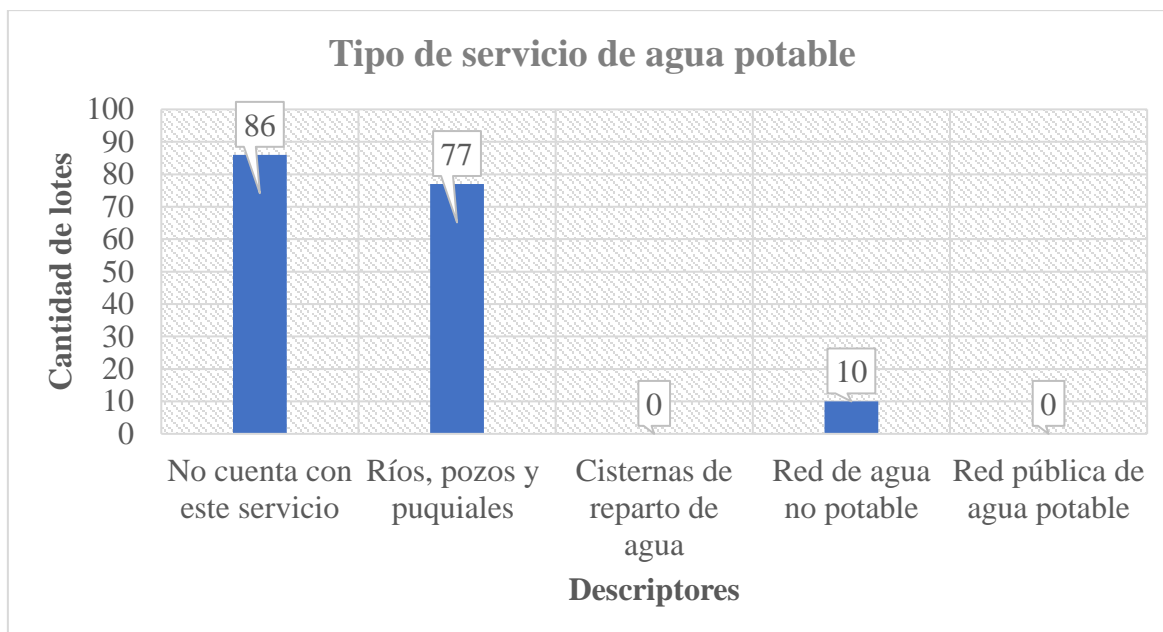


Figura 36. Tipo de servicio de agua potable

Fuente: Elaboración propia (2022)

Según la figura se tiene que la mayor parte de la población no cuenta con este servicio tan vital e indispensable para el desarrollo de las comunidades, así mismo cabe indicar que el consumo de agua es directamente de los ríos y pozos que se encuentran cerca de las viviendas y una pequeña parte de la población tiene un sistema de redes diseñados de manera rudimentaria en los que se pierde la mayor parte del agua en las zonas de uniones, roturas y entre otras.

4.2.1.3 Resiliencia Social

Tabla 29.

Parámetro conocimiento pasado sobre ocurrencia de desastres en su localidad

Parámetro	Conocimiento pasado sobre ocurrencia de desastres en su localidad	Peso ponderado:0.623
	No tiene conocimiento	0,503
	Escasamente conoce	0,260
Descriptorios	Muy poco conocimiento	0,134
	Regular conocimiento	0,068
	Conoce ampliamente	0,035

Fuente: Elaboración propia (2022)

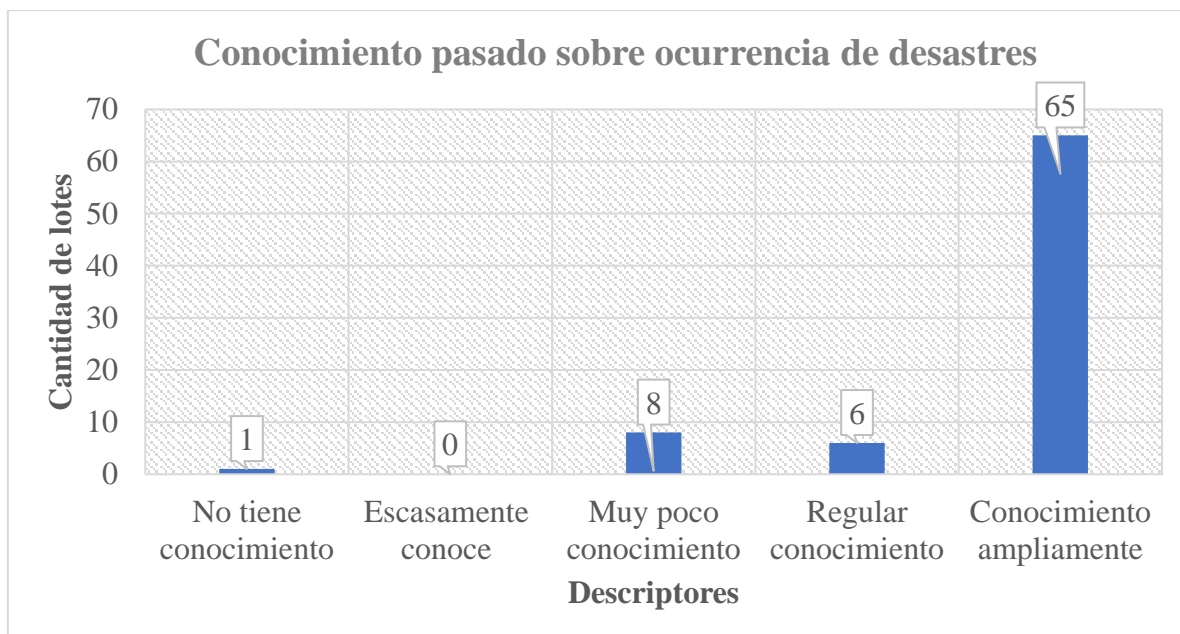


Figura 37. Conocimiento pasado sobre ocurrencia de desastres en su localidad

Fuente: Elaboración propia (2022)

Se visualiza en la figura que la mayor parte de la población conoce ampliamente sobre el suceso pasado de desastres en el centro poblado de Mallas, esto ayudó a comprender mejor el contexto en el que se encuentra la zona de estudio así mismo, se encontraron con pobladores más preparados y capacitados.

Tabla 30.

Parámetro de formación en materia de gestión de riesgos de las autoridades.

Parámetro	Formación en materia de gestión de riesgos de las autoridades	Peso ponderado:0,239
	Casi nunca	0,504
	Entre 6 - 7 años	0,281
Descriptorios	Entre 4 - 5 años	0,112
	Entre 2 - 3 años	0,064
	Anualmente	0,038

Fuente: Elaboración propia (2022)

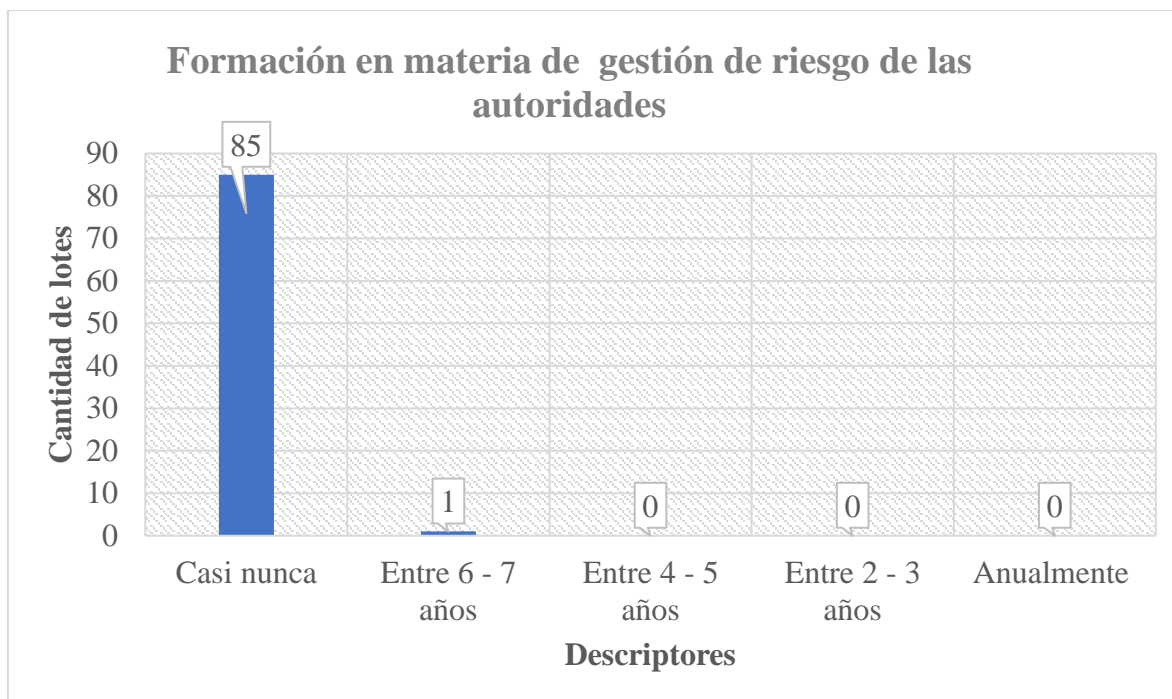


Figura 38. Formación en materia de gestión de riesgos de las autoridades.

Fuente: Elaboración propia (2022)

Se ha obtenido los datos de que la gran parte de la población del centro poblado de Mallas no recibe capacitación en temas de gestión de riesgo de desastre por parte de sus autoridades debido a la poca importancia que estos lo toman.

Tabla 31.

Parámetro interés por participar en campañas de prevención del riesgo.

Parámetro	Interés por participar en campañas de prevención del riesgo	Peso ponderado:0,137
	No hay interés en lo absoluto	0,454
	A veces se interesa	0,267
Descriptorios	Lo hace si hay incentivos	0,149
	Es muy participativo	0,082
	Siempre está participando	0,049

Fuente: Elaboración propia (2022)

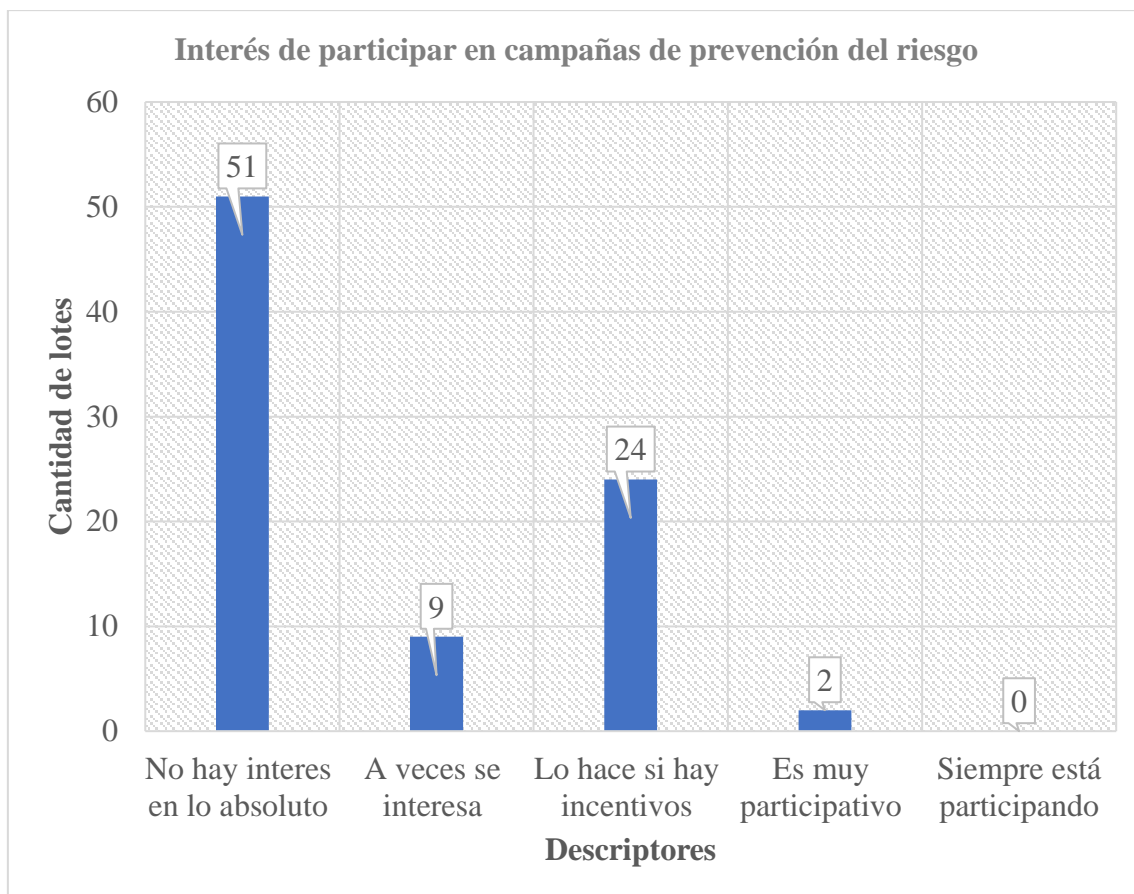


Figura 39. La población y su interés en participar en campañas de prevención del riesgo

Fuente: Elaboración propia (2022)

Según la encuesta cierta parte de la población no es muy participativa en temas de prevención de riesgo, esta debe mayormente a la falta de información y una deficiente capacitación en temas relacionados a ello.

4.2.2 Dimensión económica

Tabla 32.

Factores de la dimensión económica.

Dimensión	Económica	Peso ponderado: 0,309
	Exposición	0,568
Factores	Fragilidad	0,334
	Resiliencia	0,098

Fuente: Elaboración propia (2022)

4.2.2.1 Exposición económica

Tabla 33.

Parámetro cercanía de la vivienda a la zona de peligro.

Parámetro	Cercanía de la vivienda a la zona de peligro	Peso ponderado:1,000
Descriptores	< a 20 m. del peligro	0,503
	Entre 20 - 50 m. del peligro	0,260
	Entre 50 - 100 m. del peligro	0,134
	Entre 100 - 200 m. del peligro	0,068
	> a 200 m. del peligro	0,035

Fuente: Elaboración propia (2022)

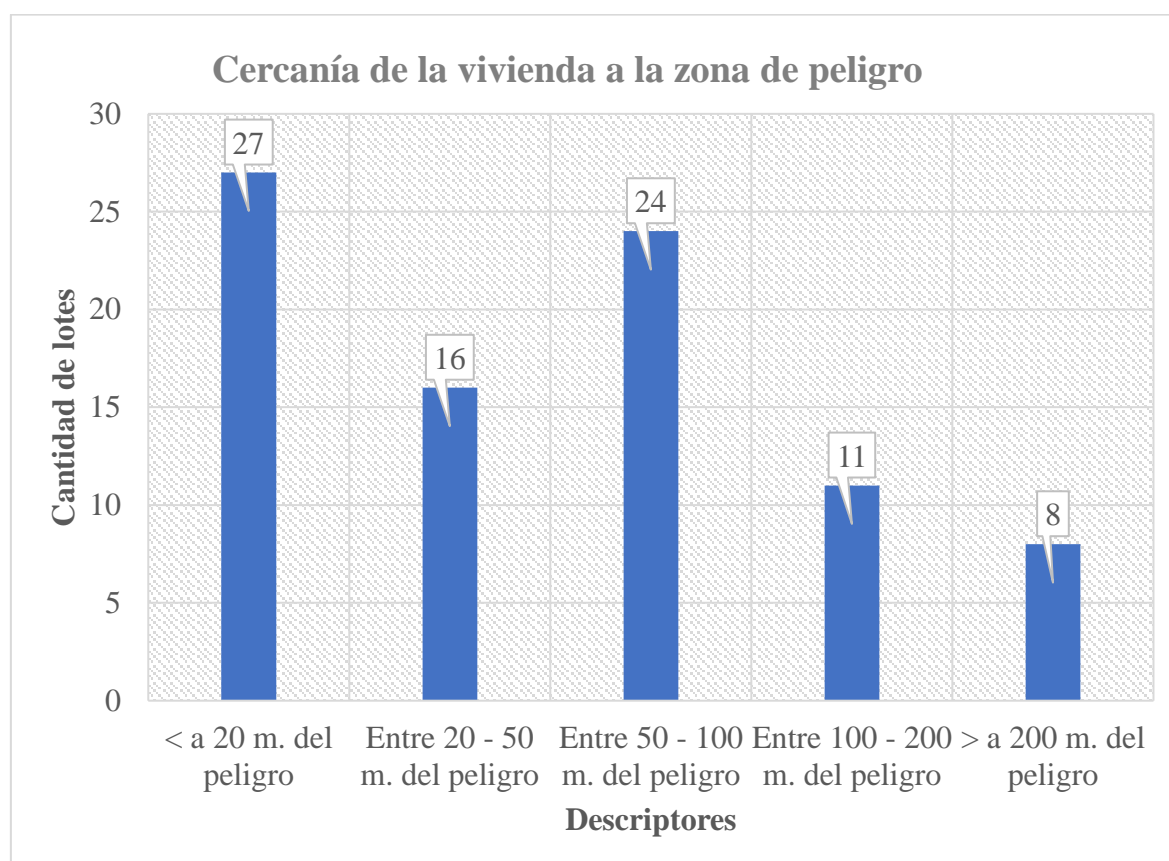


Figura 40. Cercanía de la vivienda a la zona de peligro

Fuente: Elaboración propia (2022)

Según la encuesta la mayor parte de las viviendas están en zonas muy cercanas a los deslizamientos por lo que la mayoría de las viviendas presenta rajaduras en las paredes y los pisos.

4.2.2.2 Fragilidad económica

Tabla 34.
Parámetro material predominante-pared

Parámetro	Material predominante – pared	Peso ponderado:0,539
	Madera	0,451
	Tapial	0,277
Descriptores	Adobe con reforzamiento	0,157
	Tapia con reforzamiento	0,076
	Ladrillo con cemento	0,039

Fuente: Elaboración propia (2022)

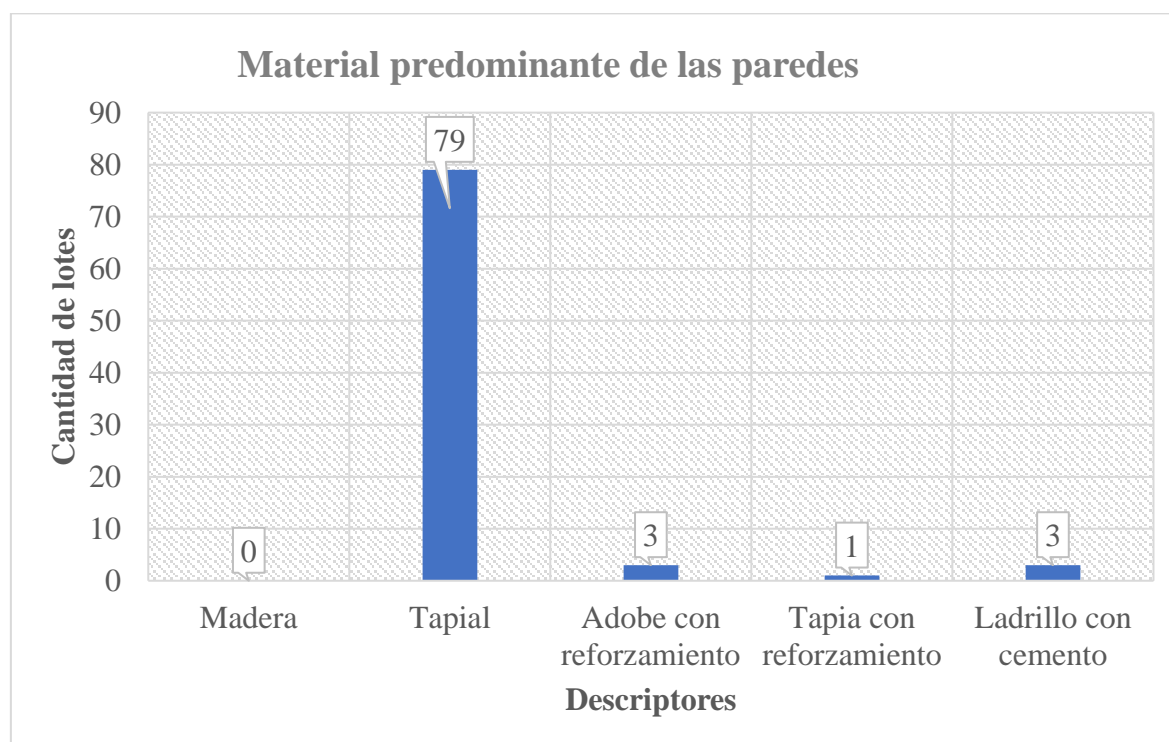


Figura 41. Material predominante de las paredes

Fuente: Elaboración propia (2022)

A partir de las encuestas se tiene que la mayor cantidad de viviendas tiene las paredes de tapial los cuales no cuenta con una muy buena base así mismo implica mucho el tiempo en el que fue construido.

Tabla 35.
Parámetro antigüedad de la construcción de vivienda.

Parámetro	Antigüedad de la construcción de vivienda	Peso ponderado:0,297
	Mas de 40 años	0,444
	Entre 30 a 40 años	0,262
Descriptores	Entre 20 a 30 años	0,153
	Entre 10 a 20 años	0,089
	Menos de 10 años	0,053

Fuente: Elaboración propia (2022)

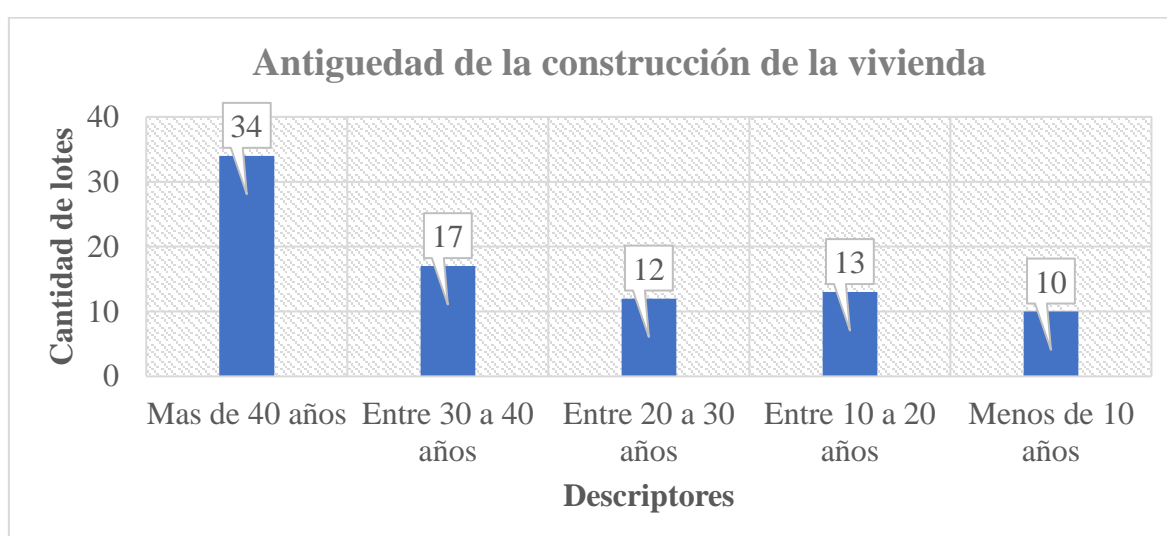


Figura 42. Antigüedad de la construcción de la vivienda

Fuente: Elaboración propia (2022)

Según los datos obtenidos la mayoría de las viviendas son antiguas ya que superan los 40 años de haberse construido, por lo tanto, esto indica una alta fragilidad a sufrir daños.

Tabla 36.
Parámetro del estado de preservación de la vivienda

Parámetro	Estado de preservación de la vivienda	Peso ponderado:0,164
	Deteriorado	0,468
	En proceso de deterioro	0,268
Descriptores	Con refacciones	0,144
	Regular	0,076
	Buen estado	0,044

Fuente: Elaboración propia (2022)

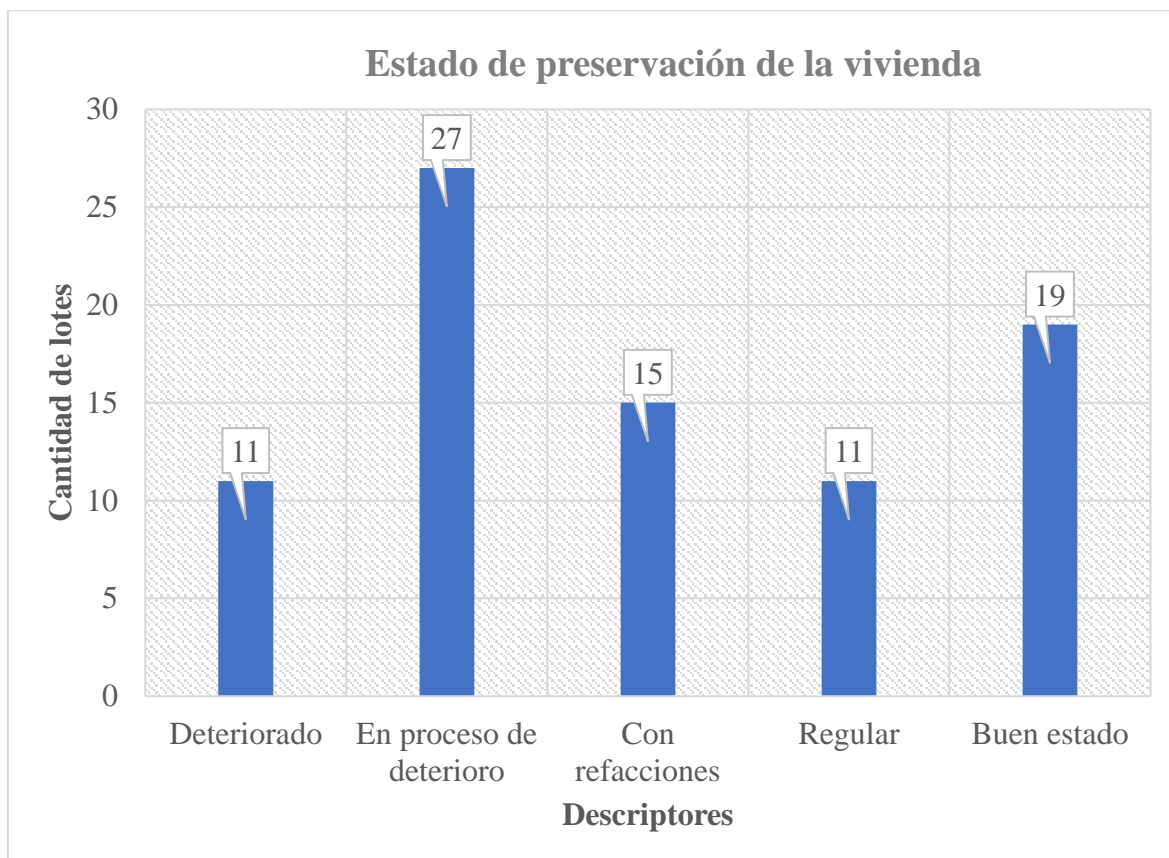


Figura 43. Estado de preservación de la vivienda

Fuente: Elaboración propia (2022)

Según la información obtenido de las encuestas en campo se tiene que la mayoría de las viviendas presentan alto deterioro sobre todo las viviendas que están más cercadas a las zonas de deslizamiento.

4.2.2.3 Resiliencia económica

Tabla 37.

Parámetro ocupación principal (jefe de hogar)

Parámetro	Ocupación principal (jefe de hogar)	Peso ponderado:0,581
	Trabajador familiar no remunerado	0,426
	Obrero/ peón	0,276
Descriptor	Agricultor/ Ganadero	0,170
	Empleado/Trabajador independiente	0,080
	Empleador	0,048

Fuente: Elaboración propia (2022)

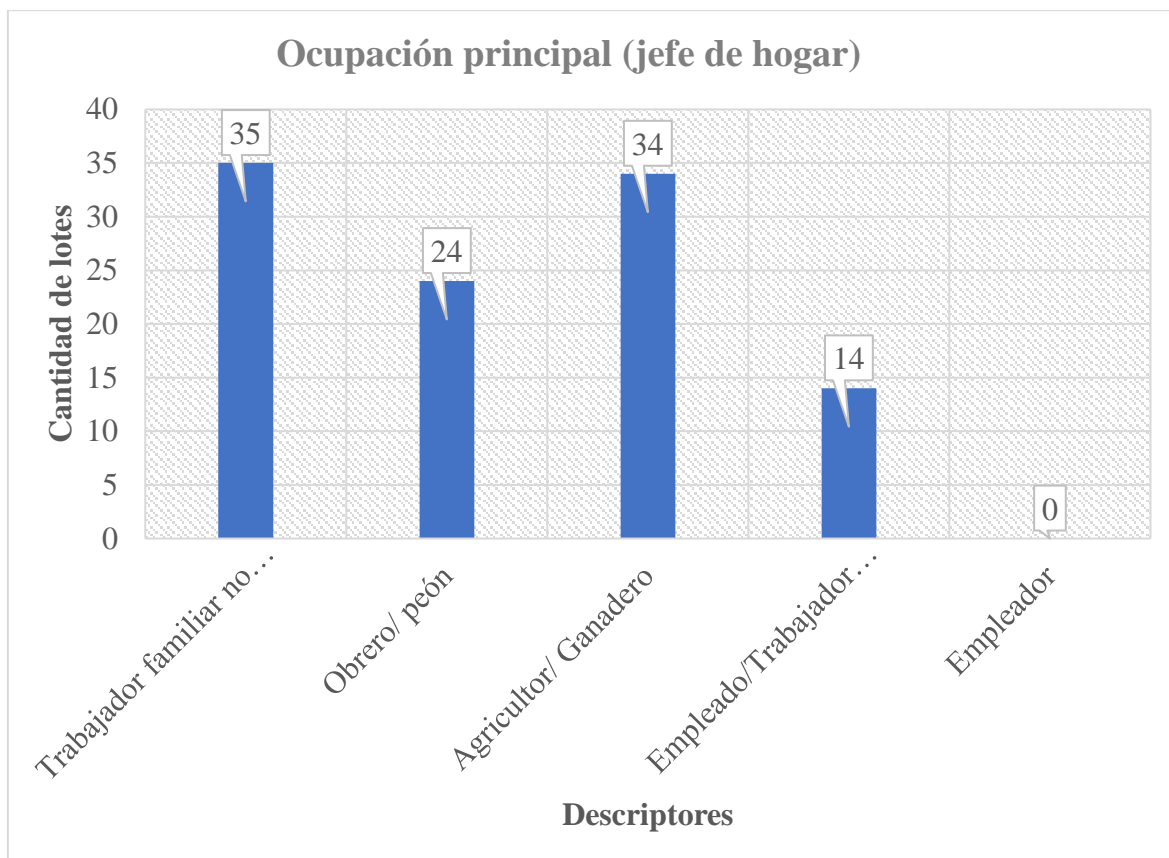


Figura 44. Ocupación principal (jefe de hogar)

Fuente: Elaboración propia (2022)

La ocupación principal de los pobladores del centro poblado de Mallas está distribuida de acuerdo con la figura, donde cierta cantidad de pobladores principalmente se dedican a la ganadería y agricultura, así mismo se tiene que también cierta parte de la población que pertenecen al grupo de adultos mayores y las amas de casa que dependen económicamente de sus hijos u otro familiar.

Tabla 38.

Parámetro ingreso familiar promedio mensual.

Parámetro	Ingreso familiar promedio mensual	Peso ponderado:0,309
	Menor al sueldo mínimo	0,454
	De 931 a 999 Soles	0,267
Descriptorios	De 1000 a 1599 Soles	0,149
	De 1600 a 1999 Soles	0,082
	Mayor a 2000 Soles	0,049

Fuente: Elaboración propia (2022)

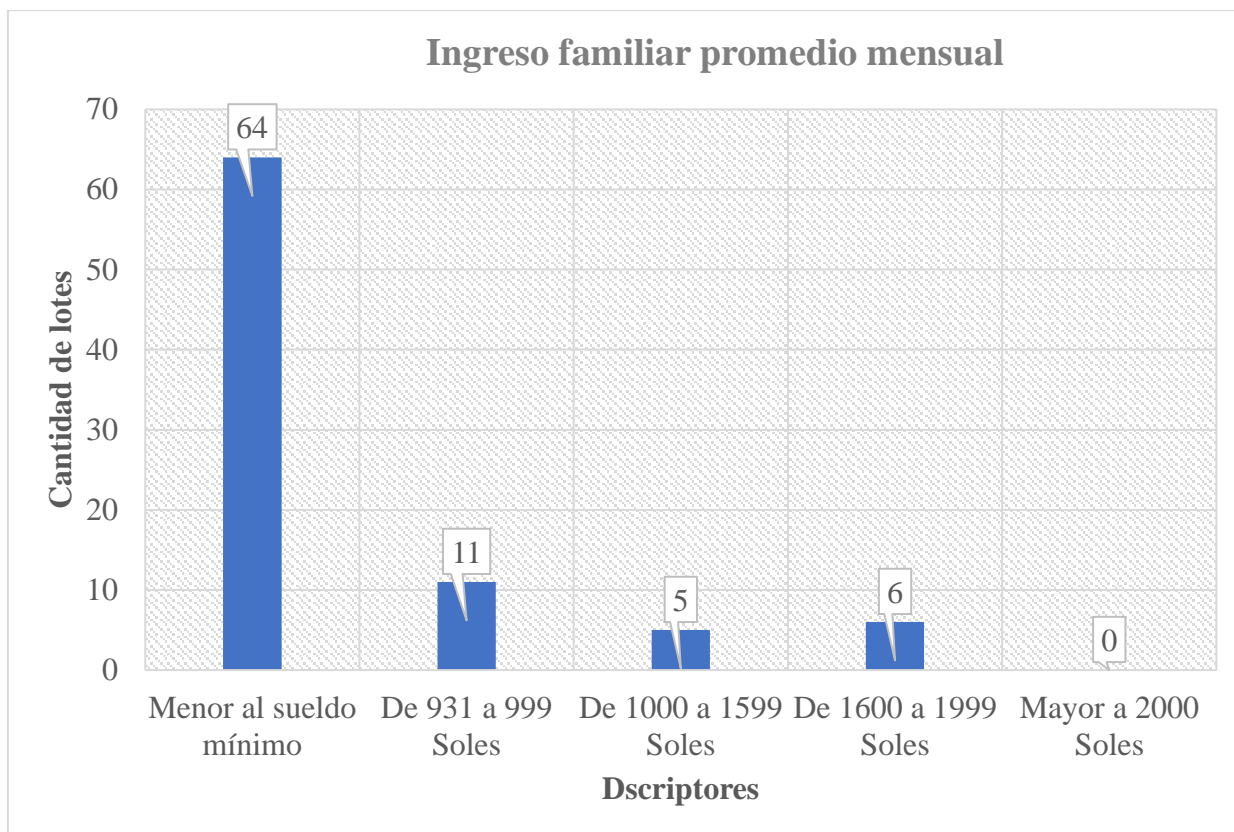


Figura 45. Ingreso familiar promedio mensual

Fuente: Elaboración propia (2022)

Según la encuesta realizada a los pobladores del centro poblado de Mallas la gran mayoría percibe un salario mínimo mensual principalmente esto se debe a que la mayor parte de los pobladores se dedica a la ganadería y agricultura extensiva, lo cual es complementado con lo que ellos producen y crían para su propio consumo de esta forma puedan satisfacer sus necesidades básicas.

Tabla 39.

Parámetro organización comunitaria

Parámetro	Organización comunitaria	Peso ponderado:0,110
	No le interesa	0,525
	Le interesa participar	0,244
Descriptor	Algunas veces participa	0,123
	Participa constantemente	0,068
	Organiza y participa siempre	0,040

Fuente: Elaboración propia (2022)

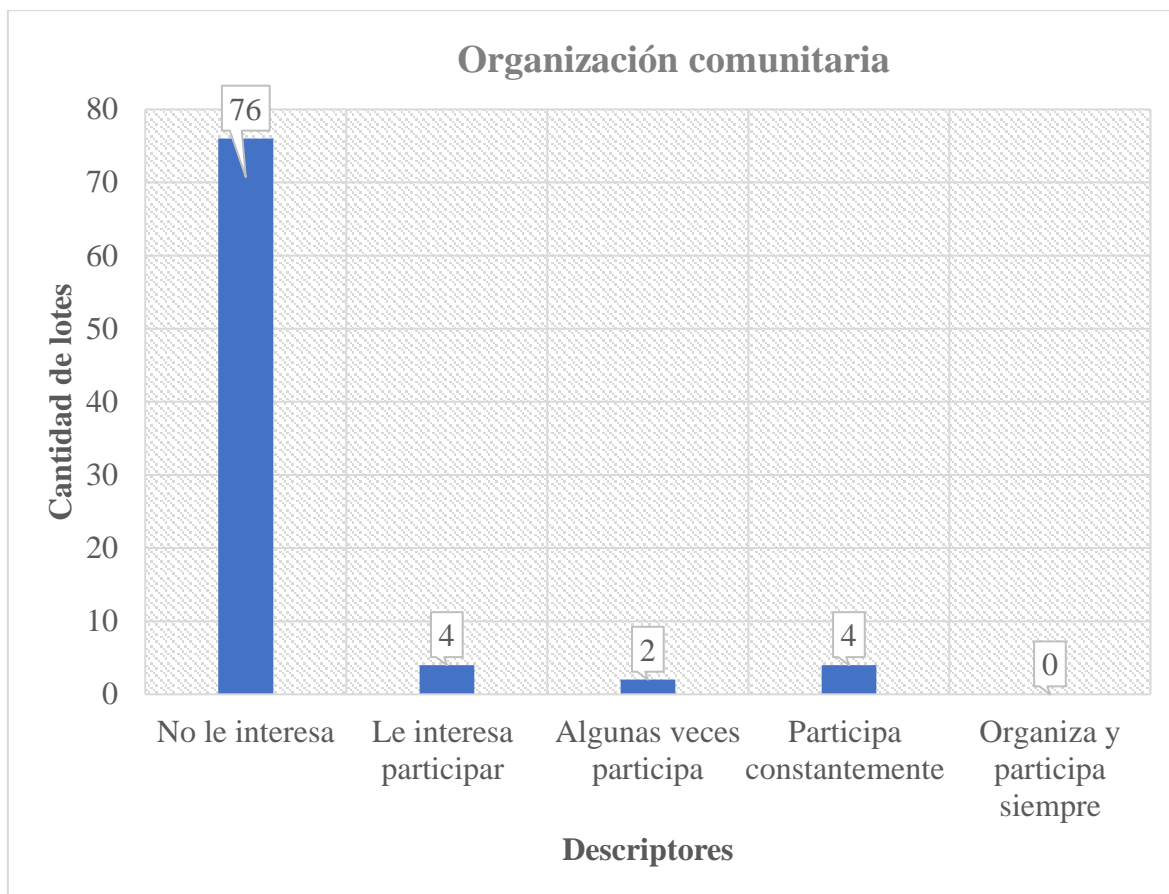


Figura 46. Organización comunitaria de los pobladores del centro poblado de Mallas

Fuente: Elaboración propia (2022)

Con respecto a este parámetro la mayoría de los pobladores no le toma mucha importancia esto se debe a que las autoridades locales no toman las medidas necesarias como brindarle capacitaciones, conformación de brigadas de emergencia e implementación de las zonas de evacuación y rescate en caso de ocurrencia de eventos adversos.

4.2.3 Dimensión ambiental

Se obtiene los siguientes resultados de la tabla a partir de la matriz de Saaty, cumpliendo con el criterio establecido para una matriz de 3x3.

Tabla 40.

Factores de la dimensión ambiental.

Dimensión	Ambiental	Peso ponderado: 0,110
Factores	Exposición	0,539
	Fragilidad	0,297
	Resiliencia	0,164

Fuente: Elaboración propia (2022)

4.2.3.1 Exposición ambiental

Tabla 41.
Parámetro pérdida del agua.

Parámetro	Pérdida del agua	Peso ponderado: 1,000
Descriptor	Contaminación de agua superficial y subterránea.	0,430
	Prácticas de consumo poblacional/ Fugas en redes de distribución	0,260
	Técnicas inadecuadas de riego	0,162
	Prácticas del uso de cauce y márgenes del río	0,099
	Uso recreacional	0,049

Fuente: Elaboración propia (2022)

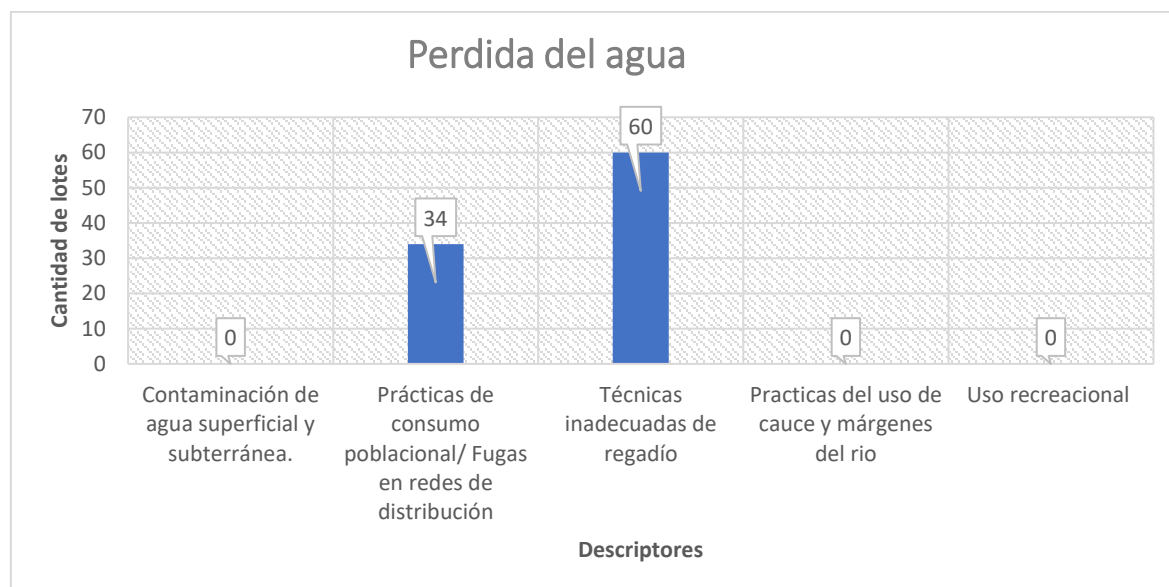


Figura 47. Las practicas inadecuadas que contribuyen a la pérdida del agua

Fuente: elaboración propia (2022)

Según la encuesta se tiene que la mayor cantidad de agua que se pierde es por el uso inadecuado de técnicas de riego, ya que una gran cantidad de pobladores aun prefiere regar sus tierras agrícolas por el método tradicional el cual consiste en transportar agua desde el río hasta las chacras por medio de canaletas en los que se pierde agua por infiltración, así mismo se tiene una gran deficiencia con los redes de distribución de agua potable por lo que la mayoría decide transportarlas por medio de tuberías y mangueras lo cual presenta fugas en su trayecto.

4.2.3.2 Fragilidad ambiental

Tabla 42.

Parámetro manejo y disposición de aguas residuales.

Parámetro	Manejo y disposición de aguas residuales	Peso ponderado:1,000
	Descarga a pocos metros de la vivienda	0,444
	Descarga directamente al río	0,262
Descriptor	Descarga a un pozo séptico	0,153
	Descarga a la red de alcantarilla	0,089
	No genera agua residual	0,053

Fuente: Elaboración propia (2022)

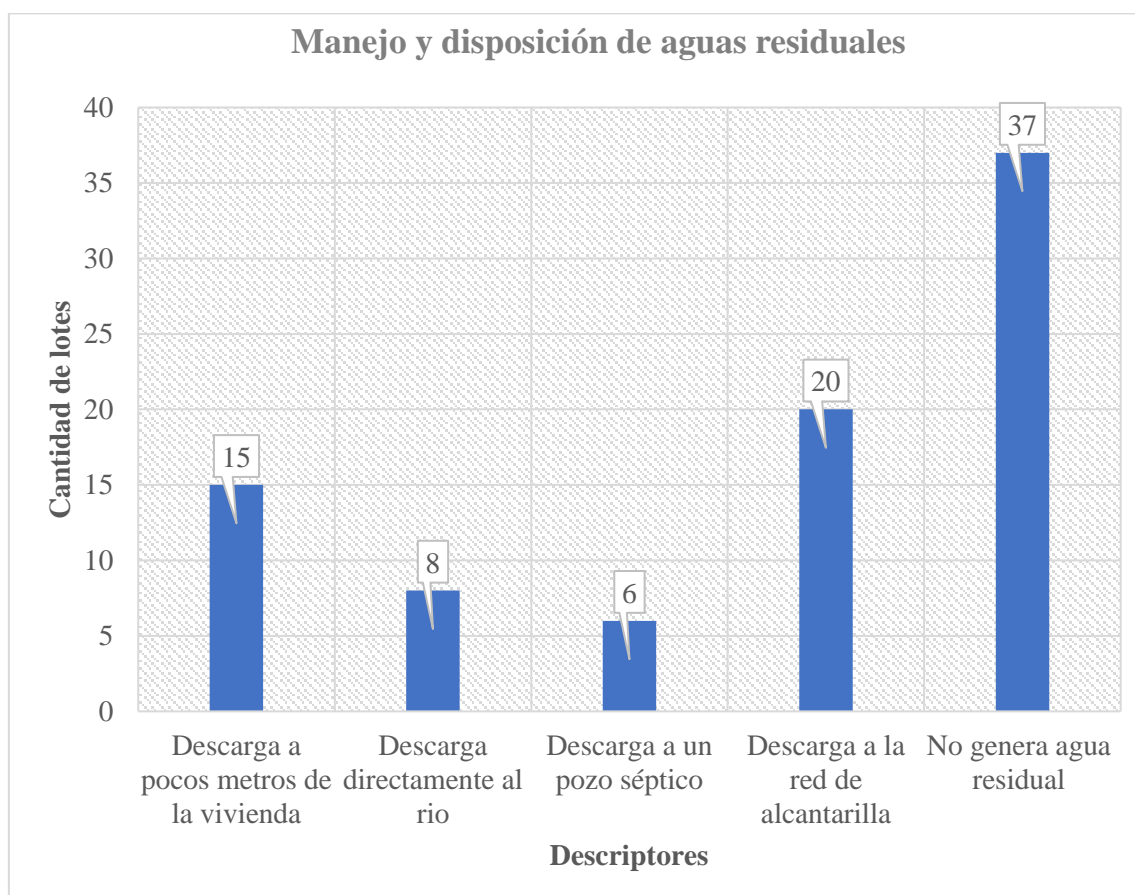


Figura 48. Manejo y disposición de las aguas residuales

Fuente: Elaboración propia (2022)

El manejo y disposición de las aguas residuales según los datos obtenidos de la encuesta cierta parte de la población descarga sus aguas residuales a pocos metros de la vivienda de no contar con un sistema de desagüe instalado así mismo la otra parte lo dispone a las alcantarillas los cuales conducen a las dos plantas de tratamiento de agua residual (PTAR)

de los cuales solo una queda operativa en el que gran parte de la alcantarilla ha sido expuesto por la activación del deslizamiento como consecuencia se pierde el agua residual en el transcurso por infiltración y no llega a los PTAR.

4.2.3.3 Resiliencia ambiental

Tabla 43.

Parámetro de formación en temas de preservación ambiental.

Parámetro	Formación en temas de preservación ambiental	Peso ponderado:1,000
Descriptores	No está capacitada	0,493
	Escasamente capacitada	0,254
	Reciben capacitación con regular frecuencia	0,144
	Se capacita constantemente	0,072
	Se capacita constantemente y pone en práctica los conocimientos	0,038

Fuente: Elaboración propia (2022)

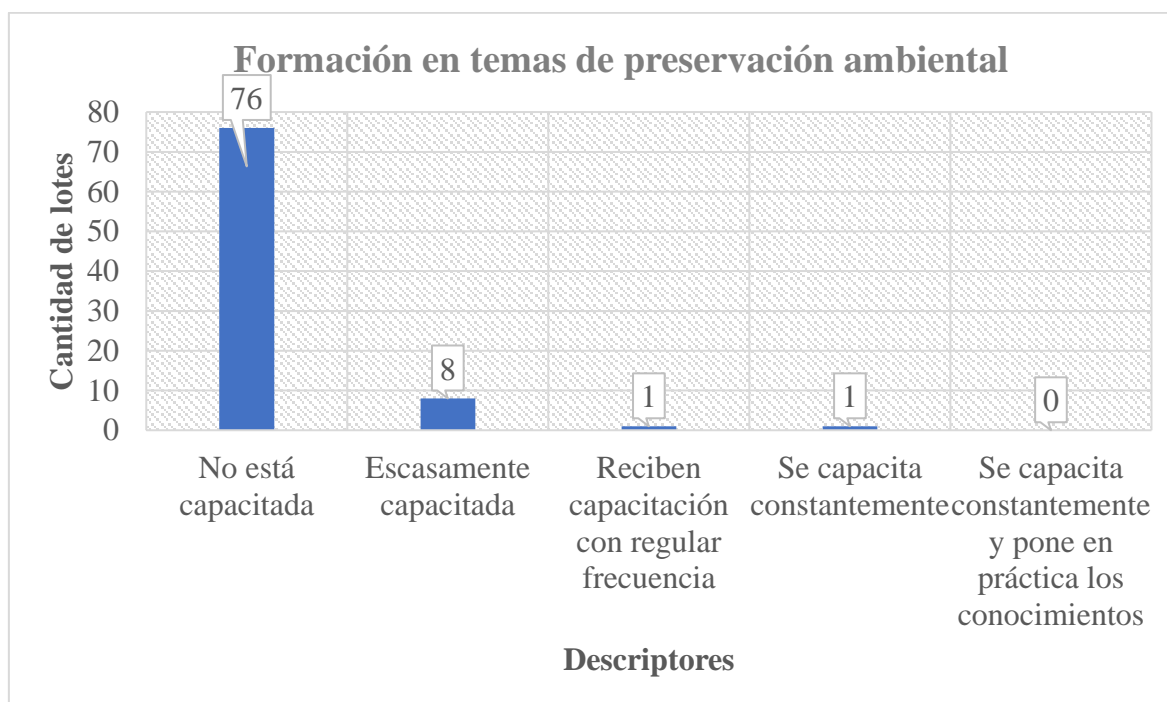


Figura 49. Formación en temas de preservación ambiental

Fuente: Elaboración propia (2022)

Según datos de la encuesta la mayoría de la población no está capacitada en temas de conservación ambiental en el cuidado del agua, suelo, aire, flora y fauna.

4.2.4 Niveles de vulnerabilidad

Después de realizar los pasos anteriores procedemos a realizar las siguientes tablas para obtener los niveles de vulnerabilidad, para lo cual se va a usar las siguientes formulas:

Dimensión = Valor exposición x Peso exposición + Valor fragilidad x Peso fragilidad + Valor resiliencia x Peso resiliencia

Vulnerabilidad=Valor D. social x Peso D. social + Valor D. económica x Peso D. económica + Valor D. ambiental x Peso D. ambiental

Tabla 44.

Cálculo de la dimensión social.

Dimensión social												
Exposición		Fragilidad				Resiliencia					Valor dimensión social	Peso dimensión social
P1	Peso	P1	P2	Valor	Peso	P1	P2	P3	Valor	Peso		
Valor	Peso	Pdes x P_Factor	Pdes x Ppar	Pdes x Ppar	P_Factor	Pdes x Ppar	Pdes x Ppar	Pdes x Ppar	P_Factor	P_Factor		
0,50	0,539	0,30	0,14	0,438	0,297	0,31	0,12	0,06	0,50	0,164	0,483	0,60
0,26	0,539	0,18	0,08	0,264	0,297	0,16	0,07	0,04	0,27	0,164	0,262	0,60
0,13	0,539	0,11	0,05	0,154	0,297	0,08	0,03	0,02	0,13	0,164	0,140	0,60
0,07	0,539	0,06	0,03	0,090	0,297	0,04	0,02	0,01	0,07	0,164	0,075	0,60
0,03	0,539	0,04	0,02	0,054	0,297	0,02	0,01	0,01	0,04	0,164	0,041	0,60

Fuente: Elaboración propia (2022)

Donde: P1, P2, P3 es el número de parámetros establecidos para cada factor, Pdes es el peso del descriptor, Ppar es el peso del parámetro y P_factor es el peso del factor

Tabla 45.
Cálculo de la dimensión económica.

Dimensión económica													
Exposición		Fragilidad					Resiliencia					Valor	Peso
P1	Peso	P1	P2	P3	Valor	Peso	P1	P2	P3	Valor	Peso	Valor	Peso
Valor	Peso	Pdes x	Pdes x	Pdes x	Pdes x	Pdes x	Pdes x	Pdes x	Pdes x	Pdes x	Pdes x	Valor	Peso
P par	P_Fac.	P par	P par	P par	P par	P_Fac.	P par	P par	P par	P par	P_Fac.	Valor	Peso
P par	P_Fac.	P par	P par	P par	P par	P_Fac.	P par	P par	P par	P par	P_Fac.	Valor	Peso
P par	P_Fac.	P par	P par	P par	P par	P_Fac.	P par	P par	P par	P par	P_Fac.	Valor	Peso
0,50	0,568	0,24	0,13	0,08	0,45	0,33	0,25	0,14	0,06	0,45	0,098	0,480	0,31
0,26	0,568	0,15	0,08	0,04	0,27	0,33	0,16	0,08	0,03	0,27	0,098	0,265	0,31
0,13	0,568	0,08	0,05	0,02	0,15	0,33	0,10	0,05	0,01	0,16	0,098	0,143	0,31
0,07	0,568	0,04	0,03	0,01	0,08	0,33	0,05	0,03	0,01	0,08	0,098	0,073	0,31
0,03	0,568	0,02	0,02	0,01	0,04	0,33	0,03	0,02	0,00	0,05	0,098	0,039	0,31

Fuente: Elaboración propia (2022)

Donde: P1, P2, P3 es el número de parámetros establecidos para cada factor, Pdes es el peso del descriptor, Ppar es el peso del parámetro y P_fac. es el peso del factor

Tabla 46.
Cálculo de dimensión ambiental.

Dimensión ambiental							
Exposición		Fragilidad		Resiliencia		Valor dimensión ambiental	Peso dimensión ambiental
Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso		
Pdes x P par	P_Factor	Pdes x P par	P_Factor	Pdes x P par	P_Factor		
Perdida del agua		Manejo y disposición de aguas residuales		Capacitación en temas de conservación ambiental			
0,43	0,539	0,44	0,297	0,49	0,164	0,444	0,11
0,26	0,539	0,26	0,297	0,25	0,164	0,260	0,11
0,16	0,539	0,15	0,297	0,14	0,164	0,156	0,11
0,10	0,539	0,09	0,297	0,07	0,164	0,092	0,11
0,05	0,539	0,05	0,297	0,04	0,164	0,048	0,11

Fuente: Elaboración propia (2022)

Donde: Pdes es el peso del descriptor, Ppar es el peso del parámetro y P_factor es el peso del factor

Tabla 47.
Los niveles de vulnerabilidad.

Dimensión social	Dimensión económica	Dimensión ambiental	Valor de la vulnerabilidad	Nivel de vulnerabilidad	Rangos
0,280	0,148	0,049	0,478	Vulnerabilidad Muy Alta	$0,263 \leq V < 0,478$
0,152	0,082	0,028	0,263	Vulnerabilidad Alta	$0,143 \leq V < 0,263$
0,081	0,044	0,017	0,143	Vulnerabilidad Media	$0,076 \leq V < 0,143$
0,043	0,023	0,010	0,076	Vulnerabilidad Baja	$0,041 \leq V < 0,076$
0,024	0,012	0,005	0,041		

Fuente: Elaboración propia (2022)

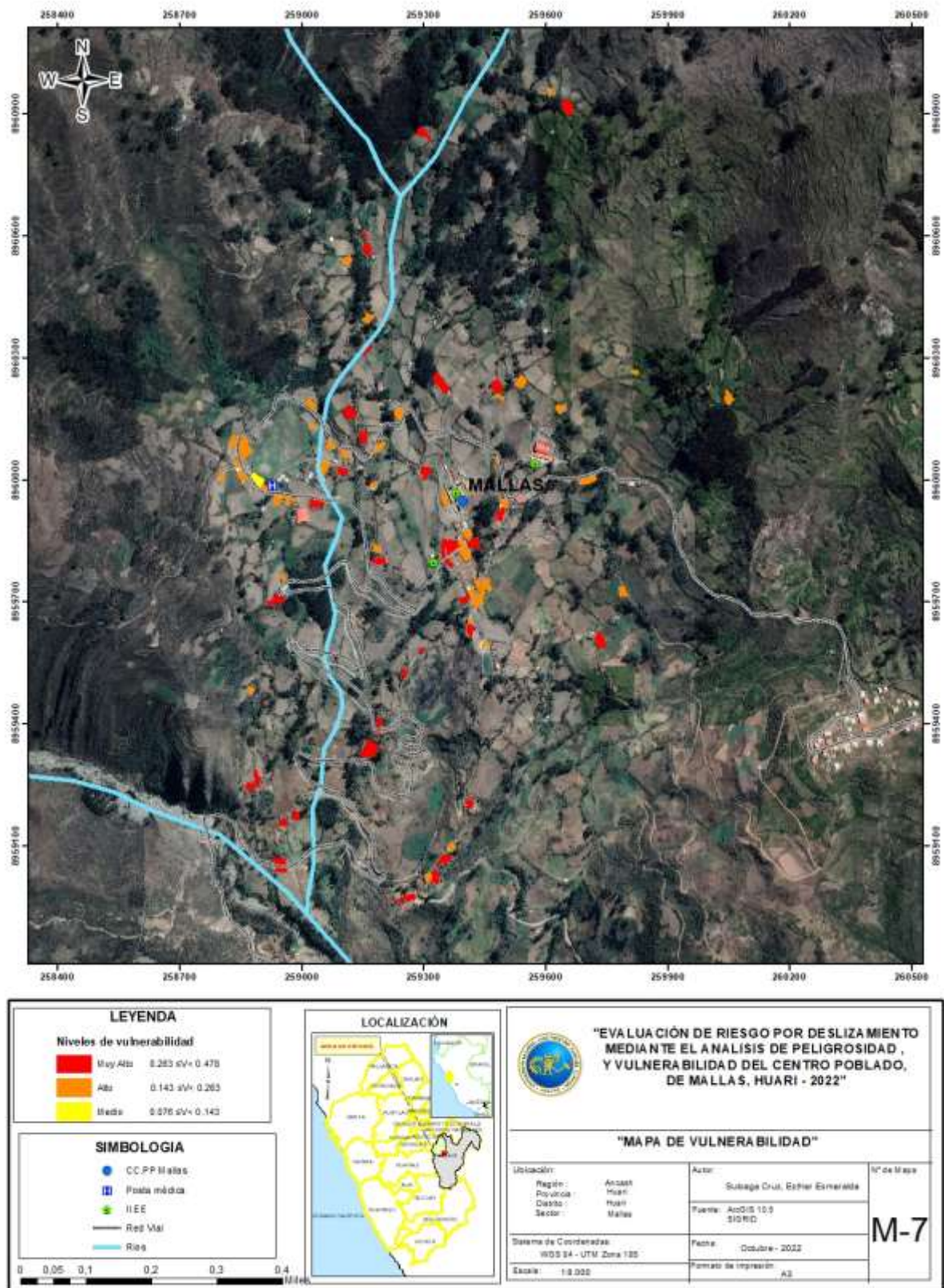


Figura 50. Mapa de los niveles de vulnerabilidad del centro poblado de Mallas

Fuente: elaboración propia (2022)

Se obtuvo los resultados del análisis de vulnerabilidad en sus tres dimensiones como corresponde en el que se tuvo un total de 47 lotes con nivel alto, 38 lotes con un nivel muy alto y 1 lote con nivel medio de vulnerabilidad del centro poblado de Mallas.

4.3 Evaluación de riesgo

A partir de la obtención de valores de los niveles de peligro y vulnerabilidad se reemplazaron los valores en la fórmula del riesgo detallados anteriormente, mediante el cual se obtienen los resultados de los niveles de riesgo para el área de estudio se obtiene los siguientes rangos de los niveles de riesgo.

Tabla 48.
Los niveles de riesgo.

Peligro	Vulnerabilidad	Riesgo	Rango	Nivel de riesgo
0,479	0,478	0,229	$0,082 \leq R < 0,229$	Riesgo Muy alto
0,310	0,263	0,082	$0,034 \leq R < 0,082$	Riesgo Alto
0,235	0,143	0,034	$0,014 \leq R < 0,034$	Riesgo Medio
0,187	0,076	0,014	$0,007 \leq R < 0,014$	Riesgo Bajo
0,159	0,041	0,007		

Fuente: elaboración propia

En base a la tabla anterior se procesó los datos en el programa de ArcGIS 10.5 de este modo se obtuvo el mapa de riesgo con sus 4 niveles de riesgo.

Así mismo los resultados obtenidos fueron un total de 38 lotes de nivel muy alto y 48 lotes del nivel alto riesgo en el centro poblado de Mallas.

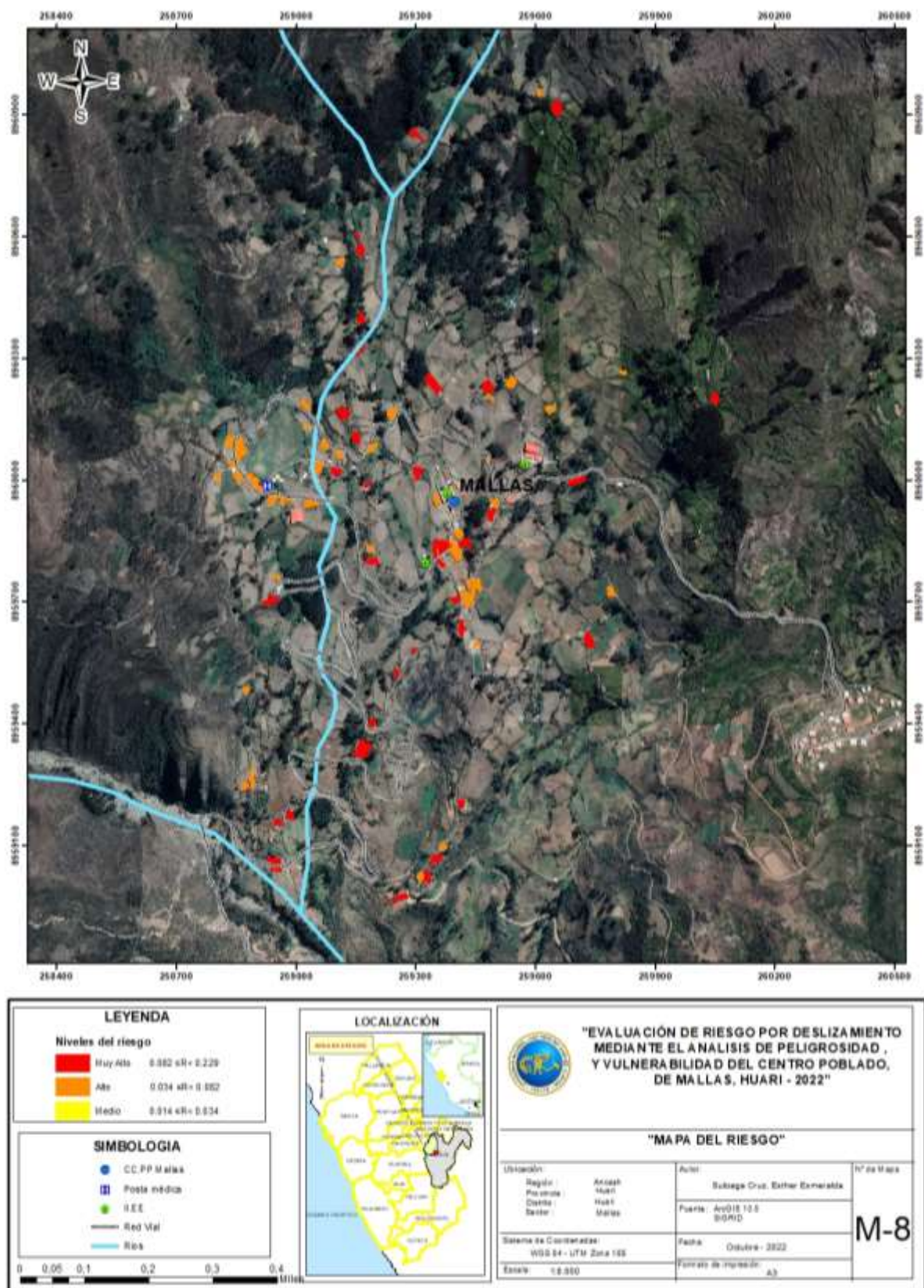


Figura 51. Mapa de los niveles de riesgo del centro poblado de Mallas.

Fuente: elaboración propia

CAPITULO V. DISCUSIONES

Las variables de estudio de peligrosidad y vulnerabilidad tuvo un enfoque basado en el manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales del CENEPRED (2014) en el que para un adecuado análisis del peligro se enfocó en la adecuada identificación de los factores condicionantes y desencadenantes que determinaron el grado de susceptibilidad que presentaba nuestra zona de estudio, lo cual hace referencia Medina (2020) en sus tesis de grado “Evaluación del riesgo por procesos de remoción en masa en el barrio la colina de la esperanza, municipio de Ocaña, departamento del norte de Santander, Colombia, cuyo enfoque metodológico fue de tipo descriptivo – cualitativo por lo que pretende verificar y comprender mejor los elementos condicionantes mas no se enfocó en medir el grado que puedan tener estos acontecimientos” lo cual presento mucha similitud con el enfoque al momento de abordar y establecer los factores condicionantes y desencadenantes del presente investigación.

Así mismo Oliva & Gallardo (2018) en su artículo de investigación “Evaluación del riesgo por deslizamiento de una ladera en la ciudad de Tijuana México”, considera para determinar la amenaza objeto de estudio se basa en métodos probabilísticos y determinísticos en base a una evaluación de los factores condicionantes y desencadenantes lo cual difiere de la metodología usada en la investigación, llegando así a los resultados con un contraste diferente debido a que el estudio está enfocado en determinar el margen de seguridad de la estabilidad de ladera adecuando los niveles de riesgo obtenido a ello.

Desde el punto de vista de Pedro (2019) lo cual alude en su artículo de investigación “Evaluación del riesgo de desastres por deslizamiento activados por lluvias, caso de estudio barrios informales de Mamera”, propone la metodología de Mora-Varhson-Mora (1992) para la identificación y evaluación de la amenaza por deslizamientos el cual presenta cierta similitud con la metodología propuesto por Thomas L. Saaty aplicada en esta investigación ya que aplica el criterio de jerarquías analíticas para evaluar los parámetros ajustado a la realidad local, así mismo para hallar la vulnerabilidad se usó el método propuesto por Padrón (2015), con ajustes realizado en los datos del Instituto Municipal de Gestión de Riesgos y Administración de Desastres (IMGRAD) en el que las viviendas son evaluadas y especializadas en el año 2013, obteniendo así los niveles de

vulnerabilidad física llegando a la conclusión de que al menos el 32% del territorio evaluado, se encuentra en condiciones para la activación de deslizamientos (susceptibilidad Alta y Muy Alta) con escenarios de riesgos o pérdidas probables por la activación de deslizamiento para periodos de retorno de 10 y 100 años y lluvias superiores a los 23.5 mm que superan el umbral por lo tanto los resultados coinciden con la investigación en el que se planteó un escenario de tiempo de retorno de 5 años con un umbral de precipitación que supera los 20,6 mm lo cual activaría el deslizamiento del centro poblado de Mallas.

Así mismo según la opinión de Londoño (2016) manifiesta en su tesis “evaluación del riesgo por deslizamientos en las ciudadelas de la Libertad y Atalaya del municipio de San José de Cúcuta” tuvo un enfoque metodológico para evaluar la amenaza mediante la calificación de la intensidad más la frecuencia adicional a ello el territorio afectado obteniendo los 3 niveles de amenaza cuyo enfoque contrasta con la metodología utilizada debido a que no se aplica la jerarquización de los parámetros de estudio así mismo el resultado obtenido es más cualitativo y menos ajustado a la realidad del mismo modo con lo respecta al enfoque de la evaluación de los niveles de vulnerabilidad. Del mismo modo teniendo en cuenta a Vélez (2019) afirma en su tesis de grado “susceptibilidad a deslizamiento en la comunidad el Paraíso de la ciudad de Portoviejo” plantea un enfoque metodológico de tipo descriptivo cartográfico por lo que se usó mapas sobre geología, geomorfología, hidrografía y uso de suelo para determinar la susceptibilidad a deslizamiento del área de estudio cuyo resultado presenta cierta semejanza con esta investigación en el que se estableció como los factores condicionantes a la pendiente, geomorfología y geología y así obtener la susceptibilidad del territorio en estudio.

Así mismo según los estudios realizados a nivel nacional citando a Caballero (2018) Alude en su tesis “Análisis del peligro y vulnerabilidades por movimiento de masas de tierra para mitigar los riesgos en el distrito de Cuenca” cuya metodología presenta un enfoque mixto cuantitativo – cualitativo para la evaluar los riesgos lo cual coinciden con la metodología usada en este estudio llegando a conclusiones que difieren de la investigación ya que se enfoca más en comprobar las hipótesis de estudio. Sin embargo, citando a Callirgos (2020) en su tesis de “Evaluación de riesgo por deslizamiento rotacional de tierra mediante el análisis de peligrosidad y vulnerabilidad en el centro poblado de Cuenca. Huancavelica”, emplea una metodología con un enfoque cuantitativo

lo cual se contrasta con esta investigación llegando así a resultados que coinciden en la obtención de los 4 niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo objetos de estudio.

Según Molocho (2017) en su artículo científico “Estimación del nivel de riesgo geológico en la ciudad de Bambamarca”, enfatiza en la metodología utilizada del proceso de análisis jerárquico lo cual calcula el grado de peligro y vulnerabilidad en base a parámetros y descriptores de estudio obteniendo así los resultados de los mapas de peligro de la localidad de Bambamarca y áreas urbanas por lo tanto estos resultados coinciden tanto con la metodología y resultados obtenido en la presente investigación. Adicional a ello según Gonzales (2020) manifiesta en su tesis “Evaluación de la vulnerabilidad ante riesgo por deslizamiento de la comunidad de chango distrito Chacayán, provincia Daniel Alcides Carrión, Pasco” en base a la metodología del Centro Nacional de estimación, prevención y reducción del riesgo de desastre - CENEPRED por lo tanto la metodología y los resultados obtenidos en esta investigación se cotejan con los resultados de esta investigación. Adicional a ello según Tirado (2020) “Evaluación del riesgo asociado a la vulnerabilidad física por laderas inestables en el tramo de carretera Cajamarca – Gavilán” tuvo un diseño metodológico de tipo descriptivo en el que se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia para determinar la cantidad de viviendas lo cual fue un total de 100 viviendas, se obtuvieron niveles muy altos y altos de vulnerabilidad así mismo niveles muy altos y altos de peligrosidad obteniendo como resultados de niveles muy altos y altos de riesgo, lo cual coincide con el método usado en esta investigación llegando así a obtener resultados en los que se obtuvo niveles muy altos y altos de peligrosidad, así mismo niveles altos y muy altos de vulnerabilidad por consiguiente niveles altos y muy altos de los niveles de riesgo..

CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Por lo tanto, los resultados obtenidos son de la interacción del peligro y vulnerabilidad del área de estudio, se concluye que se obtuvo un total de 38 lotes de muy alto riesgo y 48 lotes de nivel alto riesgo y no se hallaron lotes de nivel medio y bajo de tal manera que el centro poblado de Mallas tiene una alta probabilidad de que el riesgo se materialice y cause daños materiales y pérdidas de vida humana.
- Según los resultados del análisis de peligrosidad del centro poblado de Mallas se concluye que presenta un nivel muy alto de peligrosidad, en el que se llegó a identificar deslizamientos reactivados en los últimos años debido a los factores condicionantes que lo favorecen como la pendiente, geomorfología y geología del lugar aunado a ello el factor desencadenante como la lluvias anómalas o los movimientos telúricos constantes que ocurren, causando como consecuencia una zona latente a la ocurrencia de los deslizamientos.
- De acuerdo a los resultados del análisis de vulnerabilidad del centro poblado de Mallas se concluye que presenta un total de 38 lotes que tienen el nivel más alto de vulnerabilidad, 47 lotes de alto nivel y 1 lotes de nivel medio de vulnerabilidad los cuales analizados en la dimensión social cuyo descriptores de mayor influencia fueron la falta del servicios de agua potable y la falta de preparación en materia de riesgo de desastres, del mismo modo en lo económico está relacionado con una deficiente organización comunitaria, falta de recursos financieros y equipamiento para hacer frente a las emergencias y por último en lo ambiental por lo que la población no tiene formación en textos sobre preservación ambiental de los componentes como el agua, suelo, aire, flora y fauna.

6.2 Recomendaciones

Medidas estructurales

- Es necesario la cimentación de gaviones de protección riverena de las márgenes del río Rurichinchay, esto ayudara a controlar el socavamiento lateral en el pie de montaña o talud del asentamiento de la población del centro poblado de Mallas.
- Se recomienda también la construcción de canales impermealizados para la conducción de los ríos en las zonas en el que se presenta deslizamiento, ya que esto ocasiona que el agua se pierda por infiltración resultando en las partes bajas del terreno acelerando así el deslizamiento.
- Se recomienda realizar proyectos de instalación de servicios básicos con el agua potable evaluando la zona y las futuras zonas de deslizamiento para la instalación de tanques de almacenamiento y las áreas de conducción hacia las viviendas no se vean afectadas por los deslizamientos.

Medidas no estructurales

- Se recomienda realizar capacitaciones en temas de gestión de riesgo de desastre el cual no solo consistirá en cómo actuar frente a la ocurrencia de desastres, sino también en prevenir la generación de nuevos escenarios de riesgo.
- Se recomienda que una adecuada capacitación para mejorar la organización comunitaria que tiene la población del centro poblado de Mallas, así mismo las autoridades deben proveerle los recursos necesarios para actuar frente a la ocurrencia del riesgo.
- Se recomienda realizar charlas de concientización ambiental en el manejo sostenible de los recursos naturales como el agua, el suelo, el aire, flora y fauna del lugar ya que en la actualidad se vive un escenario de cambio climático el cual hace que se presenten mayores eventos naturales de gran magnitud.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso S., F. (2014). *Introducción a los sistemas de información geográfica*. España: Recuperado de: <https://www.um.es/geograf/sigmur/temariohtml>.
- Arias G., J., & Covinos G., M. (2021). *Diseño y metodología de la investigación*. Lima: Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú. Recuperado de: <https://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2260>.
- Caballero I, H. (2018). *Análisis del peligro y vulnerabilidades por movimiento de masas de tierra para mitigar los riesgos en el distrito de Cuenca (Tesis de grado académico doctor)*. Huancavelica: Recuperado de: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2172>.
- Callirgos M., L. (2020). *Evaluación de riesgo por deslizamiento rotacional de tierra mediante el análisis de peligrosidad y vulnerabilidad en el centro poblado de Cuenca - Huancavelica (Tesis de pregrado)*. Lima: Recuperado de: <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/4446>.
- Centro Nacional de estimación, prevención y reducción del riesgo de desastre [CENEPRED]. (2014). *Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión*. Lima: Recuperado de: https://cenepred.gob.pe/.../Manual-Evaluacion-de-Riesgos_v2.pdf.
- Concha N., R. F., & F.B., B. G. (2019). *Evaluación geológica del deslizamiento de San Bernardo de Colpa*. Lima: Recuperado de: <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/3082>.
- Decreto Supremo. N° 048-2011-PCM. (26 de Mayo de 2011). *Sistema nacional de información ambiental (SINIA)*. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/reglamento-ley-no-29664-sistema-nacional-gestion-riesgo-desastres>
- Gonzales L., J. (2020). *Evaluación de la vulnerabilidad ante riesgo por deslizamiento de la comunidad de Chango distrito Chacayán, provincia Daniel Alcides Carrión, Pasco (Tesis de pregrado)*. Lima : Recuperado de: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/61750?locale-attribute=en>.

- Highland, L. M., & Bobrowsky, P. (2008). *Manual de derrumbes: Una guía para entender todo sobre los derrumbes*. EE. UU.: Reston, Virginia, Circular 1325 del Sistema Geológico de los EUA. Recuperado de: <https://www.geologiaviva.info/ingenieria/manual-de-derrumbes-una-guia-para-entender-todo-sobre-derrumbes/>.
- Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET). (2021). *Evaluación de peligros geológicos en el Centro Poblado de Mallas, distrito de Huari, provincia de Huari, región Ancash, Lima (Informe técnico N° A7127)*. Lima: Recuperado de: <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/3082>.
- Instituto Nacional de Defensa Civil [INDECI]. (2010). *Terminología de Defensa Civil*. Lima: Dirección Nacional de Educación y Capacitación. Recuperado de: [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/C9782D86F1BDCA1D05257E7C00717A86/\\$FILE/glosario_final.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/C9782D86F1BDCA1D05257E7C00717A86/$FILE/glosario_final.pdf).
- Instituto nacional de defensa civil [INDECI]. (2011). *Manual de estimación del riesgo ante movimientos en masa en laderas (Cuaderno técnico N° 3)*. Lima: Dirección Nacional de Prevención. Recuperado de: <https://www.coursehero.com/file/92321366/manual-de-estimaci%C3%93n-del-riesgo-ante-movimientos-en-masa-en-laderaspdf/>.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI]. (2017). Directorio Nacional de Centros Poblados. Recuperado de: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm.
- Londoño B., F. (2016). *Evaluación de riesgo por deslizamiento en las ciudadelas de la Libertad y Atalaya del municipio de San José de Cúcuta (Tesis de pregrado)*. Colombia: Recuperado de: <http://repositorio.ufpso.edu.co/jspui/handle/123456789/1439>.
- Maskrey, A. (1993). Los desastres no son naturales. En O. D. Cardona A., *Los desastres no son naturales* (págs. 54 - 55). Panamá: Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina - LA RED.
- Moloch D, E. (2017). *Estimación del nivel de riesgo geológico en la ciudad de Bambamarca (Tesis de pregrado)*. Cajamarca : Recuperado de:

https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNC_f968a45af7f52a3fee1f0510433b7ea1/Details.

Oliva G., A., & Gallardo A., R. (2018). Evaluación del riesgo por deslizamiento de una ladera en la ciudad de Tijuana, México. *Revista Tecnura*. 22(55), 34-50. DOI: <https://doi.org/10.14483/22487638.12063>.

Ordoñez, J. (2019). *Movimiento en masa por lluvias intensas en el Perú*. Lima: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI. Recuperado de <https://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/291>.

Pedro C., C. (2019). Evaluación del riesgo de desastres por deslizamientos activados por lluvias. caso estudio: barrios informales de Mamera - El Junquito. *Terra. Nueva Etapa*, vol. XXXV, núm. 57, Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72163802004>.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD]. (2010). Evaluación del Riesgo de desastres. *Buró de Prevención de Crisis*. Recuperación de: <https://www1.undp.org/content/undp/es/home.html>, 3.

Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. (2007). *Movimiento en masa en la región andina: Una guía para la evaluación de amenazas*. Lima: Recuperado de: <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/2830>.

Rolleri A., G. M. (2019). *Compendio estadístico del INDECI 2019 en la preparación, Respuesta y Rehabilitación de la GDR*. Lima: Industria Grafica Macoles S.C.R.. Recuperado de: <https://portal.indeci.gob.pe/direccion-politicas-y-planos/compendios-estadisticos>.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI. (2014). *Umrales y precipitación absolutas*. Lima .

Solis C., A. M., & Medina A., D. C. (2020). *Evaluación del riesgo por procesos de remoción en masa en el barrio Colinas de la Esperanza, Municipio de Ocaña, Departamento del norte de Santander, Colombia (Tesis de pregrado)*. Ocaña: Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. Recuperado de: <http://repositorio.ufpso.edu.co/jspui/handle/123456789/2699>.

- Tirado S, M. (2020). *Evaluacion del riesgo asociado a la vulnerabilidad fisica por laderas inestables en el tramo de la carretera Cajamarca - Gavilán, 2018 (Tesis de pregrado)*. Cajamarca : Recuperado de: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNC_f59b9dd2278741b68abf2cfbdac10fbd.
- Vélez M., M. (2019). *Susceptibilidad a deslizamiento en la comunidad el Paraiso de la Ciudad de Portoviejo (Tesis Pregrado)*. Manabí: Recuperado de: <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1893>.
- Yelena H., A., & Hildebrando R., A. (2016). Evaluacion del riesgo asociado a vulnerabilidad física por taludes y laderas inestables en la microcuenca Cay, Ibague, Tolima, Colombia. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*. 26(2), 111 - 128. DOI: <http://dx.doi.org/10.18359/rcin.1800>.

ANEXOS


Anexo 1 Matriz De Consistencia

TITULO: “EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE PELIGROSIDAD Y VULNERABILIDAD DEL CENTRO POBLADO DE MALLAS, HUARI - 2022”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Metodología
<p>Problema general:</p> <p>¿Cuál es el nivel de riesgo por deslizamiento rotacional de tierra obtenidos mediante el análisis de peligrosidad y vulnerabilidad del centro poblado de Mallas, Huari – 2022?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Evaluar el nivel de riesgo por deslizamiento rotacional de tierra mediante el análisis de peligrosidad y vulnerabilidad del centro poblado de Mallas, Huari – 2022</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>El nivel de riesgo por deslizamiento rotacional de tierra mediante el análisis de peligrosidad y vulnerabilidad es muy alto en el centro poblado de Mallas, Huari – 2022.</p>	<p>Variable dependiente:</p> <p>Riesgo por deslizamiento</p>	<p>- Nivel de riesgo</p> <p>Indicadores:</p> <p>- Nivel de riesgo muy alto</p> <p>- Nivel de riesgo alto</p> <p>- Nivel de riesgo medio</p> <p>- Nivel de riesgo bajo</p>	<p>Diseño metodológico</p> <p>Tipo:</p> <p>Aplicada con diseño no experimental de tipo transversal</p> <p>Nivel:</p> <p>Descriptivo.</p> <p>Enfoque:</p> <p>Mixto, cualitativo y cuantitativa</p>
<p>Problemas específicos:</p> <p>1. ¿Cuál el nivel de peligrosidad del deslizamiento rotacional de tierra del centro poblado de Mallas, Huari - 2022?</p>	<p>Objetivos específicos:</p> <p>1. Analizar el nivel de peligrosidad del deslizamiento rotacional de tierra del centro poblado de Mallas, Huari - 2022.</p>	<p>Hipótesis específicas:</p> <p>1. El nivel de peligrosidad del deslizamiento rotacional de tierra es muy alto en el centro poblado de Mallas, Huari – 2022.</p>	<p>Variable independiente:</p> <p>Peligrosidad</p>	<p>a) Parámetro de evaluación</p> <p>Indicadores:</p> <p>- Tiempo de retorno</p> <p>b) Susceptibilidad de territorio</p> <p>Indicadores:</p> <p>- Pendiente</p>	<p>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</p> <p>- Revisión bibliográfica.</p> <p>- Levantamiento de información en campo.</p>

<p>2. ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad al peligro deslizamiento rotacional de tierra, en sus dimensiones sociales, económicos y ambientales del centro poblado de Mallas, Huari - 2022?</p> <p>3. ¿Se debe elaborar el mapa de riesgo por deslizamiento rotacional de tierra del centro poblado de Mallas, Huari – 2022?</p>	<p>2. Analizar el nivel de vulnerabilidad al peligro deslizamiento rotacional de tierra, en sus dimensiones sociales, económicos y ambientales del centro poblado de Mallas, Huari - 2022.</p> <p>3. Elaborar el mapa de riesgo por el deslizamiento rotacional de tierra del centro poblado de Mallas, Huari – 2022.</p>	<p>2. El nivel de vulnerabilidad al peligro deslizamiento rotacional de tierra, en sus dimensiones sociales, económicos, y ambientales es muy alto en el centro poblado de Mallas, Huari – 2022.</p> <p>4. El mapa de riesgo por deslizamiento rotacional de tierra del centro poblado de Mallas presenta un nivel muy alto de riesgo.</p>	<p>Variable independiente: Vulnerabilidad</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Unidades geomorfológicas - Unidades geológicas - Precipitación anómala <ul style="list-style-type: none"> a) Social b) Económica c) Ambiental 	<p>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ficha de levantamiento de información <p>Equipos</p> <ul style="list-style-type: none"> - GPS - Cámara fotografía - Cuaderno de campo
---	---	---	--	--	--

Anexo 2 Instrumento de investigación.

 UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL TESIS: “EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE PELIGROSIDAD Y VULNERABILIDAD DEL CENTRO POBLADO DE MALLAS, HUARI - 2022”				
FICHA DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN				
Lote:			Denominación de la zona:	
Nombre y Apellido del jefe de familia:				
Coordenadas:	Este:	Norte:	Ubigeo:	021001
Dirección del predio (referencia):				
Fecha de encuesta:			Responsable:	
ENCUESTA				
DIMENSIÓN	FACTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	MARCAR (X)
SOCIAL	EXPOSICIÓN	¿Cuántas personas viven en este lote?	> de 6 personas	
			Entre 4 a 6 personas	
			entre 1 a 3 personas	
			Persona sola	
			Deshabilitado	
	FRAGILIDAD	¿Qué grupo etario habita en este lote?	De 0 a 5 y > a 65 años	
			De 6 a 12 y de 61 a 65 años	
			De 13 a 15 y de 51 a 60 años	
			De 16 a 30 años	
			De 31 a 50 años	
	RESILIENCIA	¿Cuenta con servicio de agua potable?	No cuenta con este servicio	
			Ríos, pozos y puquiales	
			Cisternas de reparto de agua	
			Red de agua no potable	
	RESILIENCIA	¿Tiene conocimiento pasado sobre ocurrencia de desastres en su localidad?	Red pública de agua potable	
No tiene conocimiento				
Escasamente conoce				
Muy poco conocimiento				
Regular conocimiento				
RESILIENCIA	¿Ha recibido alguna formación en materia de	Conocimiento ampliamente		
		Casi nunca		
		Entre 6 - 7 años		

		gestión de riesgo de desastres por parte de sus autoridades?	Entre 4 - 5 años		
			Entre 2 - 3 años		
			Anualmente		
		¿Cuál es su interés de participar en campañas de prevención de riesgo?	No hay interés en lo absoluto		
			A veces se interesa		
			Lo hace si hay incentivos		
			Siempre está participando		
		ECONOMICA	EXPOSICION	¿Qué distancia se encuentra la vivienda de la zona de peligro?	< a 20 m. del peligro
	Entre 20 - 50 m. del peligro				
	Entre 50 - 100 m. del peligro				
	Entre 100 - 200 m. del peligro				
	> a 200 m. del peligro				
	FRAGILIDAD		¿Cuál es el material predominante en la pared de la vivienda?	Madera	
				Tapial	
Adobe con reforzamiento					
Tapia con reforzamiento					
¿Cuál es la antigüedad de construcción de la vivienda?			Mas de 40 años		
			Entre 30 a 40 años		
			Entre 20 a 30 años		
		Entre 10 a 20 años			
¿En qué etapa de preservación se encuentra la vivienda?	Menos de 10 años				
	Deteriorado				
	En proceso de deterioro				
	Con refacciones				
RESILIENCIA	¿Cuál es la ocupación principal del jefe de hogar de la vivienda?	Regular			
		Buen estado			
		Trabajador familiar no remunerado			
		Obrero/ peón			
		Agricultor/ Ganadero			
	¿Cuál es el ingreso familiar promedio mensual?	Empleado/Trabajador independiente			
		Empleador			
		Menor al sueldo mínimo			
		De 931 a 999 Soles			
		De 1000 a 1599 Soles			
		De 1600 a 1999 Soles			
		Mayor a 2000 Soles			

		¿Participa en la organización comunitaria?	No le interesa	
			Le interesa participar	
			Algunas veces participa	
			Participa constantemente	
			Organiza y participa siempre	
AMBIENTAL	EXPOSICION	¿De qué formas se pierde del agua?	Contaminación de agua superficial y subterránea.	
			Prácticas de consumo poblacional/ Fugas en redes de distribución	
			Técnicas inadecuadas de riego	
			Prácticas del uso de cauce y márgenes del río	
			Uso recreacional	
	FRAGILIDAD	¿Cómo es el manejo y disposición de las aguas residuales?	Descarga a pocos metros de la vivienda	
			Descarga directamente al río	
			Descarga a un pozo séptico	
			Descarga a la red de alcantarilla	
			No genera agua residual	
	RESILIENCIA	¿Tiene capacitación en temas de preservación ambiental?	No está capacitada	
			Escasamente capacitada	
			Reciben capacitación con regular frecuencia	
			Se capacita constantemente	
			Se capacita constantemente y pone en práctica los conocimientos	

Anexo 3 Panel fotográfico



Figura 52. Vista de la plaza de armas del centro poblado de Mallas



Figura 53. Zona baja donde resulta el agua de infiltración en el que se ve el escarpe del deslizamiento.



Figura 54. Vista panorámica de la quebrada del rio Rurichinchay



Figura 55. Vista panorámica de la zona de deslizamiento entre los barrios de Huaroya y Cuntuyoc



Figura 56. Zona baja del deslizamiento que sube desde el rio Rurichinchay



Figura 57. Zonas de cultivo de maíz



Figura 58. Carretera obstruida por las intensas lluvias



Figura 59. Vista del tramo de la carretera con deslizamiento constante



Figura 60. Vista de la vivienda que presenta rajaduras en las paredes



Figura 61. Vista interior de la vivienda colapsada a causa de las grietas tensionales del deslizamiento de la zona.



Figura 62. Encuesta a los pobladores del barrio Huaroya del centro poblado de Mallas



Figura 63. Encuesta a los pobladores más jóvenes del centro poblado de Mallas



Figura 64. Realizando la encuesta en el barrio Cuntuyoc del centro poblado de Mallas



Figura 65. Vista del nivel de piso por donde pasa el deslizamiento



Figura 66. Vista de la rajadura en la pared de la vivienda como consecuencia del deslizamiento que atraviesa la vivienda.



Figura 67. Vista de la vivienda edificada hace dos años totalmente deteriorada por la activación del deslizamiento.



Figura 68. Vista de la vivienda más cercana al río Rurichinchay