

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA



Determinación del riesgo por flujo de detritos en la cuenca baja del
río Chancay – Huaral 2020

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL

AUTORES

Andhy Ronaldo Iglesias Soto

Flavio Enrique La Cruz Alor

ASESOR

José Miguel Montemayor Mantilla

Huaura, Perú

2023

METADATOS COMPLEMENTARIOS**Datos de los Autores****Autor 1**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

Autor 2

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

Autor 3

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

Autor 4

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

Datos de los Asesores**Asesor 1**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (Obligatorio)	

Asesor 2

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (Obligatorio)	

Datos del Jurado

Presidente del jurado

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Segundo miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Tercer miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Datos de la Obra

Materia*	
Campo del conocimiento OCDE Consultar el listado:	
Idioma	
Tipo de trabajo de investigación	
País de publicación	
Recurso del cual forma parte (opcional)	
Nombre del grado	
Grado académico o título profesional	
Nombre del programa	
Código del programa Consultar el listado:	

***Ingresar las palabras clave o términos del lenguaje natural (no controladas por un vocabulario o tesauro).**

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA N° 032 - 2023/UCSS/FIA/DI

Siendo las 09:00 a.m. del lunes 31 de julio de 2023, a través de la plataforma virtual zoom de la Universidad Católica Sedes Sapientiae, el Jurado de Tesis integrado por:

- | | |
|------------------------------------|-----------------|
| 1. Claudia Daniela Ramos Delgado | presidente |
| 2. Maximiliana Irene Castro Medina | primer miembro |
| 3. José Miguel Vílchez Guerrero | segundo miembro |
| 4. José Miguel Montemayor Mantilla | asesor |

Se reunieron para la sustentación virtual de la tesis titulada **Determinación del riesgo por flujo de detritos en la cuenca baja del río Chancay – Huaral 2020**, que presentan los bachilleres en Ciencias Ambientales **Andhy Ronaldo Iglesias Soto y Flavio Enrique La Cruz Alor**, cumpliendo así con los requerimientos exigidos por el reglamento para la modalidad de titulación; la presentación y sustentación de un trabajo de investigación original, para obtener el Título Profesional de **Ingeniero Ambiental**.

Terminada la sustentación y luego de deliberar, el Jurado acuerda:

APROBAR

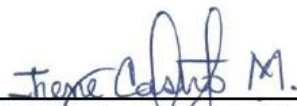
DESAPROBAR

La tesis, con el calificativo de **MUY BUENA** y eleva la presente Acta al Decanato de la Facultad de Ingeniería Agraria, a fin de que se declare EXPEDITA para conferirle el TÍTULO de INGENIERO AMBIENTAL.

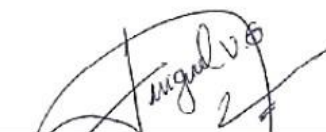
Lima, 31 de julio de 2023.



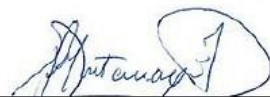
Claudia Daniela Ramos Delgado
Presidente



Maximiliana Irene Castro Medina
Primer miembro



José Miguel Vílchez Guerrero
Segundo miembro



José Miguel Montemayor Mantilla
Tercer miembro

Anexo 2

CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR(A) DE **TESIS** / INFORME ACADÉMICO/ TRABAJO DE INVESTIGACIÓN/ TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL CON INFORME DE EVALUACIÓN DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO

Ciudad, 06 de noviembre de 2023

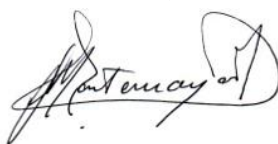
Señor(a),
Wilfredo Mendoza Caballero
Jefe del Departamento de Investigación
Facultad de Ingeniería Agraria

Reciba un cordial saludo.

Sirva el presente para informar que **la tesis** / informe académico/ trabajo de investigación/ trabajo de suficiencia profesional, bajo mi asesoría, con título: **Determinación del riesgo por flujo de detritos en la cuenca baja del río Chancay - Huaral 2020**, presentado por Andhy Ronaldo Iglesias Soto (CODIGO DE ESTUDIANTE: 2015101845 y DNI: 72658963) y Flavio Enrique La Cruz Alor (CODIGO DE ESTUDIANTEE: 2015200569 y DNI: 72796770) para optar el título profesional de Ingeniería Ambiental ha sido revisado en su totalidad por mi persona y **CONSIDERO** que los mismos se encuentran **APTOS** para continuar con el proceso de Titulación.

Asimismo, para garantizar la originalidad del documento en mención, se le ha sometido a los mecanismos de control y procedimientos similitud, previstos en la normativa interna de la Universidad, **cuyo resultado alcanzó un porcentaje de similitud de 0.0 % (Cero%)**. Por tanto, en mi condición de asesor, firmo la presente carta en señal de conformidad y adjunto el informe de similitud del Sistema Antiplagio Turnitin, como evidencia de lo informado.

Sin otro particular, me despido de usted. Atentamente,



Firma del Asesor (a)

DNI N°: 156113142

ORCID: 0000-0003-1549 - 6953

Facultad de Ingeniería Agraria - UCSS

* De conformidad con el artículo 8°, del Capítulo 3 del Reglamento de Control Antiplagio e Integridad Académica para trabajos para optar grados y títulos, aplicación del software antiplagio en la UCSS, se establece lo siguiente:

Artículo 8°. Criterios de evaluación de originalidad de los trabajos y aplicación de filtros

El porcentaje de similitud aceptado en el informe del software antiplagio para trabajos para optar grados académicos y títulos profesionales, será máximo de veinte por ciento (20%) de su contenido, siempre y cuando no implique copia o indicio de copia.

DEDICATORIA

A Dios, por guiarnos y bendecirnos a lo largo de nuestra vida, dándonos la fortaleza para afrontar los retos de nuestra formación profesional.

A nuestros padres, quienes nos han apoyado en cada etapa de nuestra vida, con todo nuestro amor y cariño, por guiarnos a establecernos metas y cumplirlas a pesar de las adversidades, por brindarnos su apoyo incondicional hasta el logro de esta meta.

A nuestros hermanos, de manera especial por ser nuestra motivación para ser perseverantes en culminar esta etapa de nuestra educación profesional.

AGRADECIMIENTOS

A nuestro asesor de tesis el Mtro. José Miguel Montemayor Mantilla, por habernos guiado en la elaboración de nuestro proyecto de tesis, así como en su ejecución, quien en base a su profesionalismo nos orientó y motivo para la finalización.

Al Programa Nacional de Becas y Crédito Educativo por apoyarme en estudiar la carrera profesional de Ingeniería Ambiental.

A la Facultad de Ingeniería Agraria de la Universidad Católica Sedes Sapientiae - UCSS por habernos acogido como nuestra alma mater.

A nuestros docentes por todas sus enseñanzas y mostrar toda la pre disposición para brindarnos sus conocimientos durante toda nuestra formación profesional.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE APÉNDICES.....	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....	5
1.1. Antecedentes.....	5
1.1.1. Antecedentes internacionales.....	5
1.1.2. Antecedentes nacionales.....	6
1.2. Bases teóricas especializadas.....	11
1.2.2. Método del cálculo del riesgo.....	12
1.2.3. Gestión del riesgo de desastres (GRD).....	15
1.2.4. Peligro.....	16
1.2.5. Movimiento en masa.....	17
1.2.6. Vulnerabilidad.....	22
1.2.7. Cuenca hidrográfica.....	23
1.2.8. Sistemas de información geográfica.....	24
1.2.9. Proceso de análisis jerárquico.....	26
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
2.1. Diseño de la investigación.....	29
2.2. Lugar y fecha.....	29
2.3. Población y muestra.....	29

2. 4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	31
2.5. Materiales y equipos.....	31
2.6. Descripción del área de estudio	32
2.7. Procesamiento y análisis de datos	43
2.8. Identificación de las variables	46
CAPÍTULO III: RESULTADOS	48
CAPÍTULO IV: DISCUSIONES	90
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES	94
CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES	96
REFERENCIAS	98
TERMINOLOGÍA	105
APÉNDICES	107

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. <i>Escala de saaty</i>	28
Tabla 2. <i>Distribución de la muestra</i>	30
Tabla 3. <i>Ubicación geográfica de centros poblados</i>	32
Tabla 4. <i>Población del distrito de Huaral</i>	35
Tabla 5. <i>Distribución de la población según rango de edad en el distrito de Huaral</i> ...	35
Tabla 6. <i>Distribución poblacional de los centros poblados</i>	36
Tabla 7. <i>Características de las viviendas en el distrito de Huaral</i>	36
Tabla 8. <i>Características del empleo en la población del distrito de Huaral</i>	37
Tabla 9. <i>Precipitación máxima diaria registrada en la estación de Huayan</i>	38
Tabla 10. <i>Cobertura vegetal de la cuenca del río Chancay – Huaral</i>	40
Tabla 11. <i>Parámetros del peligro</i>	44
Tabla 12. <i>Parámetros de la vulnerabilidad</i>	45
Tabla 13. <i>Matriz de operacionalización de variables</i>	47
Tabla 14. <i>Descriptorios de las unidades geomorfológicas</i>	48
Tabla 15. <i>Descriptorios de la pendiente</i>	50
Tabla 16. <i>Descriptorios del uso actual de suelo</i>	53
Tabla 17. <i>Descriptorios de las unidades geológicas</i>	55
Tabla 18. <i>Descriptorios de la precipitación</i>	57
Tabla 19. <i>Descriptorios de la frecuencia</i>	59
Tabla 20. <i>Valor del factor condicionante</i>	60
Tabla 21. <i>Valor del factor desencadenante</i>	60
Tabla 22. <i>Valor de la susceptibilidad</i>	61
Tabla 23. <i>Valor del parámetro de evaluación</i>	61
Tabla 24. <i>Valor del peligro</i>	62

Tabla 25. <i>Niveles de peligro</i>	62
Tabla 26. <i>Parámetros de la dimensión social</i>	64
Tabla 27. <i>Descriptorios del grupo etario</i>	64
Tabla 28. <i>Resultado de la encuesta para grupo etario</i>	65
Tabla 29. <i>Valor de la exposición social</i>	65
Tabla 30. <i>Descriptorios del abastecimiento de agua</i>	66
Tabla 31. <i>Descriptorios de servicios higiénicos</i>	66
Tabla 32. <i>Descriptorios del tipo de alumbrado</i>	66
Tabla 33. <i>Resultado de la encuesta para servicio higiénico</i>	66
Tabla 34. <i>Resultado de la encuesta para abastecimiento de agua</i>	67
Tabla 35. <i>Resultado de la encuesta para tipo de alumbrado</i>	67
Tabla 36. <i>Valor de la fragilidad social</i>	67
Tabla 37. <i>Descriptorios de experiencia pasada en desastres</i>	68
Tabla 38. <i>Descriptorios de capacitación en temas de riesgo de desastres</i>	68
Tabla 39. <i>Descriptorios de actitud frente al riesgo</i>	68
Tabla 40. <i>Resultado de la encuesta para experiencia pasada en desastres</i>	68
Tabla 41. <i>Resultado de la encuesta para capacitación en temas de riesgo</i>	69
Tabla 42. <i>Resultado de la encuesta para actitud frente al riesgo</i>	69
Tabla 43. <i>Valor de la resiliencia social</i>	69
Tabla 44. <i>Valor de la dimensión social</i>	70
Tabla 45. <i>Parámetros de la dimensión económica</i>	70
Tabla 46. <i>Descriptorios de la ubicación de viviendas respecto a la quebrada</i>	71
Tabla 47. <i>Resultado de la encuesta para la ubicación de las viviendas</i>	71
Tabla 48. <i>Valor de la exposición económica</i>	71
Tabla 49. <i>Descriptorios del material predominante de las paredes</i>	72

Tabla 50. <i>Descriptores del material predominante de los techos</i>	72
Tabla 51. <i>Descriptores del estado de conservación</i>	72
Tabla 52. <i>Resultado de la encuesta para material de las paredes</i>	73
Tabla 53. <i>Resultado de la encuesta para material de los techos</i>	73
Tabla 54. <i>Resultado de la encuesta para estado de conservación</i>	73
Tabla 55. <i>Valor de la fragilidad económica</i>	73
Tabla 56. <i>Descriptores del ingreso promedio familiar</i>	74
Tabla 57. <i>Descriptores de la actividad laboral</i>	74
Tabla 58. <i>Descriptores de la ocupación principal</i>	74
Tabla 59. <i>Resultado de la encuesta para el ingreso promedio familiar</i>	75
Tabla 60. <i>Resultado de la encuesta para la actividad laboral</i>	75
Tabla 61. <i>Resultado de la encuesta para la ocupación principal</i>	75
Tabla 62. <i>Valor de la resiliencia económica</i>	75
Tabla 63. <i>Valor de la dimensión económica</i>	76
Tabla 64. <i>Parámetros de la dimensión ambiental</i>	76
Tabla 65. <i>Descriptores de cercanía de puntos de acumulación de residuos sólidos</i>	77
Tabla 66. <i>Resultado de la encuesta para cercanía de puntos de residuos sólidos</i>	77
Tabla 67. <i>Valor de la exposición ambiental</i>	77
Tabla 68. <i>Descriptores de disposición de residuos sólidos</i>	78
Tabla 69. <i>Descriptores de crianza de animales</i>	78
Tabla 70. <i>Descriptores de disposición de excretas</i>	78
Tabla 71. <i>Resultado de la encuesta para la disposición de residuos sólidos</i>	79
Tabla 72. <i>Resultado de la encuesta para la crianza de animales</i>	79
Tabla 73. <i>Resultado de la encuesta para la disposición de excretas</i>	79
Tabla 74. <i>Valor de la fragilidad ambiental</i>	79

Tabla 75. <i>Descriptorios del manejo de residuos sólidos</i>	80
Tabla 76. <i>Descriptorios del conocimiento en temas ambientales</i>	80
Tabla 77. <i>Resultado de la encuesta para el manejo de residuos sólidos</i>	80
Tabla 78. <i>Resultado de la encuesta para el conocimiento de temas ambientales</i>	80
Tabla 79. <i>Valor de la resiliencia ambiental</i>	81
Tabla 80. <i>Valor de la dimensión ambiental</i>	81
Tabla 81. <i>Valor de la vulnerabilidad</i>	82
Tabla 82. <i>Niveles de vulnerabilidad</i>	82
Tabla 83. <i>Valor del riesgo</i>	86
Tabla 84. <i>Niveles de riesgo</i>	86

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. <i>Peligros generados por fenómenos de origen natural</i>	17
Figura 2. <i>Caída de rocas</i>	18
Figura 3. <i>Flujo de detritos</i>	20
Figura 4. <i>Modelo y cono de deyección</i>	20
Figura 5. <i>Mapa de ubicación del área de estudio en la cuenca del río Chancay-Huaral</i> 33	
Figura 6. <i>Mapa de ubicación de las microcuencas de la cuenca del río Chancay-Huaral</i> 34	
Figura 7. <i>Cobertura vegetal de la cuenca del río Chancay – Huaral</i>	41
Figura 8. <i>Mapa de susceptibilidad a movimientos en masa</i>	42
Figura 9. <i>Mapa de unidades geomorfológicas</i>	49
Figura 10. <i>Mapa de pendiente del área de estudio</i>	51
Figura 11. <i>Mapa de curvas de nivel del área de estudio</i>	52
Figura 12. <i>Mapa de uso actual de suelo</i>	54
Figura 13. <i>Mapa de unidades geológicas</i>	56
Figura 14. <i>Mapa de precipitación</i>	58
Figura 15. <i>Mapa de peligro</i>	63
Figura 16. <i>Mapa de vulnerabilidad</i>	83
Figura 17. <i>Mapa de vulnerabilidad de Huayan</i>	84
Figura 18. <i>Mapa de vulnerabilidad de Buenos Aires</i>	84
Figura 19. <i>Mapa de vulnerabilidad de Hornillos</i>	85
Figura 20. <i>Mapa de riesgo</i>	87
Figura 21. <i>Mapa de riesgo del centro poblado Huayan</i>	88
Figura 22. <i>Mapa de riesgo del centro poblado Buenos Aires</i>	88
Figura 23. <i>Mapa de riesgo del centro poblado Hornillos</i>	89

ÍNDICE DE APÉNDICES

	Pág.
Apéndice 1. Tablas para el análisis de los factores condicionantes	107
Apéndice 2. Tablas para el análisis de los factores desencadenantes	111
Apéndice 3. Tablas para el análisis del parámetro de evaluación	112
Apéndice 4. Tablas para el análisis de la dimensión social	113
Apéndice 5. Tablas para el análisis de la dimensión económica	120
Apéndice 6. Tablas para el análisis de la dimensión ambiental	127
Apéndice 7. Tablas para el análisis de las dimensiones de la vulnerabilidad	132
Apéndice 8. Ponderación de parámetros y descriptores del peligro	134
Apéndice 9. Ponderación de parámetros y descriptores de la vulnerabilidad	135
Apéndice 10. Ficha de encuesta para información sobre la vulnerabilidad	137
Apéndice 11. Resultado de la encuesta de vulnerabilidad dimensión social	152
Apéndice 12. Resultado de la encuesta de vulnerabilidad dimensión económica	155
Apéndice 13. Resultado de la encuesta sobre la vulnerabilidad dimensión social ...	158
Apéndice 14. Vista panorámica del centro poblado de Huayan	151
Apéndice 15. Vista panorámica del centro poblado de Hornillos	151
Apéndice 16. Encuesta a viviendas sobre condiciones de vulnerabilidad	152

RESUMEN

El trabajo realizado tuvo como objetivo principal determinar los niveles de riesgo por flujo de detritos en el área de estudio ubicada en la cuenca baja del río Chancay-Huaral debido a la activación de la Quebrada Huerequeque y al incremento de precipitación en la parte alta de la cuenca. La población de estudio abarcó los centros poblados de Huayan, Buenos Aires y Hornillos, con una muestra de 156 viviendas, la que fue desarrollada mediante el Proceso de Análisis Jerárquico por el cual fueron ponderados los parámetros y descriptores del peligro y vulnerabilidad, de los que depende el riesgo. Los resultados obtenidos evidenciaron que el área de estudio presentó niveles de peligro muy alto y alto, niveles de vulnerabilidad alto que representó un 64,70 % de las viviendas encuestadas, vulnerabilidad media con un 28,90 %, y una vulnerabilidad muy alta con un 6,40 %. Los niveles de riesgo por flujo de detrito que presentaron las viviendas fueron los de muy alto, alto y medio, con un 23,70; 69,20 y 7,10 % respectivamente, los que fueron representados en mapas. Esta investigación concluyó que los niveles muy alto y alto por el flujo de detritos fueron debidos a que el área de estudio estuvo ubicada en zonas con pendientes bajas y en donde las características de las unidades geológicas y geomorfológicas fueron las más peligrosas, mientras que para la vulnerabilidad las familias que poseen bajos ingresos económicos, producto de un trabajo informal y en donde las viviendas poseen paredes y techos de adobe, fueron las que presentaron los niveles de vulnerabilidad más altos. Por lo tanto, se deberán tomar acciones que reduzcan el riesgo de flujo de detritos mediante el ordenamiento territorial, regulando el asentamiento poblacional y fortaleciendo la capacidad de respuesta de la población.

Palabras clave: Nivel de riesgo, Mapas de riesgo, Peligro por flujo de detritos, Vulnerabilidad al flujo de detritos, Quebrada Huerequeque.

ABSTRACT

The main objective of the work carried out was to determine the risk levels due to debris flow in the study area located in the lower basin of the Chancay-Huaral river due to the activation of the Quebrada Huerequeque and the increase in precipitation in the upper part of the basin. The study population included the populated centers of Huayan, Buenos Aires and Hornillos, with a sample of 156 dwellings, which was developed through the Hierarchical Analysis Process by which the parameters and descriptors of danger and vulnerability were weighted, of which It depends on the risk. The results obtained showed that the study area presented very high and high levels of danger, high vulnerability levels that represented 64,70 % of the surveyed homes, medium vulnerability with 28,90 %, and a very high vulnerability with a 6,40 %. The levels of risk due to debris flow that the houses presented were very high, high and medium, with 23,70; 69,20 and 7,10 % respectively, which were represented on maps. This investigation concluded that the very high and high levels due to the debris flow were due to the fact that the study area was located in areas with low slopes and where the characteristics of the geological and geomorphological units were the most dangerous, while for the Vulnerability Families with low economic income, the product of informal work and where the houses have adobe walls and roofs, were the ones that presented the highest levels of vulnerability. Therefore, actions must be taken to reduce the risk of debris flow through territorial ordering, regulating population settlement and strengthening the response capacity of the population.

Key words: Risk level, Risk maps, Debris flow hazard, Debris flow vulnerability, Quebrada Huerequeque.

INTRODUCCIÓN

El Perú es uno de los países donde actualmente por sus características climáticas y fisiográficas, ocurren una serie de desastres; siendo uno de los que más daños ocasiona el flujo de detritos generados por movimientos en masa. El cual tiene como factor desencadenante a la precipitación y las condiciones hidro geomorfológicas de una cuenca (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología [SENAMHI], 2019). De acuerdo con Suárez (1998), la pendiente del terreno, la actividad sísmica, la meteorización de las rocas también son factores asociados a la ocurrencia de este fenómeno.

En ese contexto, el Centro Nacional de Planeamiento Estratégico (CEPLAN, 2022); menciona que el país también está expuesto a ocurrencias de fenómenos como El Niño, los cuales se agudizan con el cambio climático, lo que provoca pérdidas de infraestructura y de vidas humanas. Habiéndose registrado durante el periodo 2015-2017, un total de 733 eventos significativos (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología [SENAMHI], 2019). Cabe mencionar que existen diversos factores que aumentan la vulnerabilidad al riesgo de desastres, como el incumplimiento de las normas que regulan el uso y ocupación de los territorios a nivel urbano y rural, mala articulación con otros sistemas funcionales y administrativos, pobreza que reduce la resiliencia de las poblaciones, migración no planificada y exposición alta a peligros (Presidencia del Consejo de Ministros [PCM], 2014). Asimismo, el INDECI (2020) entre 2003 y 2019, registró 86 122 emergencias de desastre, generando un total de 2 400 590 personas damnificadas y afectando a 17 698 313 personas. Desde este punto de vista, se puede decir que existe una población expuesta a la posible ocurrencia de este fenómeno, cuya principal causa es la ocupación inadecuada del territorio.

Debido a las consecuencias que genera este fenómeno, es conveniente aplicar la evaluación de riesgos de desastres, siendo un estudio necesario para la generación de conocimientos sobre los peligros y vulnerabilidades existentes en un espacio geográfico determinado. Por consiguiente, dentro de la política de Gestión del Riesgo de Desastre (GRD), la estimación de riesgo es importante y considerado como el primer paso para proponer medidas de

prevención y reducción de riesgo, así como para la toma de decisiones en el desarrollo socioeconómico y ambiental de un espacio geográfico.

En ese sentido, la investigación tiene como objetivo determinar los niveles de riesgo por flujo de detritos en la cuenca baja del río Chancay Huaral, para el sector donde se ubican los centros poblados Huayan, Buenos Aires y Hornillos del distrito de Huaral, provincia de Huaral. Tal como se contrasta en el Informe Técnico N° A7193 del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET, 2021), donde se menciona que el flujo de detritos tiene como principal factor desencadenante a las precipitaciones extraordinarias vinculadas al fenómeno de El Niño; afectando a la cuenca baja del río Chancay-Huaral.

La cuenca baja del río Chancay-Huaral representa un ambiente importante donde se desarrollan actividades urbanas, rurales y agropecuarias. Es por ello que es necesario contar con información certera y datos actualizados para poder incrementar la información referente al riesgo por flujo de detritos. Que según el CENEPRED (2014) la información generada, es utilizada para reducir los riesgos y sus impactos mediante políticas y leyes, lo que se traduce en medidas activas orientadas a una interacción directa con la población, a través de las capacitaciones, el fortalecimiento institucional, la participación comunitaria y una mejor gestión a nivel local. Así como medidas pasivas, relacionadas con la legislación y la planificación, el ordenamiento territorial, el cumplimiento de la reglamentación de usos de suelo, códigos y normas de construcción.

De tal forma, es importante señalar que la presente investigación está relacionada con la implementación del Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – PLANAGERD 2022 – 2030, aprobada por el D.S. N° 115-2022-PCM, la que constituye uno de los principales instrumentos del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), para el cumplimiento de la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y la Ley N° 29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.

Por lo tanto, la investigación fue estructurada en cuatro etapas, la primera consistió en la recopilación de información documental y geográfica a fin de establecer la muestra y las características del área de estudio, la segunda etapa fue la de planificación, centrada en definir los parámetros y descriptores del peligro y vulnerabilidad que fueron ponderados con el Proceso de Análisis Jerárquico, producto del que fue elaborado la ficha de evaluación para el levantamiento de información de la vulnerabilidad, la tercera etapa fue la de campo en donde se aplicó la ficha de evaluación y se realizaron entrevistas a la muestra de cada centro poblado, la última etapa fue la de gabinete en donde fue procesada la información de campo y fueron obtenidos y estratificados los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo cuyos valores fueron vinculados y representados en los mapas correspondientes.

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar el riesgo por flujo de detritos en los centros poblados de Huayan, Buenos Aires y Hornillos de la cuenca baja del río Chancay – Huaral.

Objetivos específicos

- Determinar el grado de peligrosidad por flujo de detritos en los centros poblados de Huayan, Buenos Aires y Hornillos de la cuenca baja del río Chancay – Huaral.
- Estimar el nivel de vulnerabilidad por flujo de detritos en los centros poblados de Huayan, Buenos Aires y Hornillos de la cuenca baja del río Chancay – Huaral.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

1.1.1. Antecedentes internacionales

Cerquera (2022) realizó una investigación que tuvo como objetivo principal determinar el nivel de amenaza por flujo de detritos mediante herramientas de modelación cualitativa en la cuenca de la quebrada Estaquecá. El área de estudio de la investigación se localiza en el sector sur oriental del departamento de Cundinamarca sobre el municipio de Quetame, departamento de Cundinamarca, Colombia. La metodología utilizada consistió en realizar la recopilación y análisis de la información del área de estudio, para realizar un inventario de deslizamiento y la identificación de sitios críticos; posteriormente fue realizada la caracterización hidrológica de la zona de estudio, que permitió analizar la susceptibilidad de la zona, implementando el método estadístico bivariado y considerando para el área de estudio como factores condicionantes las unidades geomorfológicas, pendiente, longitud de la pendiente, convexidades y concavidades, litología, geología estructural, uso del suelo y drenaje. La población de estudio estuvo conformada por los habitantes asentados en las orillas y aguas debajo de la quebrada Estaquecá. Los instrumentos que empleó en la investigación fueron el software HEC-HMS, FLO-2D, y como software de Sistema de Información Geográfica, al QGIS para la estimación y representación de los valores de la amenaza. Los resultados mostraron que el ámbito de la quebrada Estaquecá presenta nivel de amenaza baja, media, alta y muy alta por flujo de detritos, para un nivel de susceptibilidad clasificada como alta. La investigación concluyó que el área de estudio presentó una alta actividad por flujo de detritos debido a que la quebrada se ubica en una zona geológica en la cual el material es inestable y los niveles de pendiente son altos.

Acero (2019), realizó una investigación con el objetivo de validar metodologías para calcular la amenaza por movimiento en masa y avenidas torrenciales en Colombia. La investigación

consideró como área de estudio, a la cuenca de la quebrada Grande, ubicada en la parte media de la cuenca del río Cravo Sur en la Cordillera Oriental, en el departamento de Boyacá, Colombia. La metodología consistió en la recopilación de información secundaria, el análisis de los insumos obtenidos de los sensores remotos, así como el modelamiento de la susceptibilidad para posteriormente analizar la amenaza por movimientos en masa. Como instrumentos empleando para el análisis y procesamiento de la información geográfica, utilizó los softwares de QGIS y SAGA. Los resultados de la investigación evidenciaron que su área de estudio presenta nivel de amenaza bajo, medio y alto a los movimientos en masa, debido principalmente a las condiciones geomorfológicas y los eventos históricos acontecidos. La investigación concluyó en que los factores ambientales, como el ángulo de buzamiento de las rocas, la inclinación de la ladera, el bajo desarrollo del suelo y las áreas desnudas están involucradas en los procesos de movimientos de masa para el área de estudio, por lo cual la información generada servirá como base para desarrollar estrategias en Gestión del Riesgo. En ese sentido el investigador recomienda realizar estudios más detallados sobre la amenaza y el riesgo a movimientos en masa en el área de estudio, que contribuirá al conocimiento del riesgo, que más adelante permitirá adoptar las estrategias adecuadas para la reducción del riesgo, como las de orden estructural y no estructural.

Soto (2018), realizó una investigación con el objetivo de reconocer las zonas inestables, con la generación de un mapa de peligrosidad frente a los movimientos de ladera en la cuenca de Loja-Ecuador. La población de la ciudad de Loja asciende a 170 280 habitantes comprendida por un 79,3 % de zona rural y 20,7 % de zona urbana. Como instrumento para el análisis de la información utilizó el software ArcGIS 9.3. La metodología aplicada consistió en realizar la recopilación de información, generación de cartografía temática del área de estudio, como el inventario de movimiento de ladera para la zona de estudio, la caracterización geotécnica y dinámica de los movimientos de ladera, que siguió con el análisis de la susceptibilidad y de peligrosidad; aplicando la multitemporalidad de los eventos para el que fueron considerados umbrales críticos de precipitación. Los resultados de la investigación evidenciaron que el área de estudio presenta niveles de peligro muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo. La investigación concluyó en que la susceptibilidad a los movimientos de ladera está asociados a los tipos de reptación del flujo, además que los

resultados de peligrosidad de media a muy alta representan un 38 % de la zona de estudio, mientras que la muy baja ocupa un 25 %.

1.1.2. Antecedentes nacionales

Mollinedo y Condori (2021), en una investigación tuvieron como objetivo identificar las zonas críticas ante el fenómeno del flujo de detritos para determinar los costos de reconstrucción de obras civiles, además de estimar el nivel de riesgo ante el fenómeno del flujo de detritos para identificar las zonas críticas de la Quebrada del Diablo, distrito de Alto de la Alianza, provincia y departamento de Tacna. La investigación tuvo un alcance descriptivo y un diseño documental. La población estudiada estuvo conformada por las viviendas del distrito del Alto de la Alianza de la provincia de Tacna, en donde la muestra fue constituida por 1186 habitantes ubicados en la Asociación La Florida, del distrito de Alto de la Alianza. La metodología que aplicaron fue la del Proceso de Análisis Jerárquico, establecida en el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – Versión 2 del CENEPRED, la que consistió en la estimación de los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo a fin de estimar los costos de construcción de las zonas en riesgo. Los resultados mostraron que el nivel de peligro por flujo de detritos que caracteriza a la zona estudiada fue el de muy algo y alto, mientras que el nivel de vulnerabilidad predominante fue el de un nivel medio, lo que estuvo reflejado en un nivel de riesgo medio y alto. La investigación concluyó en que un 70 % de las viviendas presentaron un nivel de riesgo alto al flujo de detritos afectando a 276 viviendas y un 30 % presentó un nivel de riesgo medio afectando a 55 viviendas, y en donde el costo de reconstrucción ascendió a S/. 3 647 000,68 aproximadamente.

Luque y Catacora (2021), en su investigación que tuvo como objetivo determinar el nivel de riesgo originado por flujo de detritos en las Asociaciones de Viviendas Nueva Barranquilla y Wari del distrito de Ciudad Nueva en el departamento de Tacna. La investigación tuvo un diseño investigativo y por su finalidad fue aplicada. La población estudiada fue la del distrito de Ciudad Nueva en la ciudad de Tacna y la muestra estuvo comprendida por la asociación de vivienda Nueva Barranquilla y la asociación de vivienda Wari del distrito Ciudad Nueva. La metodología consistió en la aplicación del Manual para la Estimación del Riesgo de

Desastres propuesta por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), cuyo proceso consistió en la recopilación de información de entidades técnicas y la aplicación de encuestas para recabar información de la zona estudiada, además de calcular los pesos ponderados de los descriptores que comprenden la estimación de los niveles de riesgo por flujo de detritos con la matriz de Saaty. Los resultados evidenciaron que el área de estudio presentó niveles de peligro por flujo de detritos alto y muy alto, mientras que los niveles de vulnerabilidad a flujo de detritos fueron desde un nivel medio y alto, ambas estimaciones reflejaron un nivel de riesgo alto y muy alto para la asociación de viviendas Wari. La investigación concluyó en que los niveles de vulnerabilidad por flujo de detritos que presentaron las viviendas son debidos al mal estado de conservación de las viviendas, el precario material de los muros y la falta de servicios básicos, por lo que la asociación de vivienda Nueva Barranquilla y Wari ubicada en la quebrada Caramolle se encuentra en una zona de muy alto riesgo por flujo de detritos por lo que se necesita de actividades para el manejo del riesgo ante flujo de detritos.

Alvarez y Malaga (2021), en su investigación que tuvo como objetivo determinar el riesgo ante los flujos de detritos en la localidad de Haquira, provincia de Cotabambas, departamento de Apurímac. La población estudiada estuvo constituida por 9712 personas, considerando además a 3161 viviendas del distrito Haquira. La metodología consistió en la aplicación del Proceso de Análisis Jerárquico establecido por el Centro Nacional para la Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) para determinar el valor del peligro, vulnerabilidad y riesgo del área expuesta al flujo de detritos, que como un proceso comienza en la exploración e indagación del fenómeno en estudio para posteriormente realizar un diagnóstico del área a estudiar a fin de establecer una propuesta con la implementación de un mapa de riesgo para las zonas más riesgosas al flujo de detritos. Como parte de los instrumentos utilizados en su investigación estuvieron los softwares de ArcGIS, Hidroesta, Civil 3D, Hec-HSM, MathCAD y Ramms. Los resultados mostraron que el nivel de peligro que presenta la zona estudiada fue alta y muy alta y un nivel de vulnerabilidad alta por flujo de detritos. La investigación concluyó en que el índice de riesgo al flujo de detritos fue de un valor de 0,147 ubicado en el rango de riesgo alto, además de que la metodología permitió unificar criterios para la evaluación de los objetivos planteados.

Villasante (2022), en su investigación que tuvo como objetivo evaluar el nivel de riesgo por flujo de detritos en la quebrada Chinchña localidad Pacsica distrito de Justo Apu Sahuaraura provincia de Aymaraes, departamento de Apurímac. La investigación tuvo un alcance descriptivo, de tipo correlacional y un diseño no experimental. La población estudiada estuvo constituida por los habitantes de localidad de Pacsica y la muestra estuvo constituida por 29 viviendas ubicadas en la zona de la quebrada Chinchña, ubicada en la localidad de Pacsica. La metodología consistió en utilizar el método de Saaty en cumplimiento de los parámetros y descriptores referidos en el Manual para la Evaluación de Riesgo Originados por Fenómenos Naturales del CENEPRED. Las técnicas que utilizaron para la recolección de datos fueron Google Earth y las plataformas de entidades técnico científicas del estado peruano como ESCALE, SENAMHI, COFOPRI, GEOCATMI, INEI, ANA, SIGRID. Para el procesamiento de la información emplearon los softwares de FLO-2D y ArcGIS. Los resultados mostraron que el nivel de peligro por flujo de detritos que caracteriza al área de estudio es el alto, con pendientes entre 25° a 45° en donde el flujo alcanza alturas de 3,82 m a 5,00 m., mientras que los resultados de la vulnerabilidad para el área estudiada fueron de niveles bajo, medio, alto y muy alto. La investigación concluyó que el nivel de riesgo por flujo de detritos de la quebrada Chinchña de la localidad de Pacsica es muy alta, los niveles de peligro están representados en un 40,85 % para el nivel muy alto, un 4,23 % para el alto, un 22,54 % de nivel medio y un 32,38 % de peligro bajo, y los niveles de vulnerabilidad que presentó el área estudiada es debido a la calidad de las edificaciones y su grado de exposición al flujo detritos.

Huamán (2022), en su investigación que tuvo como objetivo de evaluar el riesgo en el centro poblado Otari San Martin ante el peligro por flujo de detritos ubicado en el distrito de Pichari, provincia de La Convención, departamento de Cusco. La investigación fue de tipo aplicada, de un diseño no experimental, con un enfoque cuantitativo, descriptivo transversal. La población estuvo constituida por 184 viviendas y la muestra estuvo constituida por 125 viviendas del centro poblado de Otari San Martin. La metodología aplicada en la investigación fue la del Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales 2da Versión del CENEPRED, basada en la comparación de pares por el Proceso de Análisis Jerárquico para el peligro y vulnerabilidad en la determinación del riesgo. Las

técnicas e instrumentos utilizados fueron la observación y la entrevista además de la aplicación del software ArcGIS para la elaboración de los mapas temáticos. Los resultados indicaron que 40 viviendas, un centro educativo y una iglesia se encuentran expuesto al peligro por flujo de detritos al ubicarse en el margen del río Cuscomayo, en cuanto a la vulnerabilidad fueron 27 las viviendas con un nivel alto y 98 viviendas en un nivel de vulnerabilidad medio, en cuanto al riesgo fueron 35 viviendas las que presentaron un nivel de riesgo alto. La investigación concluyó en que el material predominante de las construcciones estuvo basado en su mayoría por madera y el techo de calamina, y en donde las áreas de cultivo son las directamente afectadas por el flujo de detritos en el río Cuscomayo, por lo que la población debe tomar medidas de prevención para la mitigación a fin de reducir el riesgo en las zonas con un riesgo por flujo de detritos significativo.

De la Cruz (2021), en su investigación que tuvo como objetivo estimar el riesgo por flujo de detritos en la quebrada San Jerónimo ubicada en el distrito de Lunahuaná, provincia de Cañete, departamento de Lima. La investigación fue de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo, con un nivel descriptivo y de un diseño no experimental. La metodología aplicada fue la del Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – Segunda Versión propuesta por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED). Las etapas que conformaron la investigación fueron la de recolección de información, así como el reconocimiento de los aspectos físicos, socioeconómicos del ámbito de estudio. La población de estudio estuvo comprendida por 1 090 habitantes y 551 viviendas, y con una muestra de 182 habitantes y 60 viviendas ubicadas sobre las fajas marginales del cauce de la quebrada San Jerónimo. Los resultados mostraron que el rango de peligro muy alto para el área de estudio estuvo comprendido entre los valores de $0,263 < P \leq 0,509$, los niveles de vulnerabilidad resultantes fueron los de muy alto en los rangos de $0,260 \leq V < 0,503$; alto de $0,134 \leq V < 0,260$; vulnerabilidad media de $0,068 \leq V < 0,134$ y baja de $0,035 \leq V < 0,068$. La investigación concluyó que la zona estudiada presentó un nivel de peligrosidad muy alto por flujo de detritos, un nivel de vulnerabilidad a flujo de detritos muy alto que comprendió a 60 viviendas, 02 instituciones educativas y un total de 182 habitantes, determinando el riesgo para el área de estudio en un nivel muy alto y alto, por lo que son necesarias las actividades

de reforestación de laderas en ambos márgenes del cauce de la quebrada en estudio con el fin de incrementar la resistencia del subsuelo y evitar procesos de erosión.

Santuyo y Zambrano (2019), en su investigación que tuvo como objetivo proponer alternativas de mitigación para el flujo de detritos en la zona de descarga de la quebrada Quirio ubicada en el distrito de Chosica, provincia de Lima, así como la elaboración de mapas de riesgo para la interpretación del riesgo en la zona estudiada. La investigación fue de tipo descriptivo correlacional, de un alcance explicativo, con un diseño no experimental. La metodología aplicada consistió en la recopilación de información de la zona de estudio respecto a los eventos de flujo de detritos ocurridos en la zona de estudio por causa de las altas precipitaciones. La población de estudio fueron 2176 habitantes de la quebrada Quirio y la muestra sobre la que fue realizada el análisis de la vulnerabilidad fueron 131 viviendas ubicadas en la zona de estudio. Los instrumentos que utilizó en su investigación fueron el cuestionario y la observación, mientras que como softwares utilizó al SasPlanet, Google Earth Pro, Global Mapper 18, HEC-HMS, CIVIL 3D y ArcGIS 10.4. Los resultados mostraron que la vulnerabilidad de su área de estudio fue muy alta ubicada en los rangos de $0,278 \leq V \leq 0,447$; alta de $0,152 \leq V < 0,278$; vulnerabilidad media de $0,08 \leq V < 0,152$ y baja de $0,043 \leq V < 0,08$. La investigación concluyó que en el área de estudio se presentaron 26 viviendas con un nivel de peligro alto y 105 con un nivel de peligro muy alto. Respecto a la vulnerabilidad fueron 30 viviendas las que presentaron una vulnerabilidad baja, 14 una vulnerabilidad media y 87 una vulnerabilidad alta, determinando que los niveles de riesgo fueran de los niveles alto para 91 viviendas y un riesgo muy alto para 40 viviendas.

1.2. Bases teóricas especializadas

Riesgo

Un riesgo es la posibilidad de que las instituciones sociales o sus medios de subsistencia se dañen o se pierdan debido a la exposición a los peligros. Es decir, un proceso de amenaza o peligro y un estado de inestabilidad de una unidad social (Dirección General de Programación Multianual, 2007).

Asimismo, es el grado de pérdida esperada del elemento en riesgo debido a la presencia del peligro. Puede expresarse en términos de pérdida, lesión, daño a la propiedad e interrupción de la actividad económica (Salazar *et al.*, 2002).

El riesgo es una estimación o pronóstico de pérdidas de vida y daños a la propiedad, los activos y la riqueza en un momento dado y en un lugar conocido. Se evalúa a partir de la relación entre peligro y vulnerabilidad. Un riesgo solo puede existir si el peligro ocurre bajo ciertas condiciones de incertidumbre, en un lugar y tiempo determinado. No puede haber daño sin un entorno seguro y viceversa. De hecho, el peligro y la vulnerabilidad son interdependientes. Por lo tanto, al aumentar su estabilidad, el medio ambiente reduce la vulnerabilidad y nivel de riesgo (Mesa de Concertación para la Lucha Contra la Pobreza, 2009).

Riesgo de desastres

Probabilidad de muerte, lesión o destrucción y daño a un sistema, sociedad o comunidad a lo largo del tiempo se determina probabilísticamente en función de la amenaza, la exposición, la vulnerabilidad y la capacidad (Secretaría General de la Comunidad Andina, 2018).

Responde a posibles daños o pérdidas que puedan resultar de eventos físicos naturales, socio naturales, tecnológicos, biosanitarios o no intencionales causados por el hombre dentro de un marco de tiempo determinado por la vulnerabilidad de los elementos expuesto; por lo tanto, el riesgo de desastres resulta de una combinación de amenaza y vulnerabilidad (Comité Nacional para el Conocimiento del Riesgo, 2017).

1.2.2. Método del cálculo del riesgo

- Estimación del Riesgo

Es un conjunto de actividades y procedimientos llevados a cabo en un área poblada o área geográfica específica para recolectar información para identificar peligros naturales y/o

tecnológicos y analizar condiciones de vulnerabilidad para determinar o calcular el riesgo esperado (probabilidad de daño, pérdidas de vidas humanas e infraestructura).

Además, como resultado del proceso mencionado, recomendar medidas preventivas apropiadas (estructurales y no estructurales) destinadas a mitigar o reducir las consecuencias de los desastres cuando esté presente un peligro o amenaza previamente identificado.

El riesgo se evalúa antes de que ocurra un desastre. En este caso, la amenaza hipotética se plantea principalmente en función del periodo de su recurrencia.

En este sentido, sólo se puede hablar de riesgo (R) cuando se ha evaluado el escenario correspondiente en función de la peligrosidad (P) y la vulnerabilidad (V), lo que se puede expresar como probabilidad mediante la siguiente fórmula:

$$R = (P \times V)$$

La evaluación de riesgos se considera cuando se trata de desarrollar un plan de desarrollo y, por lo tanto, brinda seguridad para la inversión en el proyecto (Instituto Nacional de Defensa Civil [INDECI], 2006).

Se determinan los niveles de riesgo ante el impacto de una amenaza, multiplicando los pesos de la amenaza y la vulnerabilidad, para establecer una matriz de cuatro rangos, obteniendo una matriz de niveles de riesgo, luego se desarrolla la estratificación del riesgo y se aplica los sistemas de información geográfica, para elaborar los mapas de acuerdo a los procedimientos del actual Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – 2da versión (Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres [CENEPRED], 2020).

- Cálculo del peligro

En cuanto a la estimación del peligro, Serrano et al., (2014) refiere que se utilizan varias técnicas de modelado para crear escenarios de peligro o áreas con riesgo de inundación. Los métodos recomendados son los siguientes:

- Características topográficas
- Métodos de permeabilidad del suelo
- Características geomorfológicas
- Criterios para considerar la influencia del carso
- Criterios para considerar el impacto de la vegetación
- Criterios de consideración geológica de ingeniería
- Estándar del índice de humedad del suelo mediante el uso de imágenes satelitales
- Criterios documentales

El nivel de peligro se determina utilizando el Proceso de Análisis Jerárquico de Saaty a través de la identificación de peligros, análisis de susceptibilidad y parámetros de evaluación; de manera similar, identificar escenarios, estratificar amenazas y luego crear mapas de amenazas a partir de un sistema de información geográfica (CENEPRED, 2020).

- Cálculo de la vulnerabilidad

Calcular la vulnerabilidad requiere recopilar información sobre activos, poblaciones, animales, cultivos, áreas protegidas y ecosistemas vulnerables amenazados por inundaciones. Se debe utilizar información socioeconómica, agrícola y ecológica e información sobre vivienda, infraestructura crítica y formas de vida abiertas en áreas propensas a inundaciones. Toda la información debe estar georreferenciada para su representación cartográfica (Serrano *et al.*, 2014).

Determinar el nivel de vulnerabilidad implica ubicar los elementos expuestos dentro de la zona de influencia del peligro, el cual debe calcularse a través del Proceso de Análisis Jerárquico de Saaty, luego de lo cual se desarrolla una estratificación de vulnerabilidad y a

través del sistema de información geográfica se elaboran mapas de vulnerabilidad (CENEPRED, 2020).

1.2.3. Gestión del riesgo de desastres (GRD)

En la Ley 29664 que crea el Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres (2011), indica que:

La Gestión del Riesgo de Desastres (GRD) es un proceso social cuyo fin último es la prevención, la reducción y el control permanente de los factores de riesgo de desastre en la sociedad, así como la adecuada preparación y respuesta ante situaciones de desastre, considerando las políticas nacionales con especial énfasis en aquellas relativas a materia económica, ambiental, de seguridad, defensa nacional y territorial de manera sostenible. La Gestión del Riesgo de Desastres está basada en la investigación científica y de registro de informaciones, y orienta las políticas, estrategias y acciones en todos los niveles de gobierno y de la sociedad con la finalidad de proteger la vida de la población y el patrimonio de las personas y del Estado. (Ley 29664., 2011, Art. 3)

Un proceso social cuyo fin último es predecir, reducir y gestionar de manera sostenible los factores de riesgo de desastres en la sociedad, integrado en línea con la realización de políticas sostenibles de desarrollo humano, económico, ambiental y territorial (Narváez *et al.*, 2009)

Es primordial que todo país incorpore en sus diversos sectores medidas como la de prevención, organización, reacción y reparación para una adecuada gestión del riesgo. Debido a que de esta forma se reduce el impacto de la manifestación de desastres naturales o antrópicos, y también tendrá una disminución en la vulnerabilidad de la comunidad y su medio físico (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2014).

La gestión del riesgo tiene como objetivo minimizar y prevenir la manifestación de nuevos riesgos con la incorporación de medidas que son oportunas para una adecuada preparación, reparación y cuidado ante la ocurrencia de los desastres, que de esta forma permitirá reducir

el impacto causado en los habitantes, en su entorno económico y ambiental (Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres [SINAGERD], 2014).

1.2.4. Peligro

El peligro es la posibilidad de que ocurra un fenómeno natural o un evento provocado por el hombre de cierta magnitud en un área o entorno conocido que puede afectar áreas pobladas, la infraestructura física y/o el medio ambiente (INDECI, 2006).

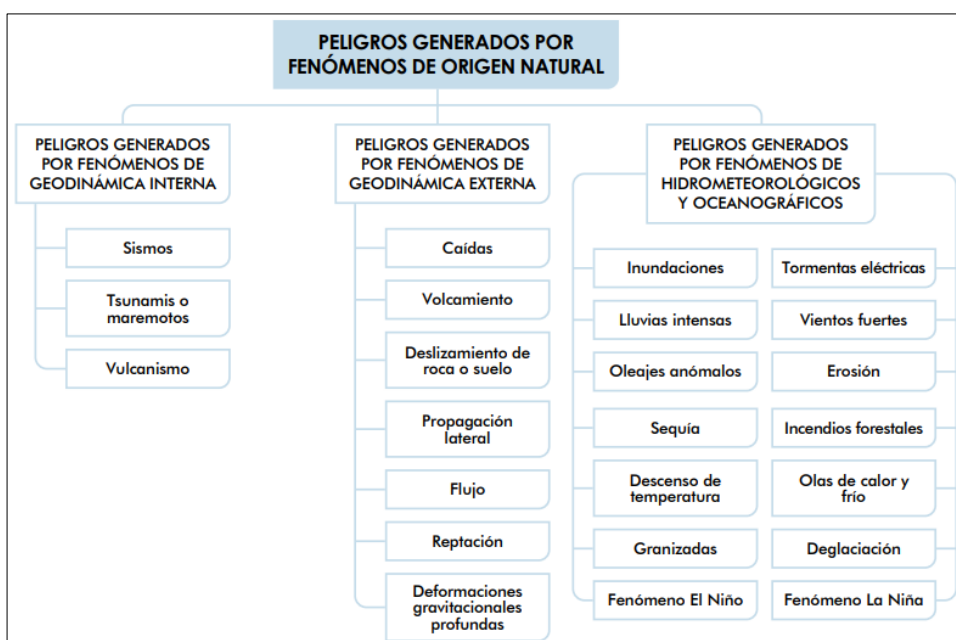
Un peligro es la probabilidad de que un fenómeno potencialmente dañino, causado por un origen natural o por la actividad humana, ocurra en un lugar particular, con una intensidad particular, durante una duración definida y con una frecuencia particular (Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres [CENEPRED], 2014).

Clasificación

El peligro, dependiendo de la fuente, puede ser de dos tipos: es producido por procesos naturales y causado por la acción humana (Figura 1) (CENEPRED, 2014).

Figura 1

Peligros generados por fenómenos de origen natural



Nota. Clasificación de peligros originados por fenómenos naturales. Tomado del Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión (2014). Clasificación de peligros originados por fenómenos de origen natural. p. 22. https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guía_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos_v2.pdf

1.2.5. Movimiento en masa

Para Crozier (1999) cierto número de movimientos en masa, como el descenso, son lentos, a veces dramáticos y claros, otros, como los deslizamientos, pueden desarrollarse rápidamente y pueden tener límites definidos por grietas en el suelo.

La transferencia de masa sobre taludes es un proceso de flujo lento o rápido que afecta el suelo, la roca o ambos, causado por la acción del exceso de agua y/o la gravedad en el fondo (CENEPRED, 2014).

Tipos de movimiento en masa

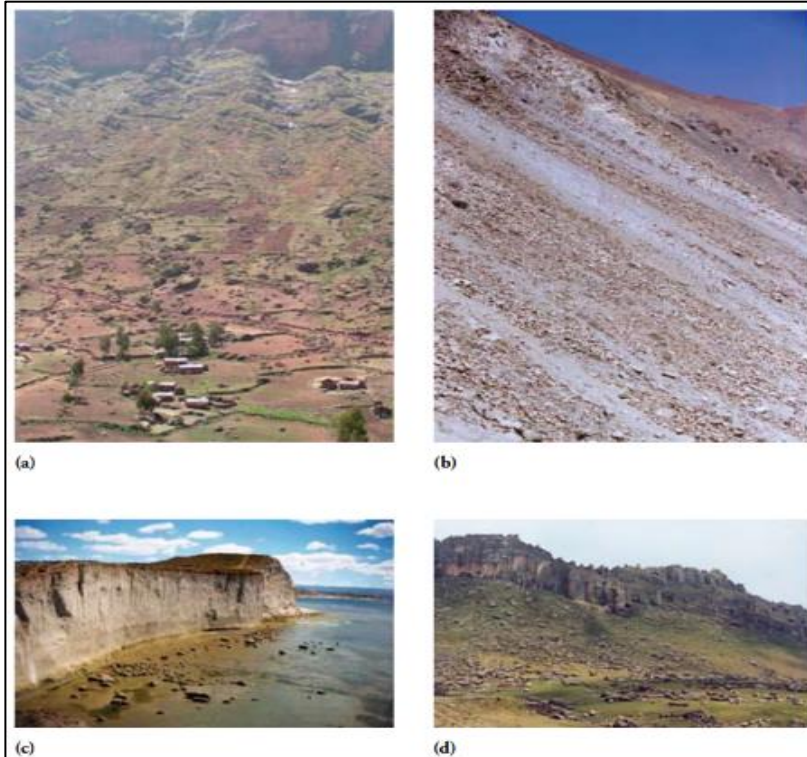
a. Caída

La caída es un movimiento de masa en el que uno o más bloques de tierra o roca se desprenden de una pendiente sin un desplazamiento de corte significativo a lo largo de su

superficie. A medida que el material se de lámina, viaja principalmente por el aire y puede rebotar, rebotar y rodar en el proceso. Una característica clave de las cascadas es que sus movimientos no son masivos ni fluidos (Figura 2) (Varnes, 1978).

Figura 2

Caída de rocas



Nota. Caída de rocas (a) Comunidad Chullpa Khasa, provincia de Ayopaya, departamento de Cochabamba, Bolivia. (b) Margen izquierda del río Huaura, provincia de Oyon, departamento de Lima, Perú. (c) Costa Patagónica, Comodoro Rivadavia, Argentina. (d) Carretera Pativilca – Huaraz, Lima, Perú. Recuperado del Servicio Nacional de Geología y Minería. Publicación Geológica Multinacional N° 4, Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas. (2007). Tipos de movimiento en masa. p. 5. <https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/Geral-96.pdf>

b. Volcamiento

Para Varnes (1978) este es un término que describe un tipo de movimiento de masa que generalmente involucra la rotación hacia adelante de uno o más bloques de roca o suelo alrededor de un punto de inflexión o pivote en el suelo. Este movimiento es causado por la acción de la gravedad, el empuje de las unidades adyacentes o la presión del fluido dentro de la fisura.

c. Deslizamiento

Según Varnes (1978), el deslizamiento es el movimiento hacia abajo de una masa de suelo o roca que se mueve principalmente a lo largo de superficies de fallas o zonas delgadas donde ocurren grandes deformaciones de corte. Los deslizamientos se clasifican en deslizamientos de traslación y deslizamientos de rotación, dependiendo de la forma de la superficie de ruptura a través de la cual se mueve el material.

d. Propagación lateral

La expansión, o expansión lateral, es un tipo de transferencia de masa que se desplaza principalmente por la deformación interna (expansión) del material. La mayoría de los deslizamientos y flujos implican cierto grado de expansión. La expansión lateral puede verse como el paso final en una secuencia de movimientos en los que la deformación interna es críticamente dominante sobre otros mecanismos de desplazamiento, como el deslizamiento y el flujo (Instituto Nacional de Defensa Civil [INDECI], 2011).

e. Flujo

Se trata de movimientos de rocas, escombros, lodos y masas de partículas colapsadas que se comportan como líquidos y se deforman continuamente sin superficies aparentes de fractura, con el agua como principal desencadenante (INDECI, 2011).

Flujo de detritos

Los flujos de detritos suelen ser materiales gruesos de varios diámetros, como rocas, escombros y rocas descompuestas, de mediano a gran volumen hasta 10 m³. Producen trayectorias rectas bien definidas como pasajes alargados con embudos o conos ramificados en sus extremos y generalmente están conectados a una red de drenaje. La velocidad de contratación suele ser de rápida a muy rápida (Figura 3) (INDECI, 2011).

Figura 3

Flujo de detritos



Nota. Flujo de detritos en la cuenca del río Checras, Lima, Perú. Tomado del Manual de Estimación del Riesgo ante Movimientos en Masa en Laderas (2011). Clasificación de fenómenos por movimientos en masa en laderas. p. 17. <http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc1744/doc1744-contenido.pdf>

Un flujo de detritos o deslizamiento de tierra, son movimientos rápidos de rocas, escombros y suelo anegado que ocurren en las laderas (sin canalizar) y cursos de ríos (canalizados) durante lluvias intensas y prolongadas. A menudo, durante su recorrido, fluyen lateralmente, colocados en la última parte en forma de abanicos o conos (Figura 4).

Figura 4

Modelo y cono de deyección



Nota. Modelo y cono de deyección de la quebrada Paihua, distrito de Matucana, provincia de Huarochirí. Tomado del Informe Técnico N° A6871. Movimientos en masa: deslizamientos y huaycos en la cuenca de la quebrada Paihua. (2005) p. 8. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2193>

Suelen estar hechos de agua y materiales, principalmente arena, rocas, piedras, pero también pueden incluir árboles y objetos hechos por el hombre (muebles, automóviles, casas dañadas,

etc.). Los Huaycos suelen tener hormigón húmedo y viajan a más de 50 km/h (INGEMMET, 2005).

Según Takahashi (1985) un flujo de detritos corresponde a una masa definida de agua o arcilla con partículas dispersas, moviéndose a velocidades de 0,5 a 200 m/s cubriendo distancias de 200 m a 10 km.

Según Hauser (1993) las áreas con pendientes de 25° o más, la falta de vegetación, las cuencas donde los flujos de detritos pueden saturarse y las rocas en equilibrio marginal son factores condicionantes en la formación de flujos de detritos, donde el factor detonante es la lluvia.

Varnes (1978) clasifica a los flujos de detritos como un tipo de transferencia de masa rápida en la que los suelos sueltos y diversas materias orgánicas se mezclan con el aire atrapado en los poros y el agua, creando corrientes de líquidos y sólidos que gotean por las pendientes. Algunas clasificaciones más específicas para cada tipo de flujo de detritos serían las siguientes:

- Flujo de barro: Compuesto por al menos un 50% en peso de partículas de arena, limo y arcilla, es muy húmedo y drena rápidamente.
- Avalancha de detritos: Constituido por un flujo de detritos rápido o muy rápido.
- Flujo de tierra: Movimiento de materiales o rocas secas o saturadas, ricas en arcilla, de grano más fino.
- Torrente de detritos: El movimiento de masas implica un flujo de detritos compuesto principalmente de materia inorgánica y orgánica de grano grueso, que se presenta en canales confinados y pendientes empinadas.
- Lahares: Lodo que se forma en las laderas de un volcán como resultado de la remoción y arrastre de depósitos volcánicos causados por fuertes lluvias, derretimiento repentino de nieve o hielo, o descarga repentina de agua de lagos glaciales o lagos de cráter, o erupciones de lava previas, arroyos o rocas fluidas.

f. Flujos secos

Por supuesto, el término flujo está asociado con el agua, pero de hecho la mayor parte de este tipo de movimiento requiere algo de humedad. Sin embargo, pequeñas corrientes de secado de material particulado ocurren con cierta frecuencia, y grandes corrientes de secado catastróficas se han registrado en cantidades considerables (Varnes, 1978).

1.2.6. Vulnerabilidad

La vulnerabilidad se define como el efecto o daño que puede ocurrir en un ambiente propenso a un evento externo. Los daños mencionados dependen de factores como el grado de deterioro de los edificios y/o viviendas, funcionamiento, organización, sistemas de alerta, desarrollo político e institucional, entre otros (Secretaría de Gestión de Riesgos [SGR], 2014).

Es el grado de exposición de un sistema, ante la ocurrencia de un peligro de manera natural o de forma antrópica, de una magnitud presentada; es decir, la facilidad como un elemento o conjunto de elementos puedan sufrir daños y de encontrar dificultades en recuperarse posteriormente, expresándose en probabilidad (INDECI, 2006).

a. Vulnerabilidad social

Referida a un bajo nivel de organización y cohesión interna de las comunidades vulnerables que socava su capacidad para prevenir, mitigar o responder a situaciones de desastre. También se ocupa de los tipos de relaciones que se forman dentro de los grupos que impiden la acción conjunta, el surgimiento del liderazgo, el uso de los recursos institucionales, etc. Las investigaciones sobre como las comunidades enfrentan los desastres muestran que una mayor cohesión social, reflejada en una buena organización comunitaria y la participación intersectorial, favorecen las acciones de prevención y reducen el impacto de los desastres. Desafortunadamente, esta cohesión organizativa se ha debilitado en Perú durante la última década, tanto por la falta de liderazgo democrático como por la falta de patrocinio estatal (Salazar *et al.*, 2002).

Asimismo, esta vulnerabilidad existe debido a una falta de organización y unidad dentro de la comunidad amenazada que limita su capacidad para prevenir, mitigar o responder a los desastres naturales, y su economía social no es suficiente para construir acuerdos de recuperación (Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres [CONRED], 2012).

Vulnerabilidad ambiental

Está relacionado con la pérdida de la convivencia armoniosa entre los seres humanos y la naturaleza debido a la dominancia por destrucción (vulnerabilidad de los ecosistemas a los impactos directos o indirectos de las acciones humanas y, por un lado, la explotación o habitabilidad de los ecosistemas) (CONRED, 2012).

Vulnerabilidad económica

Los ingresos económicos y el daño ante la ocurrencia de un fenómeno poseen una relación indirecta. Lo que significa que si existe pobreza en una comunidad el riesgo ante un fenómeno será mayor, lo que se refleja por la falta de empleo, disminución de los ingresos, entre otros. Lo cual dificulta el proceso de recuperación y rehabilitación (CONRED, 2012).

1.2.7. Cuenca hidrográfica

Una cuenca es un espacio territorial delimitado por una cuenca (la parte alta de una montaña) donde todas las escorrentías (quebradas y/o ríos) convergen y desembocan en un punto común, también conocido como punto de desagüe de la cuenca. En estas regiones, los ambientes biofísicos interaccionan recíprocamente (suelos, ecosistemas acuáticos y terrestres, plantas, agua, biodiversidad, estructuras geomorfológicas y geológicas), modos de desviación (tecnológicos y/o de mercado), institucionales (organización social), culturales, normativos y/o leyes. Las cuencas hidrográficas no solo permiten comprender espacialmente el ciclo del agua, sino también la acumulación de la actividad humana o influencias externas (sedimentos, contaminantes, nutrientes) a lo largo de los sistemas o redes fluviales actuales, lo que permite cuantificar e identificar los impactos, ya sea positiva o negativamente, calidad del agua y cantidad de agua, aptitud del ecosistema y calidad de vida de sus habitantes (Cotler *et al.*, 2013). Definición que es similar con la de Sánchez *et*

al. (2003) donde menciona que una cuenca hidrográfica es un concepto utilizado para designar un área, región o zona cuya principal característica es que el agua de lluvia que cae sobre esta superficie drena en un cauce común. Es decir, toda el agua acumulada fluye hacia afluentes, lagunas u océanos más grandes.

Las cuencas hidrográficas son áreas en las que se distinguen sectores altos, medios y bajos, que pueden influir en los procesos hidrometeorológicos y en el aprovechamiento de sus recursos, dependiendo de las características topográficas del entorno (Llerena, 2003).

Una cuenca es un área del espacio donde se drena toda el agua (agua de lluvia, agua de deshielo, fuentes de agua, que fluye en canales ríos) en una sola área o área de drenaje, generalmente una gran área de agua como un río, lago o mar. La altura de la cuenca hidrográfica es un área específica, independiente, sin fronteras políticas y administrativas del país o del mundo (Aguirre, 2011).

Manejo de las cuencas hidrográficas

La gestión de cuencas hidrográficas es un conjunto de iniciativas destinadas a identificar y aplicar opciones técnicas, socioeconómicas y legales que brinden soluciones a los problemas ocasionados por el agotamiento y mal uso de los recursos renovables, así como de las cuencas hídricas, de buen acceso. En ellos se incluye el desarrollo de la sociedad humana (Pérez y Shinomi, 2004).

1.2.8. Sistemas de información geográfica

Los sistemas de información geográfica (SIG) son sistemas cuya función permite ingresar, almacenar, procesar e imprimir datos espaciales, por lo cual también se le consideran dentro de una categoría de software. Un ejemplo práctico de SIG es que combina software con hardware, datos, usuario y procedimientos. Finalmente, la combinación de todas estas tecnologías define el término de los Sistemas de Información Geográfica. Así mismo, son tecnologías que utilizan la información espacial almacenada (información espacial sobre qué

y dónde o qué es lo mismo, base de datos georreferenciada) para mostrar su eficacia, especialmente en la resolución de problemas espaciales, para actuar como apoyo a la toma de decisiones y apoyar en los procesos de planificación (Rodríguez y Olivella, 2009).

Para Seguí *et al.*, (2012) los sistemas de información geográfica son paquetes informáticos diseñados para recopilar, almacenar, actualizar, procesar, analizar y visualizar datos georreferenciados geográficamente. Los SIG nacieron a fines de la década de 1960. Proceden, por un lado, de la simulación y modelización de sistemas en campos como la ecología o la planificación territorial y urbana, y por otro, de grandes datos estadísticos y geográficos. Pero su conocimiento no se expandió y su uso no se difundió hasta la implantación masiva de las computadoras en los años 90.

El desarrollo paulatino de los SIG está relacionado con el desarrollo de la tecnología y se caracteriza esencialmente por el desarrollo del procesamiento informático y los microprocesadores. El término SIG se usaba a menudo en aplicaciones de tipo espacial donde el término "geografía" se asocia con un sistema de referencia de coordenadas reconocido que, por su naturaleza general, causa distorsiones geométricas. SIG permite la identificación de relaciones espaciales entre varios datos alfanuméricos en sus "datos geográficos". GIS no almacena datos de mapas/planos de manera convencional, sino que almacena los datos para crear una representación adecuada para un propósito específico, creando así nuevos mapas/planos utilizando las poderosas herramientas de análisis proporcionadas por el sistema.

Por lo tanto, quedan excluidas las definiciones GIS, como los sistemas CAD o las bases de datos. Por lo tanto, un SIG debe tener las siguientes funciones básicas:

- Un sistema de presentación gráfica que visualice información espacial, preferiblemente utilizando bibliotecas gráficas estándar.
- Una base de datos que gestiona fácilmente datos alfanuméricos y gráficos relacionados con el espacio físico. En general, la base de datos debe ser relacional, con posibilidad de

almacenar elementos multimedia (imágenes, sonidos, etc.) y preferentemente orientada a objetos.

- Una base de datos que permite relaciones espaciales y topológicas. La capacidad de crear relaciones topológicas entre unidades gráficas es, sin duda, una característica clave de SIG.
- Sistema de acceso opcional en p. SQL.
- Sistema automático de generación cartográfica a partir de consultas y simulaciones.
- Un sistema de creación de documentos alfanuméricos compuesto por listas, fichas e informes basados en encuestas y simulaciones.
- Lenguaje avanzado que permite implementar aplicaciones a medida.
- Sistema de intercambio de información (importación/exportación).

1.2.9. Proceso de análisis jerárquico

El Proceso de Análisis Jerárquico (AHP), introducido por Thomas Saaty en 1980, es un proceso de toma de decisiones de múltiples niveles que produce valores primarios basados en juicios de expertos expresados en comparaciones secundarias usando una escala de preferencia (Nantes, 2019).

Para Mendoza *et al.*, (2019):

La importancia del AHP está en la determinación de pesos relativos para calificar las alternativas. Al suponer que tenemos n criterios en cierta jerarquía específica, el AHP establece una matriz de comparación por pares A de $n \times n$, que mide el juicio del tomador de decisiones de la importancia concerniente a cada criterio. La comparación por pares se ejecuta de tal modo que el criterio en la fila i ($i=1, 2, 3, \dots, n$) se califica con respecto a cada criterio alterno. Si a_{ij} define el elemento (i, j) de A , el AHP utiliza la escala de Saaty de 1 al 9, donde $a_{ij} = 1$ representa que i y j tienen igual importancia para el experto. Luego, $a_{ij} = 5$ indica que i tiene una mayor importancia que j y $a_{ij} = 9$ indica que i es extremadamente más importante que j . (p. 351)

Es un método estadístico diseñado para evaluar alternativas cuando se consideran múltiples métodos y se basa en el principio de que el conocimiento y la experiencia de los participantes es tan importante como los datos utilizados en el proceso. La primera aplicación de AHP se dio para resolver problemas de toma de decisiones en varios campos. Entre sus principales ventajas se encuentran:

- Puede analizar el impacto de los cambios a un nivel superior en lugar de a un nivel inferior
- Proporciona información sobre el sistema y le permite obtener una mejor visión de los actores, sus metas y objetivos.
- Le permite reaccionar con flexibilidad a los cambios de componentes para que no afecten el diseño general.

El Proceso de Análisis Jerárquico usa una comparación entre dos variables, construye una matriz a partir de la comparación y usa los elementos algebraicos de la matriz para priorizar entre condiciones en relación con el nivel del grupo por encima de ella (Osorio y Orejuela, 2008).

El proceso de análisis jerárquico fue desarrollado por el matemático Thomas L. Saaty (1980) y está diseñado para resolver problemas complejos de criterios múltiples mediante la construcción de un modelo jerárquico que permite a los participantes tomadores de decisiones estructurar el problema de manera visual. La escala de Saaty permite realizar la comparación en orden de prioridades basada en juicios de expertos por la comparación por pares con una escala numérica (Tabla 1) (CENEPRED, 2014).

Tabla 1*Escala de Saaty*

Escala numérica	Escala verbal	Explicación
9	Absolutamente o muchísimo más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con 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 otro, el primero se considera mucho más importante o preferido que el segundo.
5	Mas importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con otro el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
3	Ligeramente más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con otro, el primero es ligeramente más importante o preferido que el segundo.
1	Igual o diferente a ...	Al comparar un elemento con otro, hay indiferencia entre ellos.
1/3	Ligeramente menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con 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 otro, el primero se considera menos importante o preferido que el segundo.
1/7	Mucho menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con 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 otro el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante 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.	

Nota. Adaptado de Escala de Saaty. Tomado del Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión (2014). Anexo N° 06 – Proceso de Análisis Jerárquico. p. 207. Clasificación de peligros originados por fenómenos de origen natural. p. 22. https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guía_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos_v2.pdf

CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Diseño de la investigación

La investigación fue de un diseño no experimental, con un enfoque mixto y un alcance descriptivo que, según Hernández *et al.*, (2014), busca especificar las propiedades, características o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Los componentes analizados para la determinación del riesgo por flujo de detritos fueron el peligro y la vulnerabilidad, de los cuales se recopiló información primaria y secundaria que fue ponderada con el Proceso de Análisis Jerárquico, metodología establecida en el Manual para la Evaluación de Riegos Originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión (CENEPRED, 2014).

2.2. Lugar y fecha

La presente investigación fue realizada en los centros poblados de Huayan, Buenos Aires y Hornillos, ubicados en la cuenca baja del río Chancay-Huaral, del distrito de Huaral, provincia de Huaral, departamento de Lima entre los meses de mayo a noviembre del 2021.

2.3. Población y muestra

Población

La población para la presente investigación fue definida a partir de la información revisada sobre el número de viviendas ubicadas en los centros poblados de Huayan, Buenos Aires y Hornillos. Determinándose como población a 258 viviendas (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2018).

Muestra

A partir de las 258 viviendas fue determinado el tamaño de muestra con la fórmula de López y Fachelli (2015) que se muestra a continuación:

$$n = \frac{k^2 * p * q * N}{(e^2 * (N - 1)) + k^2 * p * q}$$

Donde:

n: Tamaño de la muestra = número de viviendas

N: Población = 258

k: Nivel de confianza = 1,96

e: Error muestral = 0,05

p: Proporción de individuos que poseen esa característica = 0,5

q: Proporción de individuos que no poseen esa característica = 0,5

Como resultado de la operacionalización de la fórmula, la muestra para la presente investigación fue de 156 viviendas.

Distribución de la muestra

Las 156 viviendas obtenidas como muestra fueron distribuidas proporcionalmente respecto al porcentaje parcial que representaban las viviendas de cada centro poblado en referencia al total (Tabla 2).

Tabla 2

Distribución de la muestra

Centros poblados	Número de viviendas	Porcentaje respecto al total de viviendas	Número de viviendas respecto a la muestra
Huayan	95	36,82	57
Hornillos	104	40,31	63
Buenos Aires	59	22,87	36
TOTAL	258	100	156

Nota. Tabla elaborada a partir de datos tomados del INEI 2018.

2. 4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la investigación fue aplicada la metodología del Proceso de Análisis Jerárquico, metodología establecida por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres en el Manual para la Evaluación de Riegos Originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión, mediante el cual fueron ponderados los parámetros y descriptores del peligro y vulnerabilidad, asignando la importancia de cada uno en el fenómeno de flujo de detritos, que finalmente permitió determinar los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo que presentó la población estudiada, siendo representados en mapas temáticos (CENEPRED, 2014).

El instrumento para la recolección de información de las viviendas de los centros poblados fue validado por el juicio de dos expertos, los que examinaron la Ficha de encuesta para el análisis de la información de la vulnerabilidad, que posteriormente fue aplicando en el trabajo de campo (ver Apéndice 8).

2.5. Materiales y equipos

Materiales de Campo

- Libreta de apuntes
- Útiles de escritorio (Lapiceros, lápiz, borrador, etc.)
- Fichas de evaluación
- GPS (Global Positioning System)
- Cámara fotográfica
- Mapa del área de estudio

Materiales de Gabinete

- Laptop
- Impresora
- Memoria USB
- Smartphone

- Geo servidores de Entidades Técnico Científicas
- Software's: ArcGIS 10.5, Microsoft Excel, Microsoft Word

2.6. Descripción del área de estudio

Ubicación geográfica

El área de estudio se encuentra ubicada en la cuenca baja del río Chancay-Huaral ubicada en el distrito de Huaral, provincia de Huaral, departamento de Lima (Tabla 3).

Respecto a la localización de los centros poblados de Huayan, Buenos Aires y Hornillos, estos se encuentran ubicados en la margen derecha del río Chancay - Huaral, que colinda con la quebrada Huerequeque (Figura 5).

La zona de estudio es un área que está expuesta a la ocurrencia del flujo de detritos debido al incremento de las precipitaciones extremas en la parte alta de la cuenca y fenómenos meteorológicos como El niño y el Niño Costero (Instituto Geológico Minero, Metalúrgico [INGEMMET], 2021).

A nivel de microcuencas el área de estudio se ubica en la microcuenca medio bajo Chancay-Huaral, una de las nueve que conforman la cuenca del río Chancay-Huaral (Figura 6).

Tabla 3

Ubicación geográfica de centros poblados

Centro poblado	Coordenadas	
	UTM (WGS 84 Zona 18S)	
	Este	Norte
Huayan	268 332	8 733 096
Buenos Aires	268 399	8 733 273
Hornillos	269 684	8 734 054

Nota. Datos obtenidos a partir del INEI 2018.

Figura 5

Mapa de ubicación del área de estudio en la cuenca del río Chancay-Huaral

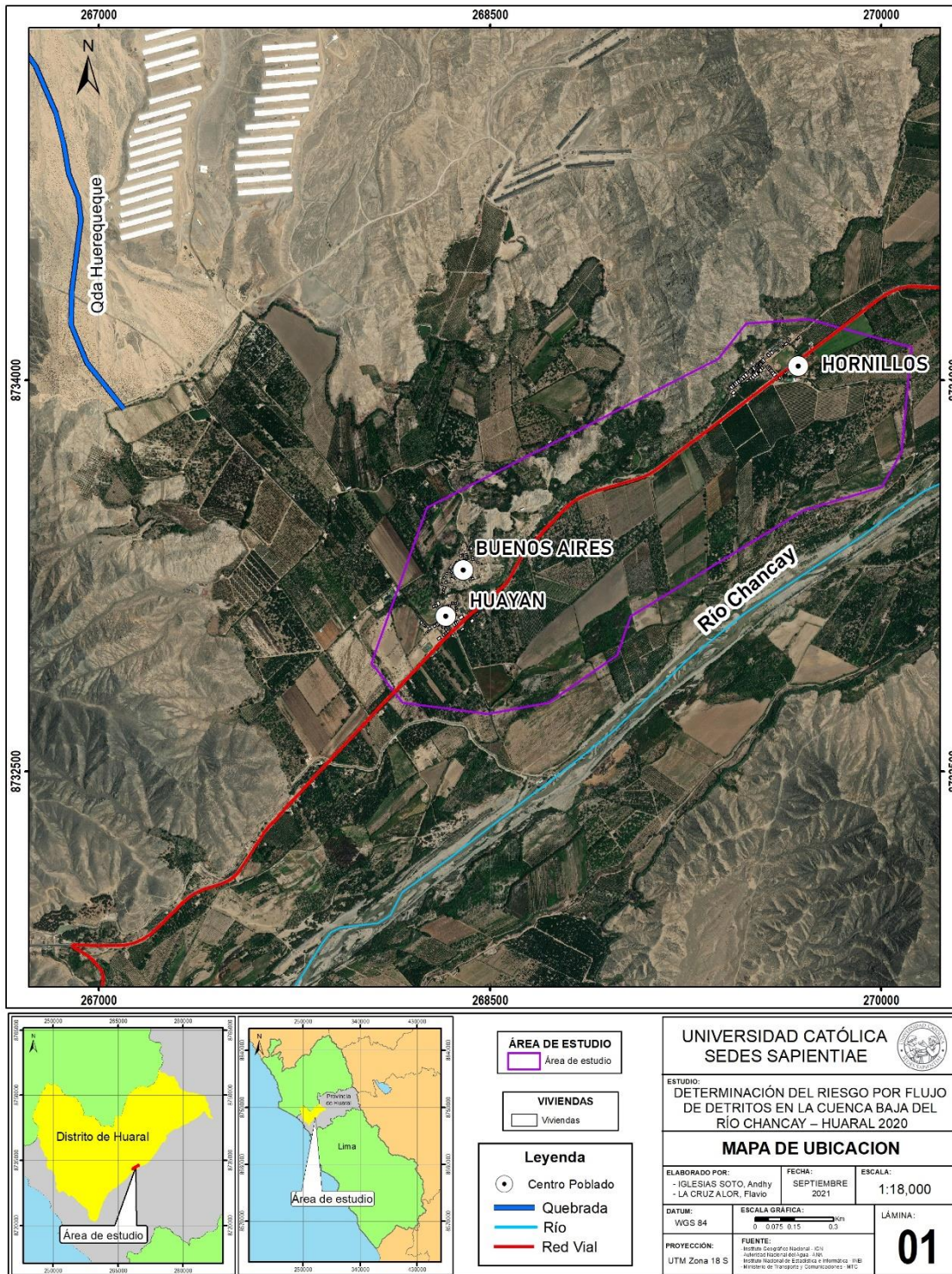
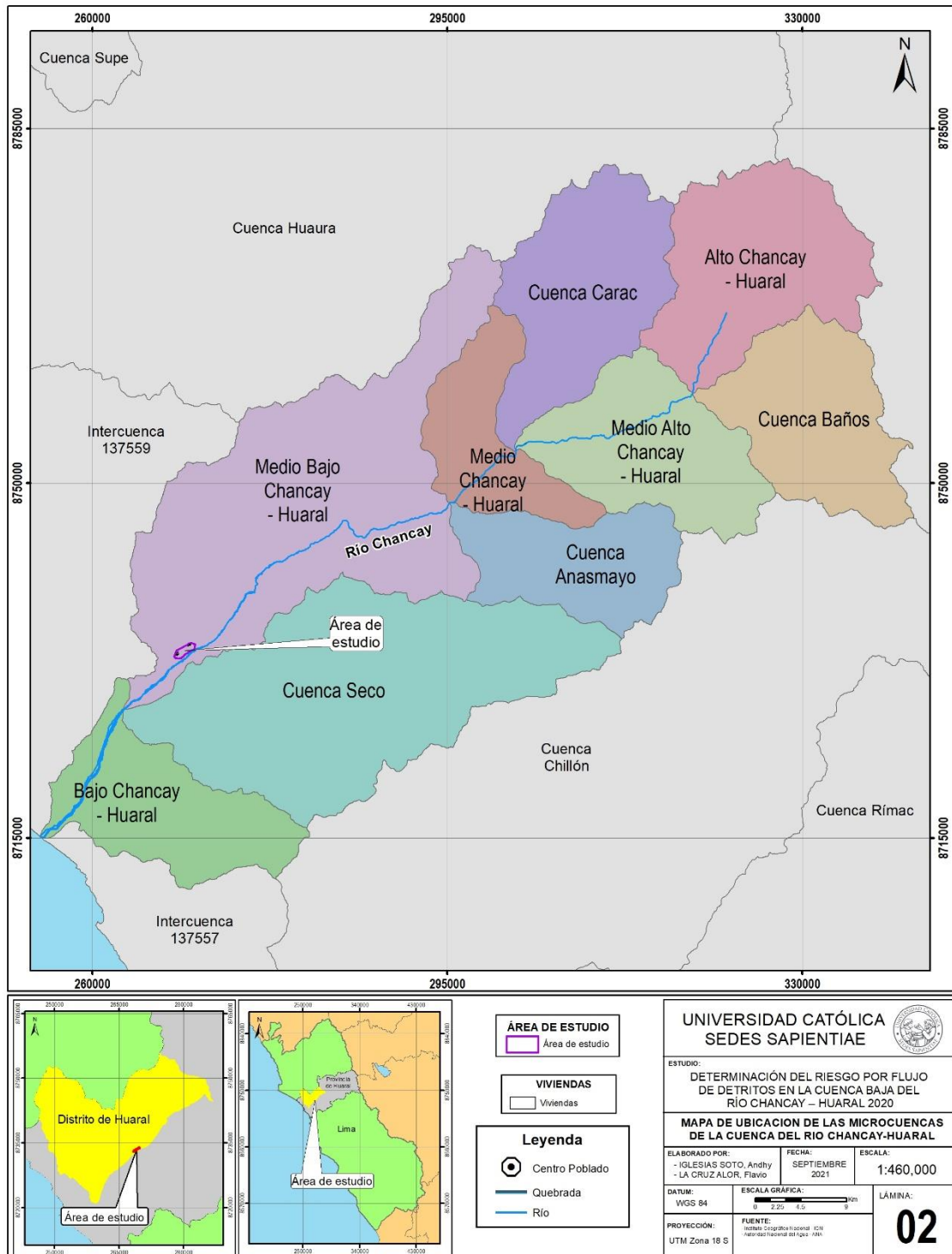


Figura 6

Mapa de ubicación de las microcuencas de la cuenca del río Chancay-Huaral



Información socio demográfica

Densidad poblacional

Según datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2018) por el censo realizado en el 2017, el distrito de Huaral cuenta con 99 915 habitantes (Tabla 4).

Tabla 4

Población del distrito de Huaral

Descripción	Habitantes
Hombre	49,245
Mujer	50,670
Total	99,915

Nota. Elaboración propia a partir de datos del Tomo I, del censo realizado por el INEI (2018). https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1550/15BTOMO_01.pdf

De la mencionada población del distrito de Huaral, el INEI la clasifico en cinco rangos de edad (Tabla 5).

Tabla 5

Distribución de la población según rango de edad en el distrito de Huaral

Rango de edad	Cantidad
1 a 4 años	6,523
5 a 9 años	8,479
10 a 14 años	8,593
15 a 19 años	8,014
20 a 24 años	8,789
25 a 29 años	8,226
30 a 34 años	7,583
35 a 39 años	7,149
40 a 44 años	6,972
45 a 49 años	5,969
50 a 54 años	5,311
55 a 59 años	4,497
60 a 64 años	3,709
65 a más años	8,679
Total	99,915

Nota. Elaboración propia a partir de datos del INEI (2018).

https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1550/15BTOMO_01.pdf

La población del área de estudio estuvo constituida por los centros poblados de Huayan, Buenos Aires y Hornillos cuya información de distribución poblacional, se recabo del censo realizado por el INEI en el 2018 (Tabla 6).

Tabla 6

Distribución poblacional de los centros poblados

Población	Centro poblado Huayan N.º de habitantes	Centro poblado Buenos Aires N.º de habitantes	Centro poblado Hornillos N.º de habitantes
Hombres	134	101	127
Mujeres	140	119	119
Total	274	220	246

Nota. Elaboración propia a partir de datos del INEI (2018).

https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/tomo4.pdf

Viviendas

Referido a las viviendas del distrito de Huaral, el INEI las clasificó de acuerdo a su accesibilidad para los servicios básicos (Tabla 7).

Tabla 7

Características de las viviendas en el distrito de Huaral

Descripción	Cifras absolutas	Porcentaje
Vivienda sin desagüe	5,673	22,36
Vivienda sin agua de red	5,736	22,6
Vivienda sin alumbrado eléctrico	1,657	6,53
Viviendas con piso de tierra	4,141	16,32
Viviendas con una habitación	3,953	15,58
Hogares que cocinan con leña	4,696	17,19
Hogares sin pc/laptop/tablet	18,103	66,25
Hogares sin teléfono celular	2,706	9,9
Hogares sin conexión a internet	18,523	67,79

Nota. Elaboración propia a partir de datos del INEI (2018).

https://visor.geoperu.gob.pe/reportes/consulta_Distrito.phtml?olayer=peru_distrito&ocampo=cod_dist&ovalor=150601

En lo que corresponde a la población de viviendas en los centros poblados de estudio, estuvo distribuida en 95 viviendas para el centro poblado Huayan, 104 viviendas para el centro poblado de Hornillos y 59 viviendas para el centro poblado de Buenos Aires según el censo del 2017 del INEI.

Empleo

En cuanto al empleo de la población del distrito de Huaral, el INEI realizó una clasificación de estas en cinco grupos (Tabla 8).

Tabla 8

Características del empleo en la población del distrito de Huaral

Descripción	Cifras	Porcentaje
Población en edad de trabajar	76,523	77
Población económicamente activa	46,135	46
Población económicamente ocupada	44,380	44,42
Población económicamente desocupada	1,755	1,76
Población económicamente inactiva	30,388	30,41

Nota. Elaboración propia a partir de datos del INEI (2018).

https://visor.geoperu.gob.pe/reportes/consulta_Distrito.phtml?olayer=peru_distrito&ocampo=cod_dist&ovalor=150601

Vías de acceso

Las vías de acceso a los centros poblados son:

- Carretera Huaral-Chancay, Desvió a Huaral, Av. Los Naturales, Huayan
- Nordeste por la Av. Los Naturales hacia LM-108, Hornillos
- Carretera Huaral-Chancay, Av. Los Naturales, Huayan hacia la izquierda, Buenos Aires

Actividades económicas

En el ámbito de estudio las actividades económicas que se destacan en la cuenca del río Chancay-Huaral son la actividad agrícola, ganadera, pesquera y piscícola, además del desembarque, el comercio y servicios. Siendo la actividad agrícola y la agropecuaria el esencial soporte económico donde destacan los cultivos de algodón, maíz amarillo duro y marigol, sucesivo de las hortalizas, cereales y tubérculos. Mientras que en los cultivos frutales destacan los manzanos, paltos, mandarinas, naranjas y mangos (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI], 2015).

De acuerdo con el Plan Operativo Institucional (POI) 2023 de la Dirección Regional de Agricultura del Gobierno Regional de Lima, indica que, como parte de la situación sectorial

de la Región Lima, esta diferencia en tres zonas, de la que en la presente investigación se encuentra ubicada en la zona baja comprendida entre los 0 a 1000 m s.n.m., y en donde las actividades económicas que resaltan son la agropecuaria y agroindustrial. De la primera se identifica que la provincia de Huaral cuenta con cultivos transitorios como los de papa, maíz amarillo, ají, ajo, camote, cebolla, maíz choclo, pimiento, yuca, zanahoria y zapallo; para los cuales son 2 846 el número de productores (Dirección Regional de Agricultura, 2023).

Clima

De acuerdo a la clasificación climática de Thornthwite, el área que abarca la quebrada Huerequeque, se encuentra inmersa en una zona desértica semicálida (clima árido) con alta humedad y poca precipitación durante el año (SENAMHI, 2010). En cuanto a las precipitaciones y temperaturas locales en la quebrada Huerequeque, la precipitación máxima registrada para el último periodo 2020-2021 fue de 0,1 mm en setiembre del 2021, según fuentes de datos meteorológicos y pronósticos meteorológicos del servicio aWhere (INGEMMET, 2021).

Del mismo modo, las precipitaciones también son estacionales, con precipitaciones muy irregulares a lo largo del año, cayendo normalmente entre diciembre y marzo (Tabla 9).

Tabla 9

Precipitación máxima diaria registrada en la estación de Huayan

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total general
1963								0,8	0,6	0,5	1,2	0,1	1,2
1964	0,3	0,4	1,9	0,1	0,5	0,5	0,4	0,2	0,1	0	0	0,1	1,9
1965	0,3	0,2	0,6	0	0,6	0,2	0	0	2	0,5	0,1	0,3	2
1966	0	0	0	0	0	0,3	0,4	0,6	0,2	15,8	0,5	0	15,8
1967	4,5	2	0	0	0	0	5,1	0,9	0,6	0	0	0	5,1
1968	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
1969	0	0	0	0	0	0,4	0,8	2,2	0	0	0	0	2,2
1970	14	5,2	0	0	0	1,8	1,7	0	1,4	0	0	0	14
1971	0,4	0,1	0	0,5	0	10,4	1	10,8	0	0,3	0,2	1	10,8
1972	0	3,5	3	0,5	0	0	0	1,6	0,8	0	6	6	6
1973	3	0,4	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
1974	0,4	1,5	1,1	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4
1975	0	3,6	0	0	0,01	0,7	0,5	0,3	0	0	0	0	3,6
1976	2,5	3	0,3	0	1	1,5	0,5	1,5	1,2	0	0	0	3
1977	0	0,8	0	0	0	0	0,6	0	2	0	0,1	0	2
1978	1,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,6
1979	0	0	11,9	0	0	1	0	0	0	0	0	0	11,9
1980	0	0	0	0	0,2	0,6	0	0	0	0	0	0	0,6
1981	2	0,1	0,2	0	0	0	0	3	0	0	1,5	0	3

1982	0	1,8	0	0	0,6	0	0,6	0	0	0	0	0	1,8
1983	0,6	1	2,6	0,5	0	0	1,8	0	0	0	0	0,1	2,6
1984	0	3,5	1	0	0,6	0	0	0,1	1,7	0	0	0,2	3,5
1985	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1986	0	0,3	0,4	0	0	0	0	0,01	0,1	0	0	5,8	5,8
1987	2,5	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0,6	4
1988	4,2	0	0	0	0	0	0	2,5	0,1	0,01	0	0,1	4,2
1989	0	10	0	0	0	0	0,01	0,2	0	0,2	0	0	10
1990	0	0	0	0	0	2	0,5	0,01	0,01	0,01	0,01	5,4	5,4
1991	0,01	0	0,01	0	0	0	0,6	0,6	0	0	0	0	0,6
1992	0	0	0	0,01	0	0,2	0,9	0	0	0,1	0	0	0,9
1993	0	0	0	0	1	0,4	0,6	0	0	0	0	0,01	1
1994	0,4	0	0	0,01	0,5	0,5	0	0,1	0	0,2	0,4	0	0,5
1995	0	0	1,3	0,01	0,01	0,01	1	0,3	0,5	0,01	0,01	0	1,3
1996	0	0	6,8	0,1	0	0,5	0,5	0,4	0,1	0,01	0,1	0,01	6,8
1997	0,01	0	0,01	0,01	0	0	0	0,6	0,1	1,6	0	2	2
1998	2	4,8	4,7	0	0,5	0,8	1	1,2	0,5	0,1	0,1	0	4,8
1999	2,9	5,2	0,9	0,1	0	1	0,5	0,3	0,4	0	1,4	0	5,2
2000	1,8	0,7	0,3	0	0,3	0,5	0,9	0,4	0,2	0,1	0	0,5	1,8
2001	2,7	1,4	0,8	0,2	1	0,6	0,8	0,3	0,2	0	4,8	0,1	4,8
2002	0	36,7	0,1	0,5	0,1	0,7	0,9	0,7	0,6	0,9	0,4	0,2	36,7
2003	1,4	0,6	0,6	0	0	0,4	0,7	1,1	1,1	0	0	1,1	1,4
2004	0	0	0	0	0	0	0,9	0,2	0,4	0	0,4	0,3	0,9
2005	0,1	0	0	0	0,6	0,5	0,4	0,3	1,1	0	0	0,1	1,1
2006	0,9	0,2	0,9	0	0	0,3	0,4	0,2	0,3	0,1	0,3	0,3	0,9
2007	0	0	0	0	0	0	0,5	1,5	0,3	0	0	0	1,5
2008	0	0	1	0	0,5	1	0,7	1,1	1,2	0,6	1,7	0,6	1,7
2009	1	2,8	1,5	0,5	0	0,9	0,9	0,8	0,7	0,5	0,7	0,6	2,8
2010	1	0,2	0,4	0,5	1	0,6	0	0,2	0,3	0,3	0,1	0,8	1
2011	0,6	1	1,4	0,9	0,3	2,4	1,2	1,3	1,5	0,4	0,1	0	2,4
2012	0	3,5	2,4	0	0,5	1,5	1,6	1,7	0,5	0,4	0,2	1,4	3,5
2013	0	0,2	2,6	0	0,6	1,2	0,5	0,5	0,6	0,1	0,4	0	2,6
2014	0,7	0	3,3	0,1	0,5	1	1						3,3
TOTAL	14	36,7	11,9	0,9	1	10,4	5,1	10,8	2	15,8	6	6	36,7

Nota. Elaboración propia a partir del registro de precipitación para la estación de Huayan desde 1963 a 2014 (SENAMHI, 2021).

Cobertura Vegetal

Según el SENAMHI (2014). en el ámbito de la cuenca del río Chancay – Huaral, son diferenciados diversos tipos de cobertura vegetal (Tabla 10).

Tabla 10*Cobertura vegetal de la cuenca del río Chancay – Huaral*

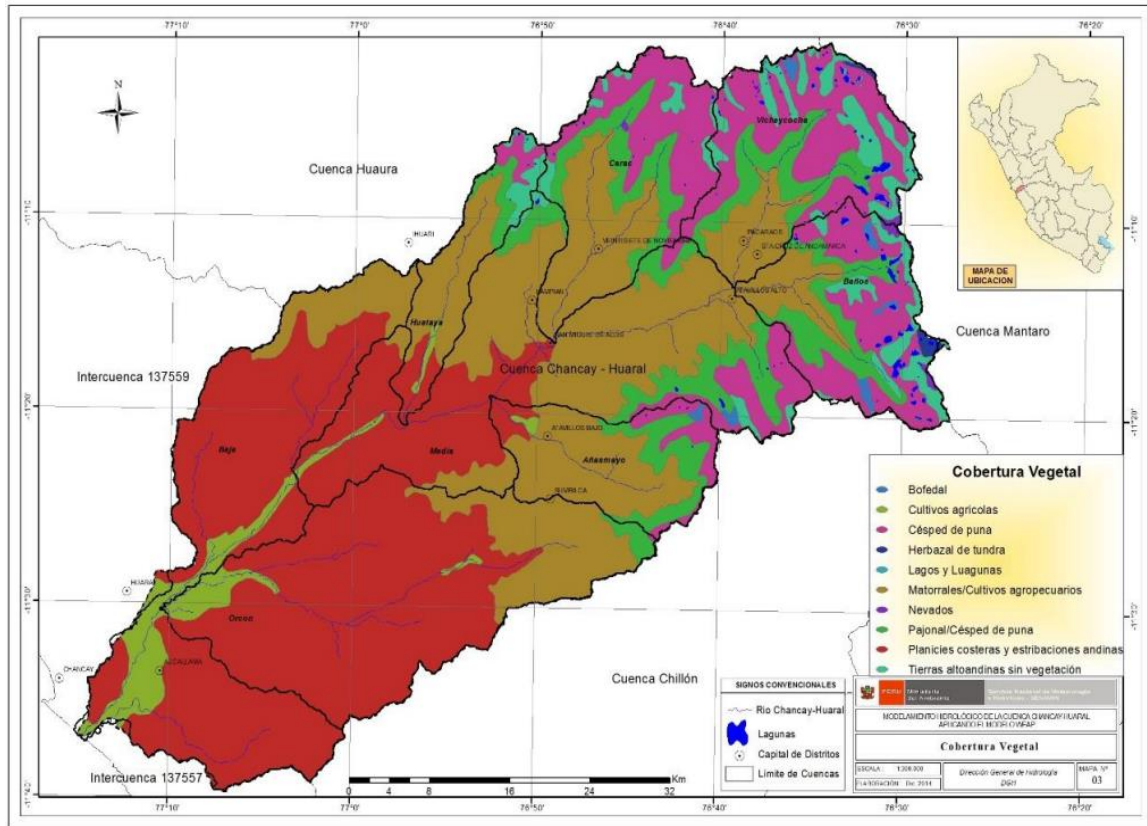
Cobertura vegetal	Área (km²)	Área (%)	Descripción
Nevados	5.4	0.2	Ubicadas en la parte alta de la cuenca que alimenta a los ríos y bofedales, estos últimos permanecen inundados permanentemente con ligeras oscilaciones en periodos secos.
Lagos y lagunas	7.7	0.3	
Bofedales	11.5	0.4	
Tierras alto andinas sin vegetación	132.3	4.3	Pertenece en zonas de clima frío.
Césped de puna	437.5	14.4	Son dos tipos de asociaciones de herbáceas, se extiende aproximadamente a partir de los 4000 msnm, que caracteriza un ambiente frío y húmedo.
Pajonal/Césped de puna	311.5	10.2	
Herbazal de tundra	5.3	0.2	Se localiza sobre los 4500 y 4900 m s.n.m. El relieve es abrupto, producto del intenso modelaje glaciario, con gran cobertura de rocas.
Matorrales/cultivos agropecuarios	891.9	29.3	Los matorrales se diferencian según el piso altitudinal que ocupan. Comprende entre los 2 000 y 4 000 m s.n.m.
Cultivos agrícolas	105.1	3.4	Localizada en los valles costeros, cultivos importantes como el maíz amarillo duro, algodón, mandarino, palto etc.
Planicies costeras y estribaciones andinas	1138.2	37.4	Son áreas con ausencia de vegetación, conformadas por las planicies del desierto costero y las primeras estribaciones andinas.
Total	3046.4	100	

Nota. Elaboración propia a partir de datos del INEI (2018).

Los tipos de cobertura vegetal tienen un mapa en el que se representa su distribución, que fue elaborado a partir de los datos contenidos en el Plan de Gestión de Riesgo y Adaptación al Cambio Climático en el Sector Agrario para el periodo 2012-2021 (Figura 7).

Figura 7

Cobertura vegetal de la cuenca del río Chancay – Huaral



Nota. Tomado del SENAMHI (2015). <https://hdl.handle.net/20.500.12542/436>

Peligro geológico

Como señala Luque *et al.*, (2020) la región Lima está caracterizada por presentar cinco niveles de susceptibilidad a movimientos en masa, y en relación al ámbito de estudio de la presente investigación son los niveles de baja a alta susceptibilidad por referido peligro, con preponderancia al flujo de detritos los que caracterizan la zona sobre las que se ubican los centros poblados de estudio y la quebrada Huerequeue (Figura 8).

2.7. Procesamiento y análisis de datos

Los valores para el análisis del peligro y la vulnerabilidad fueron ponderados utilizando el programa Microsoft Excel para sistematizar las ecuaciones y fórmulas del proceso de análisis jerárquico. Por ello fueron utilizadas hojas de Excel en donde se elaboraron las matrices de comparación de pares, matrices de normalización y se realizaron los cálculos del índice de consistencia y relación de consistencia para determinar el peso ponderado que tiene cada uno de ellos en el cálculo de los niveles de peligro y vulnerabilidad por flujo de detritos en el área de estudio, según lo establecido en el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – 2da versión del CENEPRED (ver Apéndices 1-7).

En ese sentido, el valor de los pesos ponderados para los descriptores y parámetros del peligro, así como de la vulnerabilidad en el área de estudio fueron establecidos con la asistencia de los Evaluadores de Riesgo de Desastres Originados por Fenómenos Naturales acreditados por el CENEPRED, quienes dieron la conformidad de los valores estimados con el proceso de análisis jerárquico, metodológica establecida en el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – 2da versión (ver Apéndice 8 y 9).

En el desarrollo de la presente investigación fueron necesarios nueve meses, los que se distribuyeron en cuatro etapas:

A. Recopilación de información documental

Esta etapa consistió en realizar una recopilación de información documental y de carácter geográfico sobre el área de estudio, información digital como la vectorial, raster e imágenes satelitales de entidades técnico científicas, a fin de conocer las características hidrológicas, meteorológicas, geográficas y geofísicas.

Las entidades técnico científicas consultadas de las que fue recopilada información necesaria para el análisis de los parámetros y descriptores del peligro y vulnerabilidad fueron:

- Autoridad Nacional del Agua (ANA)
- Instituto Nacional de Estadística e informática (INEI)
- Instituto Geográfico Nacional (IGN)
- Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET)
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI)
- Sistema de Información Geográfica para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID)
- Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS)

La información recopilada fue homogenizada y sistematizada en un sistema de coordenadas geográfica acorde al Datum WGS84, utilizando el programa ArcGIS con el que fue creada la base de datos para el procesamiento de los mapas temáticos del área de estudio.

B. Etapa de planificación

En esta etapa se analizó la información recopilada, como los estudios de peligros por flujo de detritos, en base a la cual se verificó que la zona de estudio posee las condiciones físico geográficas que contribuyen a la ocurrencia del fenómeno de movimientos en masa debido al incremento de precipitaciones. Por lo tanto, fueron definidos el parámetro de evaluación, los factores condicionantes y el factor desencadenante que caracterizan al área de estudio para el cálculo del peligro por flujo de detritos (Tabla 11).

Tabla 11

Parámetros del peligro

Peligro				
Susceptibilidad			Parámetro de evaluación	
Factor condicionante			Factor desencadenante	Frecuencia
Unidades geomorfológicas	Pendiente del terreno	Cobertura vegetal	Unidades geológicas	

Nota. Elaboración propia.

De la misma forma, fueron definidos los parámetros a evaluar dentro de los factores de la vulnerabilidad (exposición, fragilidad, resiliencia) para la dimensión social, económica y ambiental (Tabla 12).

Tabla 12*Parámetros de la vulnerabilidad*

Vulnerabilidad								
Dimensión social			Dimensión económica			Dimensión ambiental		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
	Abastecimiento de agua	Experiencia pasada de desastres en la localidad		Material de las paredes	Ingreso promedio familiar		Disposición de residuos sólidos	Manejo de residuos sólidos
Grupos etarios	Servicio higiénico	Capacitación en gestión de riesgos	Viviendas	Material de los techos	Actividad laboral	Cercanía a residuos sólidos	Crianza de animales	Conocimiento en temas ambientales
	Tipo de alumbrado	Actitud frente al riesgo		Estado de conservación de la vivienda	Ocupación		Disposición de excretas	

Nota. Elaboración propia.

Además, en esta etapa fue elaborada la ficha de encuesta para recopilar información de la vulnerabilidad, para la cual fueron estimados los pesos de los parámetros y descriptores en la etapa anterior. para los factores de exposición, fragilidad y resiliencia que fue aplicada en el trabajo de campo (ver Apéndice 10).

Por último, definidos los parámetros de la vulnerabilidad fue planificado el recorrido al área de estudio para levantar información sobre las condiciones de vulnerabilidad de la muestra correspondiente a la investigación.

C. Etapa de campo

Esta etapa consistió en el reconocimiento in situ de las condiciones actuales del área de estudio, en donde fue aplicada la ficha para el levantamiento de información de la vulnerabilidad mediante entrevistas a las viviendas que formaron parte de la muestra. Este proceso permitió obtener información sobre la vulnerabilidad social, económica y ambiental de la muestra en estudio.

Sumado a las entrevistas, las observaciones en campo ayudaron a completar la información de la ficha de vulnerabilidad que fue procesada en la siguiente etapa.

D. Trabajo de gabinete

En esta última etapa fue consolidada y procesada la información de carácter geográfico y de campo, en donde fueron vinculados los valores obtenidos en las hojas de Excel a cada uno de los descriptores y parámetros del peligro y vulnerabilidad con el programa ArcGIS.

En cuanto al peligro, fue vinculado el valor de cada descriptor y parámetro a cada capa de información definida en la base de datos creada con ArcGIS, en donde fueron combinados cada capa de información para luego aplicar las fórmulas y realizar los cálculos de los niveles de peligro que posee el área de estudio, para terminar, fueron estratificados los niveles de peligro según los valores obtenidos en el mapa de peligro.

Por otro lado, la información recopilada en las fichas de vulnerabilidad fue procesada en una base de datos en Excel, cuya información fue vinculada a los lotes georreferenciados en ArcGIS, en cuyo programa fueron aplicadas las fórmulas y realizados los cálculos para estratificar los niveles de vulnerabilidad que posee cada vivienda encuestada, para las que fueron elaborados los mapas de vulnerabilidad por cada centro poblado en estudio.

Finalmente, obtenidos los valores del peligro y vulnerabilidad fueron realizados los cálculos de los valores de riesgo, los que se estratificaron en el mapa de riesgo con los respectivos niveles que posee el área de estudio.

2.8. Identificación de las variables

En esta investigación fueron identificadas las variables independientes y dependientes, cada una de ellas se describen en la Tabla 13.

Tabla 13*Matriz de operacionalización de variables*

Variable	Definición	Definición operacional	Indicadores	Unidad de medida
Independiente: Flujo de detritos	Movimiento de masas separadas de las quebradas por la acción de las lluvias, esta masa no se solidifica, se licua y se une con lo que hay en su cauce (barro, madera, roca, etc.).	Factores Hidrometeorológicos	Precipitación	Pluviómetro
Dependiente: Nivel de riesgo	Probabilidad de sufrir daño debido a la ocurrencia de un fenómeno natural.	Peligro Vulnerabilidad	Factores condicionantes y desencadenantes Exposición Fragilidad Resiliencia	Tablas del manual de CENEPRED Imágenes Satelitales Ficha de encuesta para información de vulnerabilidad Observación

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. Determinación de los niveles de peligro por flujo de detritos

Fueron determinados los niveles de peligro por flujo de detritos, para un área que abarcó los centros poblados de Huayan, Buenos Aires y Hornillos.

3.1.1. Susceptibilidad del área de estudio

Para la evaluación de la susceptibilidad del área de estudio fueron considerados cuatro factores condicionantes y un factor desencadenante.

Factores condicionantes

Los valores de los descriptores y parámetros de los factores condicionantes se obtuvieron con el proceso de análisis jerárquico (ver Apéndice 1).

a. Unidades geomorfológicas

La información de las unidades geomorfológicas para el área de estudio fue obtenida del portal del GEOCATMIN de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET en base a la cual se definieron cada uno de los descriptores que abarcaban el área de estudio (Tabla 14).

Tabla 14

Descriptores de las unidades geomorfológicas

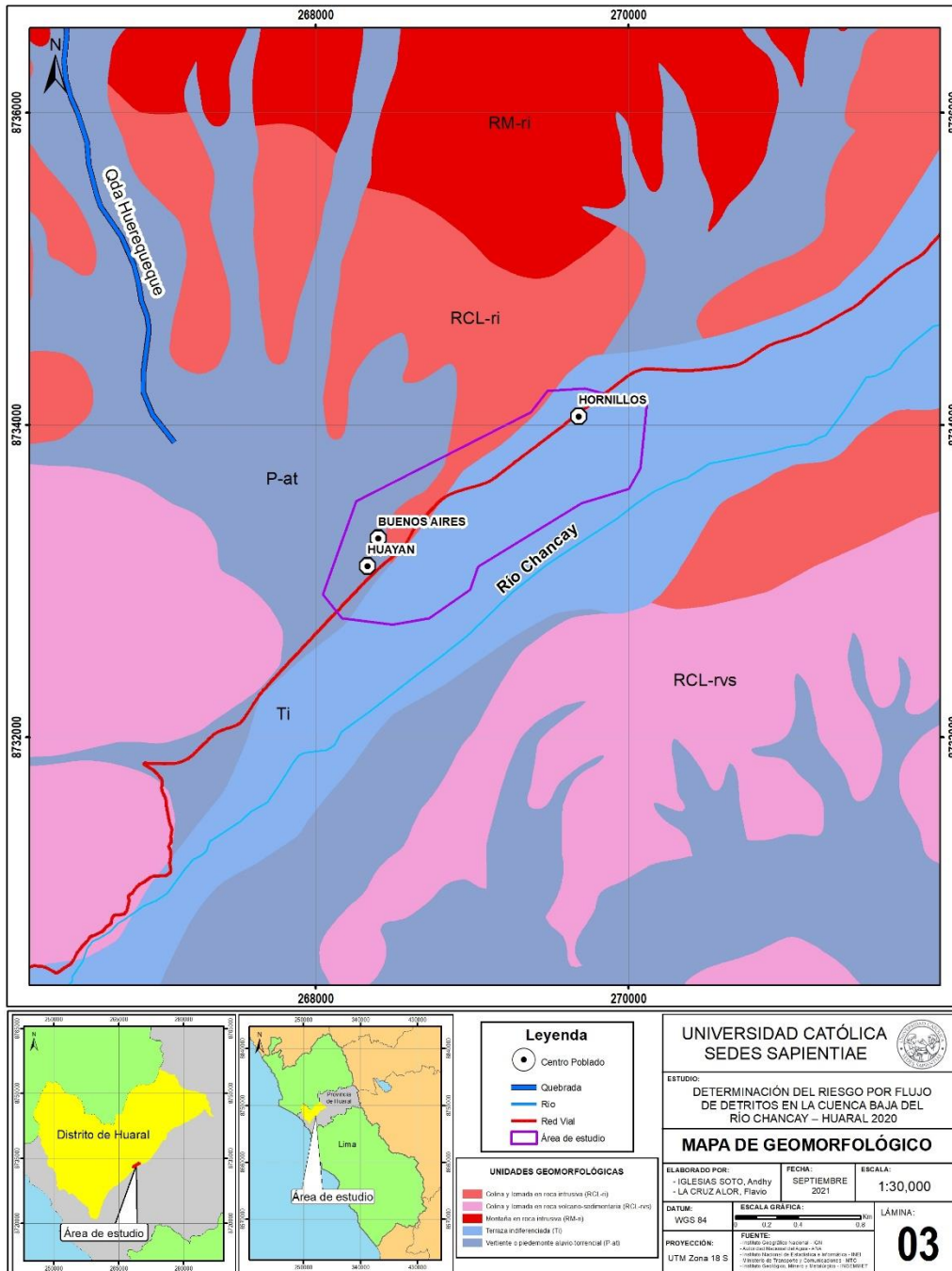
Criterio	Unidades Geomorfológicas	Peso ponderado: 0,492	
Descriptores	Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (P-at)	PUGF1	0,480
	Terraza indiferenciada (Ti)	PUGF2	0,274
	Colina y lomada en roca intrusiva (RCL-ri)	PUGF3	0,141
	Colina y lomada en roca volcano-sedimentaria (RCL-rvs)	PUGF4	0,068
	Montaña en roca intrusiva (RM-ri)	PUGF5	0,036

Nota. Elaboración propia, a partir del Mapa Geomorfológico del Perú escala 1:100,000 del INGEMMET.

Posteriormente, se elaboró el mapa de unidades geomorfológicas con información del mapa geomorfológico del Perú a escala 1: 100,000 del INGEMMET, que caracteriza al área de estudio, asignándoles los valores que le corresponden a cada unidad (Figura 9).

Figura 9

Mapa de unidades geomorfológicas



b. Pendiente del terreno

Los rangos de pendiente que se presentan en el área de estudio fueron caracterizados por la información obtenida del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), con la descarga del Modelo Digital de Elevación (DEM) – ALOS PALSAR obtenido de Alaska Satellite Facility, con un pixel de 12,5 m. El DEM, fue procesado en el programa ArcGIS a fin de obtener la pendiente del área de estudio en porcentaje, tomando como referencia para la clasificación de la pendiente del área de estudio el D.S. N° 0005-2022-MIDAGRI, norma que aprueba el Reglamento de Calificación de Tierras por su Capacidad de Uso, en donde se establecen los rangos para la clasificación de la pendiente en porcentajes.

Para finalmente clasificar la pendiente en el tipo corta, en cinco clases, debido a que permitirá establecer los 4 rangos de susceptibilidad y consecuentemente los de peligrosidad, en donde también fueron definidos el peso de los descriptores y el peso ponderado que le corresponde al parámetro de la pendiente (Tabla 15).

Tabla 15

Descriptores de la pendiente

Criterio	Pendiente (%)	Peso ponderado: 0,309	
Descriptores	0 – 4	PPE1	0,493
	4 – 8	PPE2	0,271
	8 – 15	PPE3	0,134
	15 - 25	PPE4	0,067
	> 25	PPE5	0,036

Nota. Elaboración propia, a partir de la clasificación de pendiente en el Reglamento de Calificación de Tierras por su capacidad de Uso, D.S. N° 0005-2022-MIDAGRI.

El resultado se representó en un mapa de pendiente para el área de estudio con las clases de pendientes en porcentaje. Además, se elaboró un mapa de curvas de nivel (Figura 10 y 11).

Figura 10

Mapa de pendiente del área de estudio

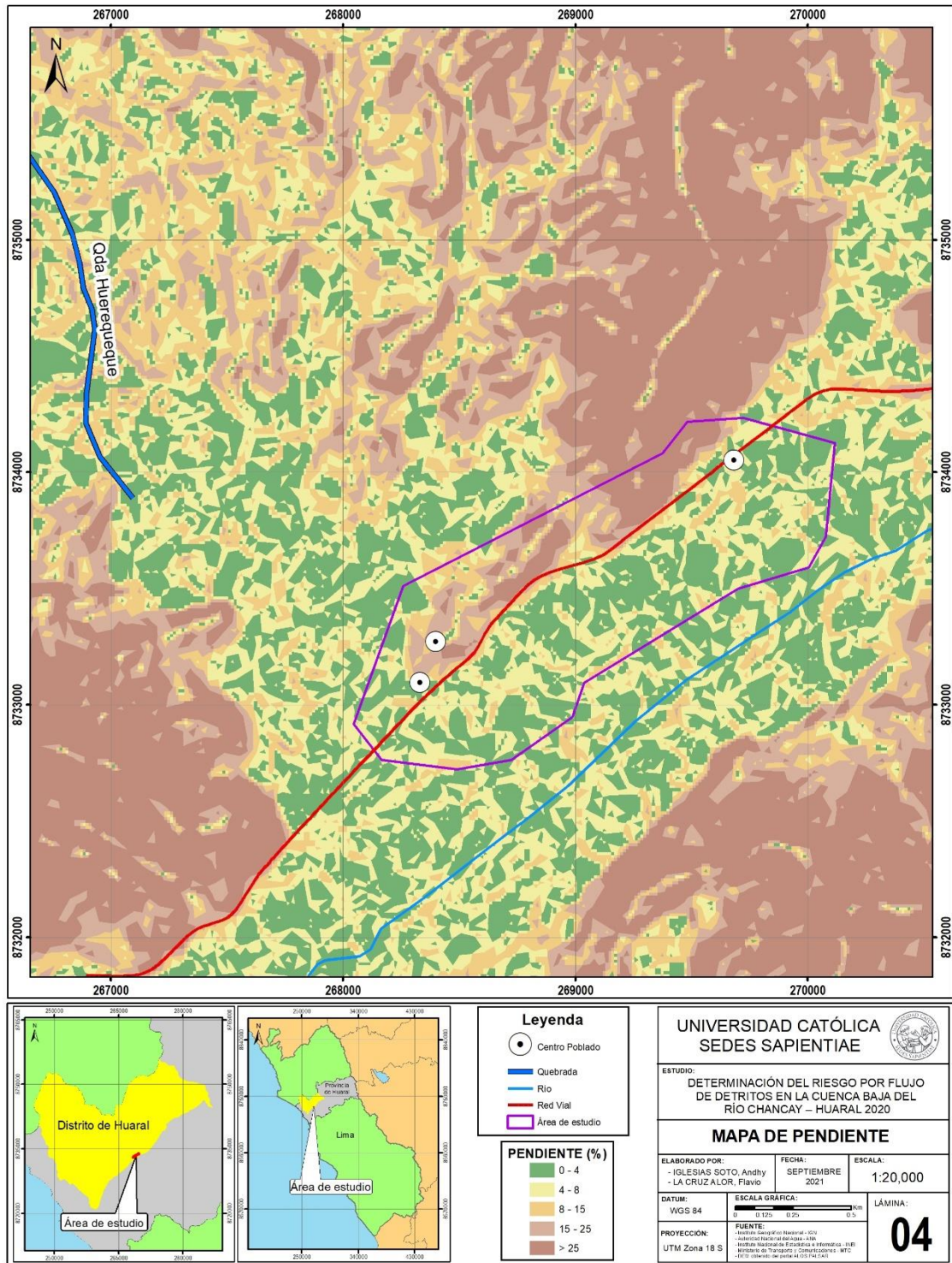
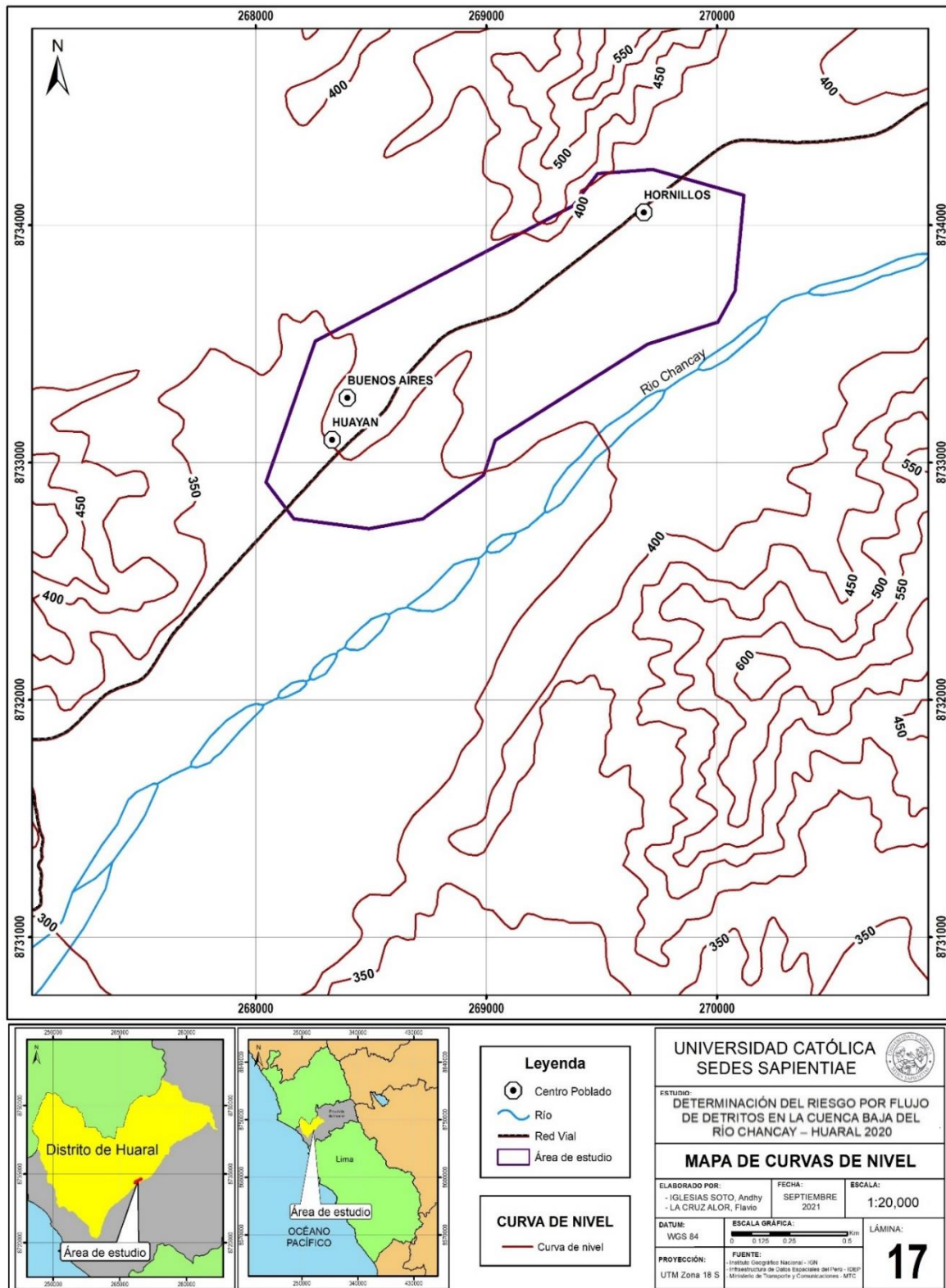


Figura 11

Mapa de curvas de nivel del área de estudio



c. Uso actual de suelo

Para la caracterización y delimitación del uso actual de suelo en el área de estudio, fue necesario el uso de imágenes satelitales y la metodología Corine Land Cover del Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales (IDEAM, 2010), la cual fue adaptada para el área de estudio. Los usos de suelo que resultaron ser delimitados fueron los de áreas sin vegetación, tejido urbano, vegetación discontinua, cultivo agrícola y área boscosa (Tabla 16).

Tabla 16

Descriptor del uso actual de suelo

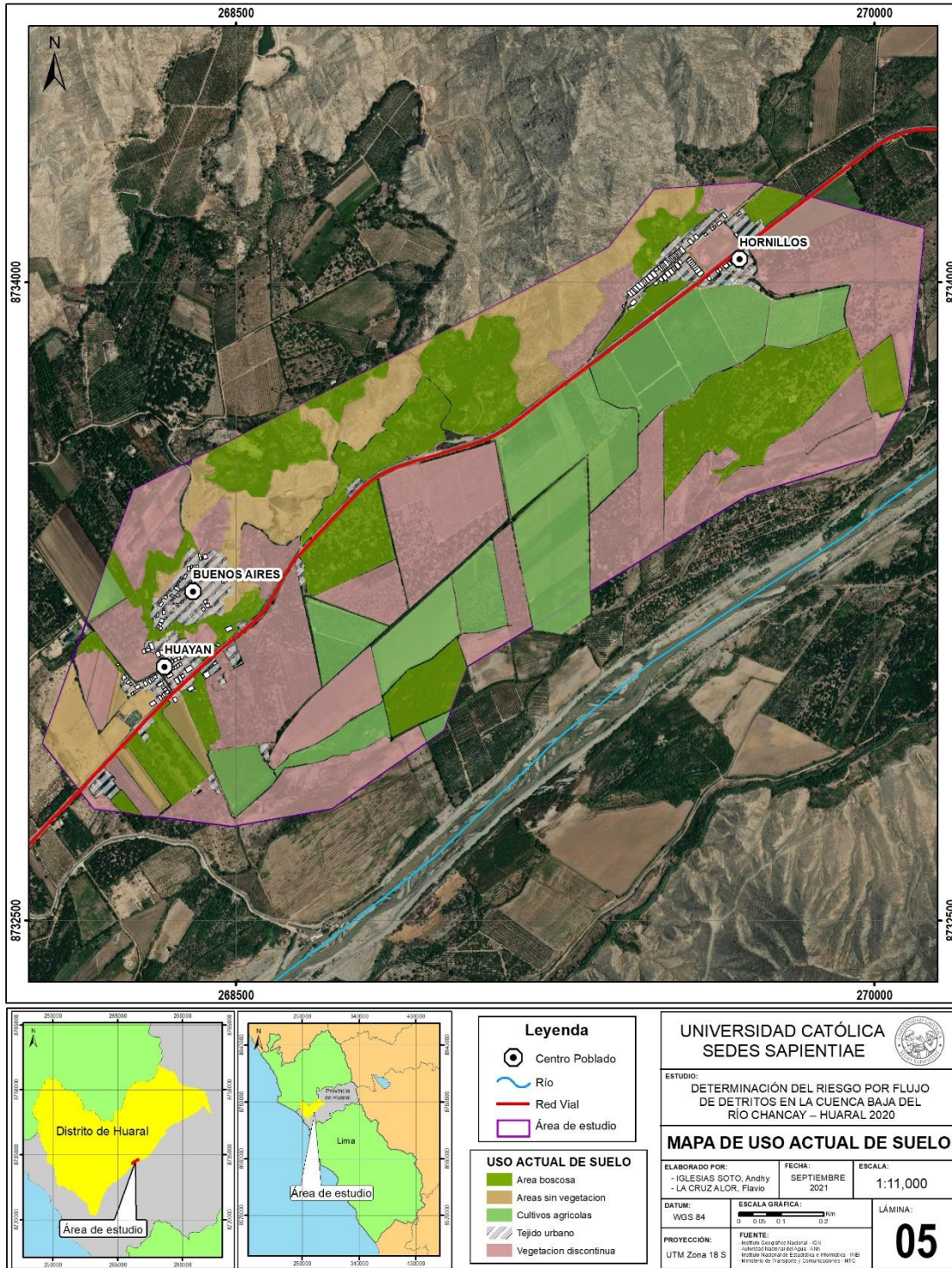
Criterio	Uso actual de suelo	Peso ponderado: 0,136	
Descriptor	Área sin vegetación	PUAS1	0,441
	Tejido urbano	PUAS2	0,293
	Vegetación discontinua	PUAS3	0,150
	Cultivo agrícola	PUAS4	0,075
	Área boscosa	PUAS5	0,041

Nota. Elaboración propia, a partir de la clasificación del uso actual del suelo con la metodología Corine Land Cover del IDEAM, adaptada para el área de estudio.

Los descriptor se representaron en un mapa de uso actual de suelo para el área de estudio (Figura 12).

Figura 12

Mapa de uso actual de suelo



d. Unidades geológicas

Las unidades geológicas para el área de estudio están representadas por las cartas geológicas 23i-Huaral y 23j-Canta, que fueron obtenidas del portal del GEOCATMIN del INGEMMET, en base a la cual fueron definidas las siguientes unidades geológicas: Depósito Aluvial, Batolito de la Costa – Super unidad Santa Rosa- Tonalita, Grupo Casma, Acari-Diorita y Diorita, que corresponden al área de estudio (Tabla 17).

Los descriptores de la geología fueron representados en un mapa para las unidades geológicas del área de estudio (Figura 13).

Tabla 17

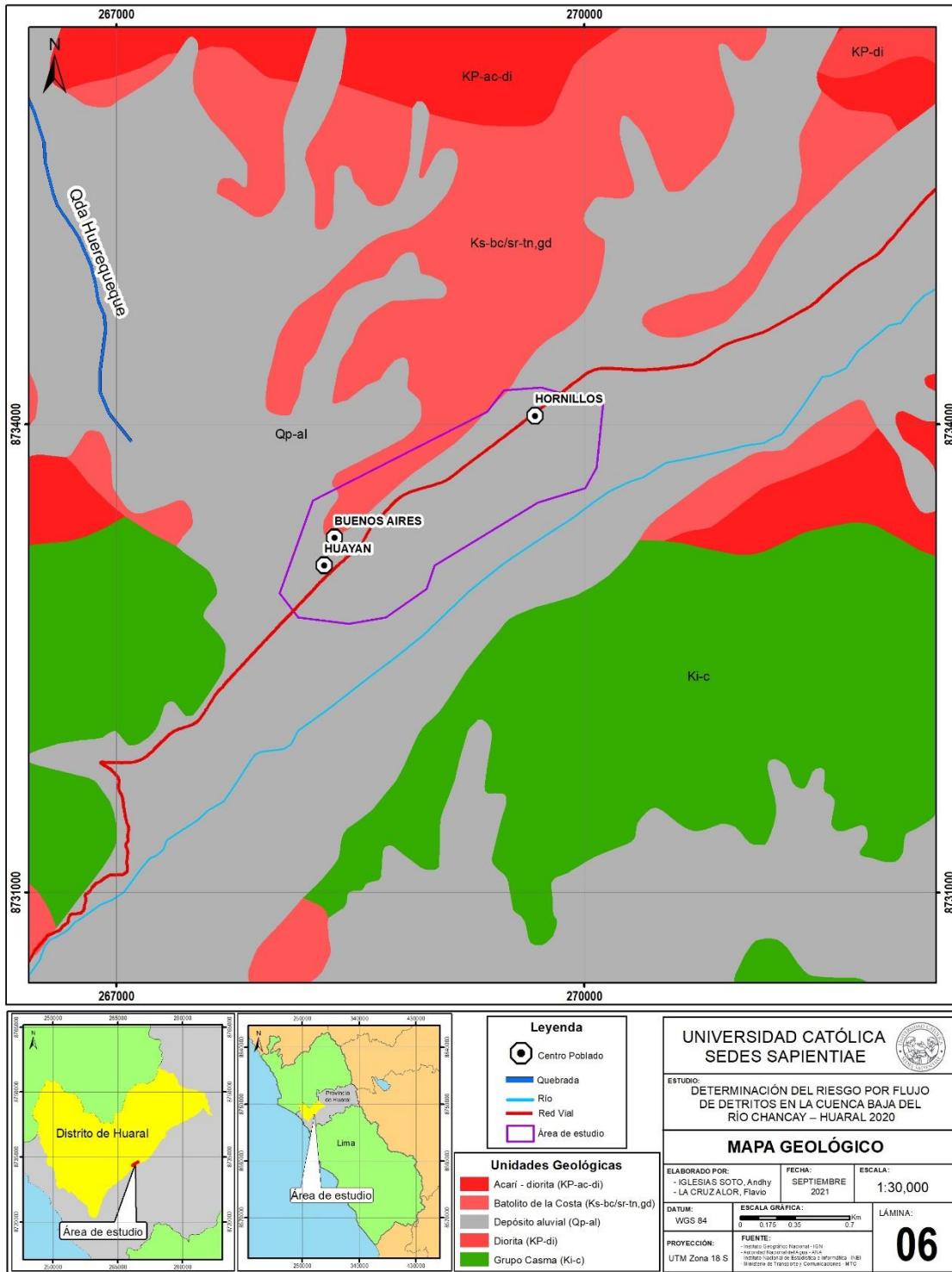
Descriptores de las unidades geológicas

Criterio	Unidades geológicas	Peso ponderado: 0,063	
Descriptores	Depósito aluvial	PUGL1	0,448
	Batolito de la Costa - Super Unidad Santa Rosa - tonalita,	PUGL2	0,299
	granodiorita	PUGL3	0,140
	Grupo Casma	PUGL4	0,074
	Acarí - diorita	PUGL5	0,039
	Diorita		

Nota. Elaboración propia, a partir del Mapa Geológico del Perú a escala 1: 100,000 del INGEMMET.

Figura 13

Mapa de unidades geológicas



Factor desencadenante

El valor de los descriptores y parámetros del factor desencadenante se obtuvieron con el Proceso de Análisis Jerárquico (ver Apéndice 2).

a. Precipitación

El factor desencadenante considerado para el fenómeno de flujo de detritos fue el de precipitación. Para González *et al.*, (2002) los desencadenantes meteorológicos y climáticos de los movimientos en masa están relacionados fundamentalmente con el volumen, la intensidad y distribución de las precipitaciones y las condiciones climáticas. Por lo tanto, es necesario considerar las respuestas del territorio a las fuertes lluvias durante varias horas o durante el día, y las respuestas estacionales (estaciones secas y húmedas durante todo el año) o plurianuales (estaciones húmedas y secas).

Los rangos de precipitación fueron definidos a partir de los Umbrales de Precipitación basado en percentiles de la estación meteorológica de Huayan (Tabla 18) (SENAMHI, 2014).

Tabla 18

Descriptores de la precipitación

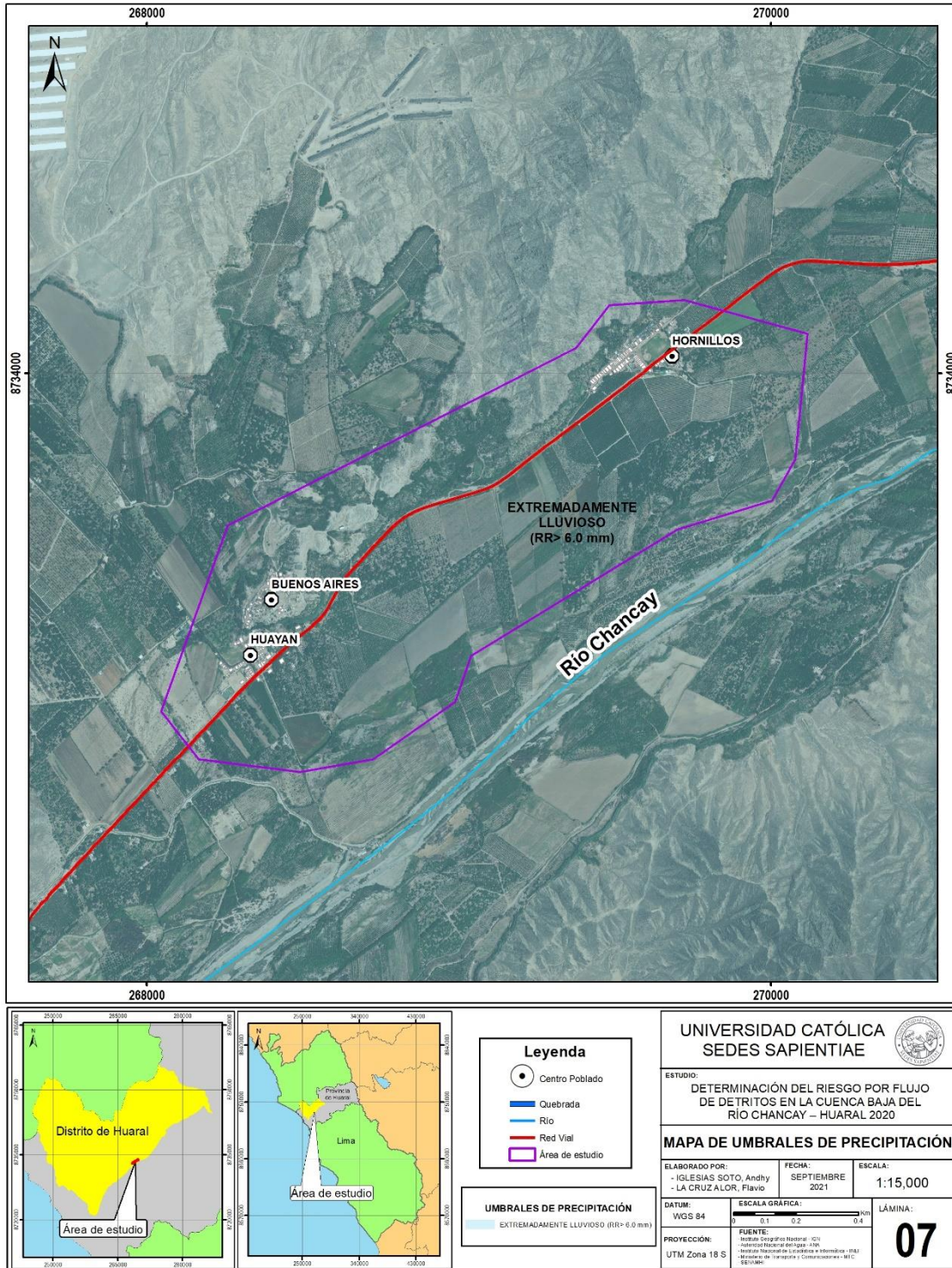
Criterio	Precipitación	Peso: 1,00	
Descriptores	Extremadamente lluvioso $RR > 6,0$ mm	PPRE1	0,503
	Muy lluvioso $2,0$ mm $< RR \leq 6,0$ mm	PPRE2	0,260
	Lluvioso $1,2$ mm $< RR \leq 2,0$ mm	PPRE3	0,134
	Moderadamente lluvioso $0,6$ mm $< RR \leq 1,2$ mm	PPRE4	0,068
	Lluvia usual $RR \leq 0,6$ mm	PPRE5	0,035

Nota. Elaboración propia, a partir de los Umbrales de Precipitación para la estación de Huayan, según el análisis realizado por la Dirección de Meteorología y Evaluación Ambiental Atmosférica del SENAMHI, considerando un periodo base de 1964 a 2014. <https://hdl.handle.net/20.500.12542/670>.

El descriptor de la precipitación para el área de estudio fue representado en un mapa de precipitación (Figura 14).

Figura 14

Mapa de precipitación



3.1.3. Parámetro de evaluación

El valor de los descriptores y del parámetro de evaluación se obtuvieron con el proceso de análisis jerárquico (ver Apéndice 3).

El parámetro de evaluación definido fue la frecuencia, dentro del cual se consideraron como descriptores los diferentes niveles de ocurrencia del fenómeno en estudio (Tabla 19).

Tabla 19

Descriptores de la frecuencia

Criterio	Frecuencia	Peso: 0,400	
Descriptores	Muy alto (ocurrencia de flujo de detritos más de una vez al año)	PFR1	0,447
	Alto (ocurrencia de flujo de detritos una vez cada año)	PFR2	0,298
	Moderada (ocurrencia de flujo de detritos cada 2 años)	PFR3	0,140
	Baja (ocurrencia de flujo de detritos cada 3 años)	PFR4	0,071
	Leve (ocurrencia de flujo de detritos cada 4 o más años)	PFR5	0,044

Los niveles de peligrosidad por flujo de detritos en el área de estudio, fueron el resultado de los valores obtenidos para la susceptibilidad del territorio y el parámetro de evaluación.

Fueron obtenidos los valores del peligro considerando como escenario de riesgo, al umbral de precipitación de extremadamente lluvioso ($RR > 6,0$ mm), con una frecuencia alta de ocurrencia de flujo de detritos. El procedimiento para el cálculo de los niveles de peligro constó de fórmulas que se describen en el Manual para la Evaluación de Riegos Originados por Fenómenos Naturales – 2da versión (CENEPRED, 2014).

Para el cálculo de valor de los factores condicionantes y desencadenante se utilizó la siguiente fórmula:

$$\sum_{i=1}^n \text{Parámetro}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

Se realizó el cálculo de los valores del factor condicionante y desencadenante en Excel (Tabla 20 y 21).

Tabla 20

Valor del factor condicionante

Factor condicionante								
Geomorfología		Pendiente		Uso actual de suelo		Geología		Valor
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	
0,492	0,480	0,309	0,493	0,136	0,441	0,063	0,448	0,477
0,492	0,274	0,309	0,271	0,136	0,293	0,063	0,299	0,277
0,492	0,141	0,309	0,134	0,136	0,150	0,063	0,140	0,140
0,492	0,068	0,309	0,067	0,136	0,075	0,063	0,074	0,069
0,492	0,036	0,309	0,036	0,136	0,041	0,063	0,041	0,037

Tabla 21

Valor del factor desencadenante

Factor desencadenante		
Precipitación		Valor
Parámetro	Descriptor	
1	0,503	0,503

Fue calculada la susceptibilidad considerando los valores del factor condicionante y desencadenante, así como sus pesos ponderados. La distribución de los pesos para el cálculo de la susceptibilidad fue de acuerdo al criterio de que la suma de los mismos resulte la unidad, para ello se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Factor condicionante} \times \text{Peso} + \text{Factor Desencadenante} \times \text{Peso} = \text{Valor}$$

Fue obtenido el valor de la susceptibilidad para el área de estudio (Tabla 22).

Tabla 22*Valor de la susceptibilidad*

Susceptibilidad				
Factor condicionante		Factor desencadenante		Valor
Valor	Peso	Valor	Peso	
0,477	0,6	0,503	0,4	0,487
0,277	0,6	0,503	0,4	0,368
0,140	0,6	0,503	0,4	0,285
0,069	0,6	0,503	0,4	0,243
0,037	0,6	0,503	0,4	0,223

Para el cálculo del valor del parámetro de evaluación se aplicó la siguiente fórmula:

$$\sum_{(i = 1)^n} \text{Parámetro de Evaluación}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

Fue obtenido el valor del parámetro de evaluación, la frecuencia, considerado como único parámetro de evaluación (Tabla 23).

Tabla 23*Valor del parámetro de evaluación*

Parámetro de evaluación		
Frecuencia		Valor
Parámetro	Descriptor	
1	0,298	0,298

Para el cálculo del valor del peligro se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Susceptibilidad} \times \text{Peso} + \text{Parámetro de Evaluación} \times \text{Peso} = \text{Valor}$$

Como resultado de la operación de la fórmula, fueron obtenidos los valores del peligro con todos los valores de los parámetros obtenidos anteriormente (Tabla 24).

Tabla 24*Valor del peligro*

Peligro				
Susceptibilidad		Parámetro de evaluación		Valor
Valor	Peso	Valor	Peso	
0,487	0,6	0,298	0,4	0,412
0,368	0,6	0,298	0,4	0,340
0,285	0,6	0,298	0,4	0,290
0,243	0,6	0,298	0,4	0,265
0,223	0,6	0,298	0,4	0,253

Los valores de peligro obtenidos fueron estratificados en cuatro niveles, por los cinco descriptores que posee cada parámetro (Tabla 25).

Tabla 25*Niveles de peligro*

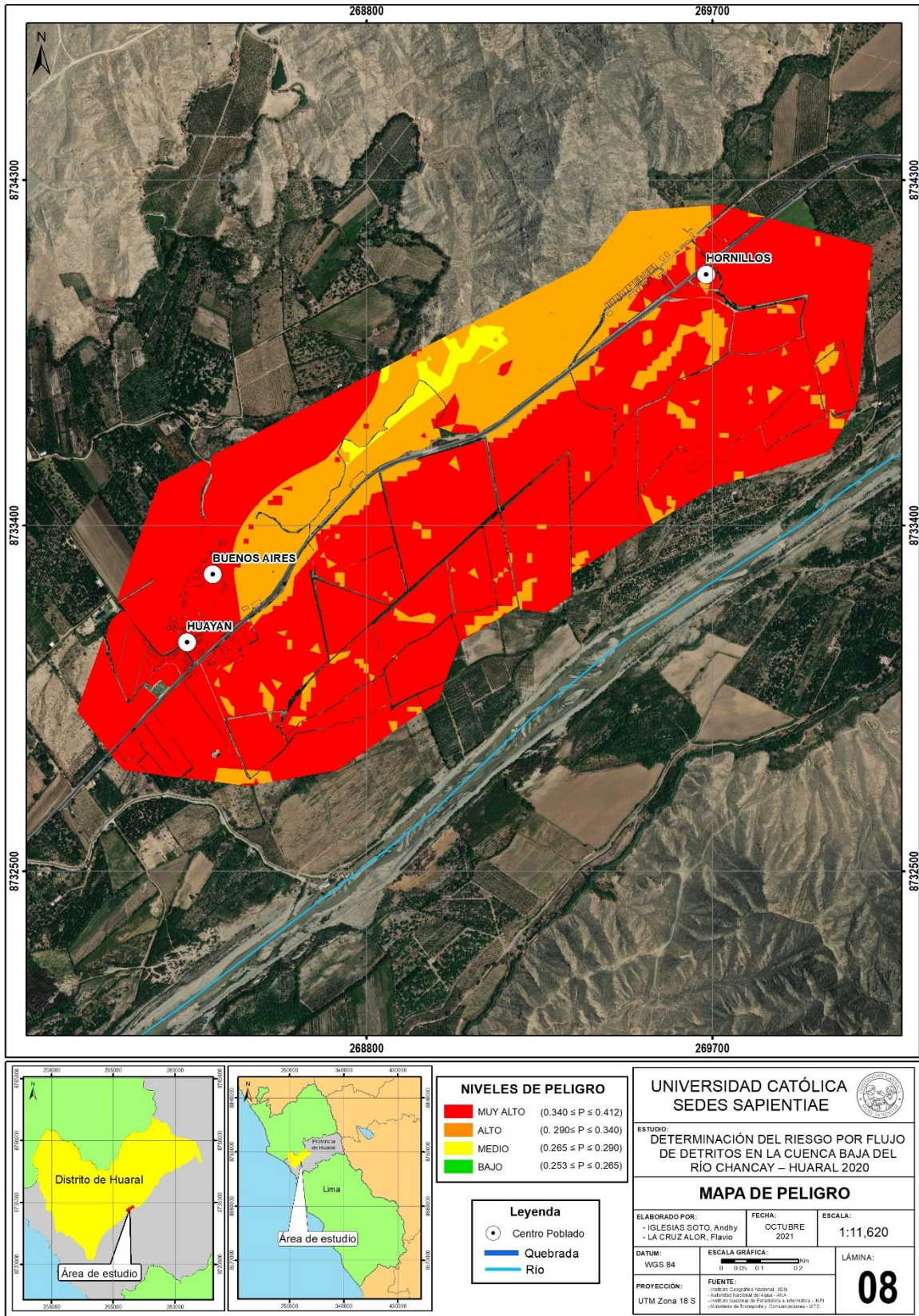
Rango			Niveles de peligro
0,340	$\leq p \leq$	0,412	Muy alto
0,290	$\leq p <$	0,340	Alto
0,265	$\leq p <$	0,290	Medio
0,253	$\leq p <$	0,265	bajo

3.1.4. Mapa de peligro

La integración de las capas de información con los valores de la susceptibilidad y el parámetro de evaluación fueron procesadas con ArcGIS, permitiendo elaborar el mapa de peligro y estratificar los niveles de peligro que presenta el área de estudio (Figura 15).

Figura 15

Mapa de peligro



3.2. Determinación del nivel de vulnerabilidad por flujo de detritos

El valor de la vulnerabilidad fue determinado por los pesos ponderados obtenidos con el Proceso de Análisis Jerárquico, las fórmulas fueron aplicadas según el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales - 2da versión.

3.2.1. Análisis de la dimensión social

El valor de los descriptores y parámetros de la dimensión social fueron obtenidos con el Proceso de Análisis Jerárquico (ver Apéndice 4).

Los parámetros de la dimensión social fueron ponderados por los factores de la vulnerabilidad exposición, fragilidad y resiliencia (Tabla 26).

Tabla 26

Parámetros de la dimensión social

Dimensión social			
Exposición	Fragilidad		Resiliencia
Grupo etario	Abastecimiento de agua	Experiencia pasada de desastres en la localidad	
	Servicio Higiénico	Capacitación en temas de gestión de riesgos	
	Tipo de alumbrado	Actitud frente al riesgo	

Nota. Elaboración propia

a. Análisis del factor de la exposición social

En la exposición social, fueron estimados los valores de los descriptores del grupo etario (Tabla 27).

Tabla 27

Descriptores del grupo etario

Criterio	Grupo etario	Peso: 1,00	
Descriptores	De 0 a 5 años y mayores de 65 años	PGE1	0,503
	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	PGE2	0,260
	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	PGE3	0,134
	De 15 a 30 años	PGE4	0,068
	De 30 a 50 años	PGE5	0,035

De los resultados de la encuesta para la exposición social en el área de estudio el rango de edad que predomina en la población de estudio es la que tiene edades entre los rangos de 0 a 5 años y mayor a 65 años y de 12 a 15 años y de 50 a 60 años (Tabla 28).

Tabla 28

Resultado de la encuesta para grupo etario

Grupo etario	Cantidad de viviendas	Porcentaje de vivienda
De 0 a 5 años y mayor a 65 años	47	30
De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	47	30
De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	42	27
De 15 a 30 años	14	9
De 30 a 50 años	6	4

El cálculo del valor de la exposición social se realizó con la siguiente fórmula:

$$\sum_{i=1}^n \text{Parámetro Exposición Social}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

Los valores de la exposición social se muestran en la Tabla 29.

Tabla 29

Valor de la exposición social

Exposición social		
Grupo etario		
Parámetro	Descriptor	Valor
1	0,503	0,503
1	0,260	0,260
1	0,134	0,134
1	0,068	0,068
1	0,035	0,035

b. Análisis del factor de fragilidad social

Para la fragilidad social fueron definidos tres parámetros, el de abastecimiento de agua, servicios higiénicos y tipo de alumbrado, cada uno con el valor de sus descriptores y parámetros (Tabla 30, 31 y 32).

Tabla 30*Descriptorios del abastecimiento de agua*

Criterio	Abastecimiento de agua	Peso ponderado: 0,539	
Descriptorios	No tiene	PAA1	0,503
	Río, acequia, manantial o similar	PAA2	0,260
	Camión cisterna u otro similar	PAA3	0,134
	Pilón de uso público	PAA4	0,068
	Red pública	PAA5	0,035

Tabla 31*Descriptorios de servicios higiénicos*

Criterio	Servicios higiénicos	Peso ponderado: 0,297	
Descriptorios	No tiene	PSH1	0,459
	Río, acequia o canal	PSH2	0,259
	Pozo ciego/negro	PSH3	0,150
	Letrina	PSH4	0,085
	Red pública de desagüe	PSH5	0,047

Tabla 32*Descriptorios del tipo de alumbrado*

Criterio	Tipo de alumbrado	Peso ponderado: 0,164	
Descriptorios	No tiene	PTA1	0,503
	Vela y Otro	PTA2	0,260
	Petróleo, gas, lámpara	PTA3	0,134
	Kerosene, mechero, lamparín	PTA4	0,068
	Electricidad	PTA5	0,035

Producto del trabajo de campo y el procesamiento en gabinete de las encuestas realizadas se obtuvo para la fragilidad social, que el abastecimiento de agua que presentan los centros poblados en su mayoría es el de tipo de pila de uso público, los servicios higiénicos son en un 81 % dispuestos en río, acequia o canal y el tipo de alumbrado que predomina es el de electricidad (Tabla 33, 34 y 35).

Tabla 33*Resultado de la encuesta para servicio higiénico*

Servicio higiénico	Cantidad de viviendas	Porcentaje de vivienda
Río, acequia o canal	47	81
Red pública de desagüe	47	17
Pozo ciego /negro	42	3

Tabla 34*Resultado de la encuesta para abastecimiento de agua*

Abastecimiento de Agua	Cantidad de viviendas	Porcentaje de viviendas
Pilo de uso público	120	77
Red pública	32	21
No tiene	4	3

Tabla 35*Resultado de la encuesta para tipo de alumbrado*

Tipo de alumbrado	Cantidad de viviendas	Porcentaje de viviendas
Electricidad	153	98
No tiene	3	2

El cálculo del valor de la fragilidad social se realizó con la siguiente fórmula:

$$\sum_{i=1}^n \text{Parámetro Fragilidad Social}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

Los valores de la fragilidad social se muestran en la Tabla 36.

Tabla 36*Valor de la fragilidad social*

Fragilidad social						
Abastecimiento de agua		Servicio higiénico		Tipo de alumbrado		Valor
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	
0,539	0,503	0,297	0,459	0,164	0,416	0,476
0,539	0,260	0,297	0,259	0,164	0,262	0,260
0,539	0,134	0,297	0,150	0,164	0,161	0,143
0,539	0,068	0,297	0,085	0,164	0,099	0,078
0,539	0,035	0,297	0,047	0,164	0,062	0,043

c. Análisis del factor de resiliencia social

Para la resiliencia social fueron definidos los valores de los parámetros y descriptores de los tres parámetros de la resiliencia social (Tabla 37, 38 y 39).

Tabla 37*Descriptorios de experiencia pasada en desastres*

Criterio	Experiencia pasada en desastres	Peso ponderado: 0,633	
Descriptorios	Deficiente	PEPD1	0,503
	Básico	PEPD2	0,260
	Regular	PEPD3	0,134
	Bueno	PEPD4	0,068
	Muy bueno	PEPD5	0,035

Tabla 38*Descriptorios de capacitación en temas de riesgo de desastres*

Criterio	Capacitación en temas de riesgo de desastres	Peso ponderado: 0,260	
Descriptorios	Nunca	PCTR1	0,503
	Escasamente	PCTR2	0,260
	Regular	PCTR3	0,134
	Constantemente	PCTR4	0,068
	Totalmente	PCTR5	0,035

Tabla 39*Descriptorios de actitud frente al riesgo*

Criterio	Actitud frente al riesgo	Peso ponderado: 0,106	
Descriptorios	Fatalista	PAFR1	0,503
	Desidia	PAFR2	0,260
	Indiferente	PAFR3	0,134
	Interesado	PAFR4	0,068
	Positiva	PAFR5	0,035

La resiliencia social en el área de estudio estuvo determinada por la experiencia pasada de desastres en la localidad, la capacitación en temas de riesgo de desastres y la actitud frente al riesgo. Siendo resultado de la encuesta, que la población en su mayoría ha tenido una experiencia deficiente en desastres y un 71 % nunca ha recibido capacitación en temas de riesgo de desastre, sin embargo, presentan una actitud interesada frente al riesgo desastres en su mayoría (Tabla 40, 41 y 42).

Tabla 40*Resultado de la encuesta para experiencia pasada en desastres*

Experiencia pasada en desastres	Cantidad de viviendas	Porcentaje de viviendas
Deficiente	118	76
Regular	36	23
Básico	1	1
Bueno	1	1

Tabla 41*Resultado de la encuesta para capacitación en temas de riesgo*

Capacitación en temas de riesgo	Cantidad de viviendas	Porcentaje de viviendas
Nunca	110	71
Escasamente	30	19
Regular	16	10

Tabla 42*Resultado de la encuesta para actitud frente al riesgo*

Actitud frente al riesgo	Cantidad de viviendas	Porcentaje de viviendas
Interesado	152	97
Indiferente	3	2
Positivo	1	1

El cálculo del valor de la resiliencia social se realizó con la siguiente fórmula:

$$\sum_{i=1}^n \text{Resiliencia Social}_i \times \text{Descriptor}_a = \text{Valor}$$

Los valores de la resiliencia social se muestran en la Tabla 43.

Tabla 43*Valor de la resiliencia social*

Resiliencia social						
Experiencia pasada en desastres en la localidad		Capacitación en gestión de riesgos		Actitud frente al riesgo		Valor
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	
0,633	0,416	0,260	0,416	0,106	0,416	0,416
0,633	0,262	0,260	0,262	0,106	0,262	0,262
0,633	0,161	0,260	0,161	0,106	0,161	0,161
0,633	0,099	0,260	0,099	0,106	0,099	0,099
0,633	0,062	0,260	0,062	0,106	0,062	0,062

El valor de la dimensión social fue calculado con la siguiente fórmula:

$$\text{Exposición Social} \times \text{Peso} + \text{Fragilidad Social} \times \text{Peso} + \text{Resiliencia Social} \times \text{Peso} = \text{Valor}$$

Resultado de la operación de la fórmula, se obtuvieron los valores de la dimensión social (Tabla 44).

Tabla 44*Valor de la dimensión social*

Dimensión social						
Exposición social		Fragilidad social		Resiliencia social		Valor
Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	
0,503	0,557	0,476	0,320	0,416	0,123	0,483
0,260	0,557	0,260	0,320	0,262	0,123	0,260
0,134	0,557	0,143	0,320	0,161	0,123	0,141
0,068	0,557	0,078	0,320	0,099	0,123	0,075
0,035	0,557	0,043	0,320	0,062	0,123	0,041

3.2.2. Análisis de la dimensión económica

En la dimensión económica el valor de los descriptores y parámetros fueron obtenidos con el Proceso de Análisis Jerárquico (ver Apéndice 5).

Para el análisis de la vulnerabilidad de la dimensión económica se evaluaron siete parámetros distribuidos para cada factor de la vulnerabilidad (Tabla 45).

Tabla 45*Parámetros de la dimensión económica*

Dimensión económica		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Ubicación de viviendas con respecto a la quebrada	Material predominante en las paredes Material predominante en los techos Estado de conservación	Ingreso promedio familiar Actividad laboral Ocupación principal

a. Análisis del factor de exposición económica

Los descriptores de la exposición económica se muestran en la Tabla 46.

Tabla 46*Descriptores de la ubicación de viviendas respecto a la quebrada*

Criterio	Ubicación de viviendas con respecto a la quebrada	Peso ponderado: 1,00	
Descriptores	Muy cerca < 200 m	PUB1	0,503
	Cerca 200 - 300 m	PUB2	0,260
	Poco alejado 300 - 400 m	PUB3	0,134
	Alejado 400 - 550 m	PUB4	0,068
	Muy alejado > 550 m	PUB5	0,035

La exposición económica en el área de estudio fue determinada por la ubicación de las viviendas con respecto a la distancia respecto de la quebrada Huerequeque. Las viviendas de la población en el área de estudio, en su mayoría estuvieron ubicadas a una distancia muy alejada (> 550 m) de la quebrada Huerequeque (Tabla 47).

Tabla 47*Resultado de la encuesta para la ubicación de las viviendas*

Ubicación de las viviendas	Cantidad de viviendas	Porcentaje de vivienda
Muy alejado > 550 m	104	67
Alejado 400 - 550 m	52	33

El cálculo del valor de la exposición económica se realizó con la siguiente fórmula:

$$\sum_{(i = 1)}^n \text{Exposición Económica}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

Los valores de la exposición económica se muestran en la Tabla 48.

Tabla 48*Valor de la exposición económica*

Exposición económica		
Ubicación de viviendas con respecto a la quebrada		Valor
Parámetro	Descriptor	
1	0,503	0,503
1	0,260	0,260
1	0,134	0,134
1	0,068	0,068
1	0,035	0,035

b. Análisis del factor de fragilidad de la dimensión económica

Para la fragilidad económica fueron definidos tres parámetros (Tabla 49, 50 y 51).

Tabla 49

Descriptorios del material predominante de las paredes

Criterio	Material predominante en las paredes	Peso ponderado: 0,633	
Descriptorios	Estera, madera o triplay	PMPP1	0,416
	Adobe o Tapia	PMPP2	0,262
	Quincha (caña con barro)	PMPP3	0,161
	Piedra con Mortero de barro	PMPP4	0,099
	Ladrillo o bloque de cemento	PMPP5	0,062

Tabla 50

Descriptorios del material predominante de los techos

Criterio	Material predominante en los techos	Peso ponderado: 0,260	
Descriptorios	Otro material	PMPT1	0,416
	Madera, estera	PMPT2	0,262
	Caña o estera con torta de barro	PMPT3	0,161
	Calamina	PMPT4	0,099
	Concreto de cemento	PMPT5	0,062

Tabla 51

Descriptorios del estado de conservación

Criterio	Estado de conservación	Peso ponderado: 0,106	
Descriptorios	Muy malo	PEC1	0,531
	Malo	PEC2	0,263
	Regular	PEC3	0,124
	Bueno	PEC4	0,054
	Muy bueno	PEC5	0,028

Para el resultado de la encuesta sobre la fragilidad económica el material predominante en las paredes fue el de adobe o tapia, el de los techos el de caña o estera y el estado de conservación que caracterizó a las viviendas fue el de un estado regular con un 67 % (Tabla 52, 53 y 54).

Tabla 52*Resultado de la encuesta para material de las paredes*

Material de las paredes	Cantidad de viviendas	Porcentaje de viviendas
Adobe o Tapia	63	40
Ladrillo o bloque de cemento	56	36
Quincha (caña con barro)	31	20
Piedra con mortero de barro	3	2
Estera, madera o triplay	3	2

Tabla 53*Resultado de la encuesta para material de los techos*

Material de los techos	Cantidad de viviendas	Porcentaje de viviendas
Caña o estera con torta de barro	81	52
Concreto de cemento	55	35
Calamina	14	9
Madera, Estera	6	4

Tabla 54*Resultado de la encuesta para estado de conservación*

Estado de conservación	Cantidad de viviendas	Porcentaje de viviendas
Regular	104	67
Bueno	50	32
Malo	1	1
Muy bueno	1	1

El cálculo del valor de la fragilidad económica se realizó con la siguiente fórmula:

$$\sum_{(i = 1)}^n \text{Fragilidad económica}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

Los valores de la fragilidad económica se muestran en la Tabla 55.

Tabla 55*Valor de la fragilidad económica*

Fragilidad económica						
Material de las paredes		Material de los techos		Estado de conservación		Valor
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	
0,633	0,416	0,260	0,416	0,106	0,531	0,428
0,633	0,262	0,260	0,262	0,106	0,263	0,262
0,633	0,161	0,260	0,161	0,106	0,124	0,157
0,633	0,099	0,260	0,099	0,106	0,054	0,094
0,633	0,062	0,260	0,062	0,106	0,028	0,059

c. Análisis del factor de resiliencia económica

Para la resiliencia económica fueron definidos tres parámetros (Tabla 56, 57 y 58).

Tabla 56

Descriptorios del ingreso promedio familiar

Criterio	Ingreso promedio familiar	Peso ponderado: 0,633	
Descriptorios	Menor del sueldo mínimo	PIPF1	0,531
	De 960 a 1500 soles	PIPF2	0,263
	De 1501 a 2200 soles	PIPF3	0,124
	De 2201 a 2960 soles	PIPF4	0,054
	Mayor a 2860 soles	PIPF5	0,028

Tabla 57

Descriptorios de la actividad laboral

Criterio	Actividad laboral	Peso ponderado: 0,260	
Descriptorios	Agricultura, ganadería y pesca	PAL1	0,416
	Empresas de servicios	PAL2	0,262
	Comercio al por mayor y menor	PAL3	0,161
	Hospedajes y restaurantes	PAL4	0,099
	Otros	PAL5	0,062

Tabla 58

Descriptorios de la ocupación principal

Criterio	Ocupación principal	Peso ponderado: 0,106	
Descriptorios	Trabajador Familiar No Remunerado	POP1	0,416
	Obrero	POP2	0,262
	Empleado	POP3	0,161
	Trabajador Independiente	POP4	0,099
	Empleador	POP5	0,062

Según los resultados sobre la resiliencia económica, se obtuvo que la población estudiada en su mayoría posee un ingreso familiar menor al sueldo mínimo, la agricultura y el comercio al por menor son las principales actividades laborales, y la ocupación que predomina es la de trabajador familiar no remunerado (Tabla 59, 60 y 61).

Tabla 59*Resultado de la encuesta para el ingreso promedio familiar*

Ingreso promedio familiar	Cantidad de viviendas	Porcentaje de viviendas
Menor del sueldo mínimo	125	80
De 960 a 1500 soles	31	20

Tabla 60*Resultado de la encuesta para la actividad laboral*

Actividad laboral	Cantidad de viviendas	Porcentaje de viviendas
Agricultura, ganadería y pesca	112	72
Comercio al por mayor y menor	25	16
Otros	19	12

Tabla 61*Resultado de la encuesta para la ocupación principal*

Ocupación principal	Cantidad de viviendas	Porcentaje de viviendas
Trabajador familiar no remunerado	114	73
Trabajador independiente	29	19
Empleado	7	4
Obrero	6	4

El cálculo del valor de la resiliencia económica se realizó con la siguiente fórmula:

$$\sum_{i=1}^n \text{Resiliencia Económica}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

El valor de la resiliencia económica se muestra en la Tabla 62.

Tabla 62*Valor de la resiliencia económica*

Resiliencia económica						
Ingreso promedio familiar		Actividad laboral		Ocupación		Valor
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	
0,633	0,531	0,260	0,416	0,106	0,416	0,489
0,633	0,263	0,260	0,262	0,106	0,262	0,262
0,633	0,124	0,260	0,161	0,106	0,161	0,137
0,633	0,054	0,260	0,099	0,106	0,099	0,071
0,633	0,028	0,260	0,062	0,106	0,062	0,041

El valor de la dimensión económica fue calculado con la siguiente fórmula:

$$\text{Exposición Económica} \times \text{Peso} + \text{Fragilidad Económica} \times \text{Peso} + \text{Resiliencia Económica} \times \text{Peso} = \text{Valor}$$

Resultado de la operación de la fórmula, se obtuvo los valores de la dimensión económica (Tabla 63).

Tabla 63

Valor de la dimensión económica

Dimensión económica						
Exposición económica		Fragilidad económica		Resiliencia económica		Valor
Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	
0,503	0,557	0,428	0,320	0,489	0,123	0,477
0,260	0,557	0,262	0,320	0,262	0,123	0,261
0,134	0,557	0,157	0,320	0,137	0,123	0,142
0,068	0,557	0,094	0,320	0,071	0,123	0,076
0,035	0,557	0,059	0,320	0,041	0,123	0,043

3.2.3. Análisis de la dimensión ambiental

Para la dimensión ambiental los valores de los descriptores y parámetros también fueron obtenidos con el proceso de análisis jerárquico (ver Apéndice 6).

Fueron definidos los parámetros para la dimensión ambiental en función a los factores de la vulnerabilidad (Tabla 64).

Tabla 64

Parámetros de la dimensión ambiental

Dimensión ambiental		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
	Disposición de Residuos Sólidos	Manejo de Residuos Sólidos
Cercanía de Residuos Sólidos	Crianza de animales	Conocimiento en Temas Ambientales
	Disposición de Excretas	

a. Análisis de la exposición ambiental

Los descriptores de la exposición ambiental se muestran en la Tabla 65.

Tabla 65

Descriptores de cercanía de puntos de acumulación de residuos sólidos

Criterio	Cercanía de puntos de acumulación de residuos sólidos	Peso ponderado: 1,00	
Descriptores	Menos de 25 m	PCR1	0,476
	De 25 a 50 m	PCR2	0,260
	De 50 a 100 m	PCR3	0,144
	De 100 a 250 m	PCR4	0,078
	Mayor a 250 m	PCR5	0,042

Resultado de la exposición ambiental se obtuvo que las viviendas de la población en el área de estudio, en su mayoría están ubicadas a una distancia, mayor a 250 m de un punto de residuos sólidos (Tabla 66).

Tabla 66

Resultado de la encuesta para cercanía de puntos de residuos sólidos

Cercanía de puntos de residuos sólidos	Cantidad de viviendas	Porcentaje de viviendas
Mayor a 250 m	125	80
De 100 a 250	30	19
De 50 a 100 m	1	1

El cálculo del valor de la exposición ambiental se realizó con la siguiente fórmula:

$$\sum_{(i = 1)}^n \text{Exposición ambiental}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

Los valores de la exposición ambiental se muestran en la Tabla 67.

Tabla 67

Valor de la exposición ambiental

Exposición ambiental		
Cercanía de los residuos sólidos		Valor
Parámetro	Descriptor	
1,00	0,476	0,476
1,00	0,260	0,260
1,00	0,144	0,144
1,00	0,078	0,078
1,00	0,042	0,042

b. Análisis de la fragilidad ambiental

En relación a la fragilidad ambiental fueron tres los parámetros considerados (Tabla 68, 69 y 70).

Tabla 68

Descriptorios de disposición de residuos sólidos (RRSS)

Criterio	Disposición de RRSS	Peso ponderado: 0,633	
Descriptorios	Menos de 25 m	PDR1	0,503
	De 25 a 50 m	PDR2	0,260
	De 50 a 100 m	PDR3	0,134
	De 100 a 250 m	PDR4	0,068
	Mayor a 250 m	PDR5	0,035

Tabla 69

Descriptorios de crianza de animales

Criterio	Crianza de animales	Peso ponderado: 0,260	
Descriptorios	Más de 3 animales	PCA1	0,487
	3 animales	PCA2	0,272
	2 animales	PCA3	0,137
	1 animal	PCA4	0,066
	Ninguno	PCA5	0,038

Tabla 70

Descriptorios de disposición de excretas

Criterio	Disposición de excretas	Peso ponderado: 0,106	
Descriptorios	Sin servicio higiénico	PDE1	0,465
	Con letrina y arrastre hidráulico	PDE2	0,271
	Con letrina tipo pozo seco	PDE3	0,150
	Con unidad básica de tratamiento	PDE4	0,082
	Con instalación sanitaria concreta	PDE5	0,033

Los resultados para la fragilidad ambiental mostraron que la población en su mayoría dispone los residuos en un carro recolector y otros la desechan en botaderos, vías y calles, la mayoría crían animales, y la disposición de excretas en su mayoría es con letrina y arrastre hidráulico (Tabla 71, 72 y 73).

Tabla 71*Resultado de la encuesta para la disposición de residuos sólidos*

Disposición de residuos sólidos	Cantidad de viviendas	Porcentaje de viviendas
Carro recolector	121	77,56
Desechar en botaderos	20	12,82
Desechar en vías y calles	15	9,62

Tabla 72*Resultado de la encuesta para la crianza de animales*

Crianza de animales	Cantidad de viviendas	Porcentaje de viviendas
Ninguno	60	38,46
Más de 3 animales	47	30,13
2 animales	24	15,38
1 animal	18	11,54
3 animales	7	4,49

Tabla 73*Resultado de la encuesta para la disposición de excretas*

Disposición de excretas	Cantidad de viviendas	Porcentaje de viviendas
Con letrina y arrastre hidráulico	123	79
Con instalación sanitaria concreta	29	19
Con letrina tipo pozo seco	2	1
Sin servicio higiénico	2	1

El cálculo del valor de la fragilidad ambiental se realizó con la siguiente fórmula:

$$\sum_{i=1}^n \text{Fragilidad ambiental}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

Los valores de la fragilidad ambiental se muestran en la Tabla 74.

Tabla 74*Valor de la fragilidad ambiental*

Fragilidad ambiental						
Disposición de RRSS		Crianza de animales		Disposición de excretas		Valor
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	
0,633	0,503	0,260	0,487	0,106	0,465	0,495
0,633	0,260	0,260	0,272	0,106	0,271	0,264
0,633	0,134	0,260	0,137	0,106	0,150	0,137
0,633	0,068	0,260	0,066	0,106	0,082	0,069
0,633	0,035	0,260	0,038	0,106	0,033	0,035

c. Análisis de la resiliencia ambiental

Para la resiliencia ambiental fueron considerados dos parámetros con sus respectivos descriptores (Tabla 75 y 76).

Tabla 75

Descriptores del manejo de residuos sólidos

Criterio	Manejo de residuos sólidos	Peso ponderado: 0,500	
Descriptores	Sin manejo	PMR1	0,425
	Deposita solo en envases	PMR2	0,340
	Selecciona orgánico e inorgánico	PMR3	0,131
	Reúso y compostaje	PMR4	0,067
	Clasificación por material	PMR5	0,036

Tabla 76

Descriptores del conocimiento en temas ambientales

Criterio	Conocimiento en temas ambientales	Peso ponderado: 0,500	
Descriptores	Sin conocimiento	PCTA1	0,468
	Conocimiento erróneo	PCTA2	0,268
	Conocimiento limitado	PCTA3	0,144
	Conocimiento sin interés	PCTA4	0,076
	Con conocimiento	PCTA5	0,044

El resultado de la resiliencia ambiental fue que la población en su mayoría selecciona los residuos orgánicos e inorgánicos y no tienen conocimiento sobre temas ambientales (Tabla 77 y 78).

Tabla 77

Resultado de la encuesta para el manejo de residuos sólidos

Manejo de residuos sólidos	Cantidad de viviendas	Porcentaje de viviendas
Selecciona orgánico e inorgánico	130	83
Deposita solo en envases	15	10
Sin manejo	11	7

Tabla 78

Resultado de la encuesta para el conocimiento de temas ambientales

Conocimiento de temas ambientales	Cantidad de viviendas	Porcentaje de viviendas
Sin conocimiento	109	69,87
Conocimiento limitado	40	25,64
Con conocimiento	6	3,85
Conocimiento sin interés	1	0,64

El cálculo del valor de la resiliencia ambiental se realizó con la siguiente fórmula:

$$\sum_{i=1}^n \text{Resiliencia ambiental}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

El valor de la resiliencia ambiental se muestra en la Tabla 79.

Tabla 79

Valor de la resiliencia ambiental

Resiliencia ambiental				
Manejo de residuos sólidos		Conocimiento en temas ambientales		Valor
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	
0,500	0,425	0,500	0,468	0,446
0,500	0,340	0,500	0,268	0,304
0,500	0,131	0,500	0,144	0,137
0,500	0,067	0,500	0,076	0,072
0,500	0,036	0,500	0,044	0,040

El valor de la dimensión ambiental se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Exposición Ambiental} \times \text{Peso} + \text{Fragilidad Ambiental} \times \text{Peso} + \text{Resiliencia Ambiental} \times \text{Peso} = \text{Valor}$$

Resultado de la operación de la fórmula, se obtuvieron los valores de la dimensión ambiental (Tabla 80).

Tabla 80

Valor de la dimensión ambiental

Dimensión ambiental						
Exposición ambiental		Fragilidad ambiental		Resiliencia ambiental		Valor
Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	
0,476	0,633	0,495	0,260	0,446	0,106	0,477
0,260	0,633	0,264	0,260	0,304	0,106	0,266
0,144	0,633	0,137	0,260	0,137	0,106	0,141
0,078	0,633	0,069	0,260	0,072	0,106	0,075
0,042	0,633	0,035	0,260	0,040	0,106	0,040

La fórmula para el cálculo de los valores de la vulnerabilidad fue el siguiente:

$$\text{Vulnerabilidad Social} \times \text{Peso} + \text{Vulnerabilidad Económica} \times \text{Peso} + \text{Vulnerabilidad Ambiental} \times \text{Peso} = \text{Valor}$$

Obtenidos los valores de la dimensión social, económica y ambiental, fue calculado el valor de la vulnerabilidad (Tabla 81).

Tabla 81

Valor de la vulnerabilidad

Dimensión social		Dimensión económica		Dimensión ambiental		Valor de la vulnerabilidad
Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	
0,483	0,557	0,477	0,320	0,477	0,123	0,481
0,260	0,557	0,261	0,320	0,266	0,123	0,261
0,141	0,557	0,142	0,320	0,141	0,123	0,141
0,075	0,557	0,076	0,320	0,075	0,123	0,075
0,041	0,557	0,043	0,320	0,040	0,123	0,041

El peso ponderado asignado a cada una de las dimensiones de la vulnerabilidad fue obtenido por el Proceso de Análisis Jerárquico (ver Apéndice 7).

Calculados los valores de la vulnerabilidad fueron estratificados en cuatro niveles (Tabla 82).

Tabla 82

Niveles de vulnerabilidad

Nivel	Rango		
Muy alto	0,261	$\leq v \leq$	0,481
Alto	0,141	$\leq v <$	0,261
Medio	0,075	$\leq v <$	0,141
Bajo	0,041	$\leq v <$	0,075

3.2.4. Mapa de vulnerabilidad

En la elaboración del mapa de vulnerabilidad fue georreferenciada la ubicación de cada vivienda encuestada por el recorrido y las entrevistas realizadas a los centros poblados de Huayan, Buenos Aires y Hornillos (ver Apéndice 10).

Los resultados de la encuesta sobre la vulnerabilidad social, económica y ambiental de los centros poblados en estudio se muestran en el Apéndice 11, 12 y 13.

Los datos de la encuesta fueron vinculados a la base de datos de la vulnerabilidad en ArcGIS, en la que fueron aplicadas las fórmulas para el cálculo de los valores de vulnerabilidad que posee cada vivienda para finalmente estratificar los niveles según el valor final en el mapa de vulnerabilidad (Figura 16).

Los niveles de vulnerabilidad obtenidos para la muestra de estudio fueron los de 10 viviendas con un nivel de vulnerabilidad muy alta, 101 viviendas con un nivel de vulnerabilidad alta y 45 viviendas con un nivel de vulnerabilidad media. Además, fueron elaborados mapas de vulnerabilidad para las viviendas de cada centro poblado (Figura 17, 18 y 19).

Figura 16

Mapa de vulnerabilidad

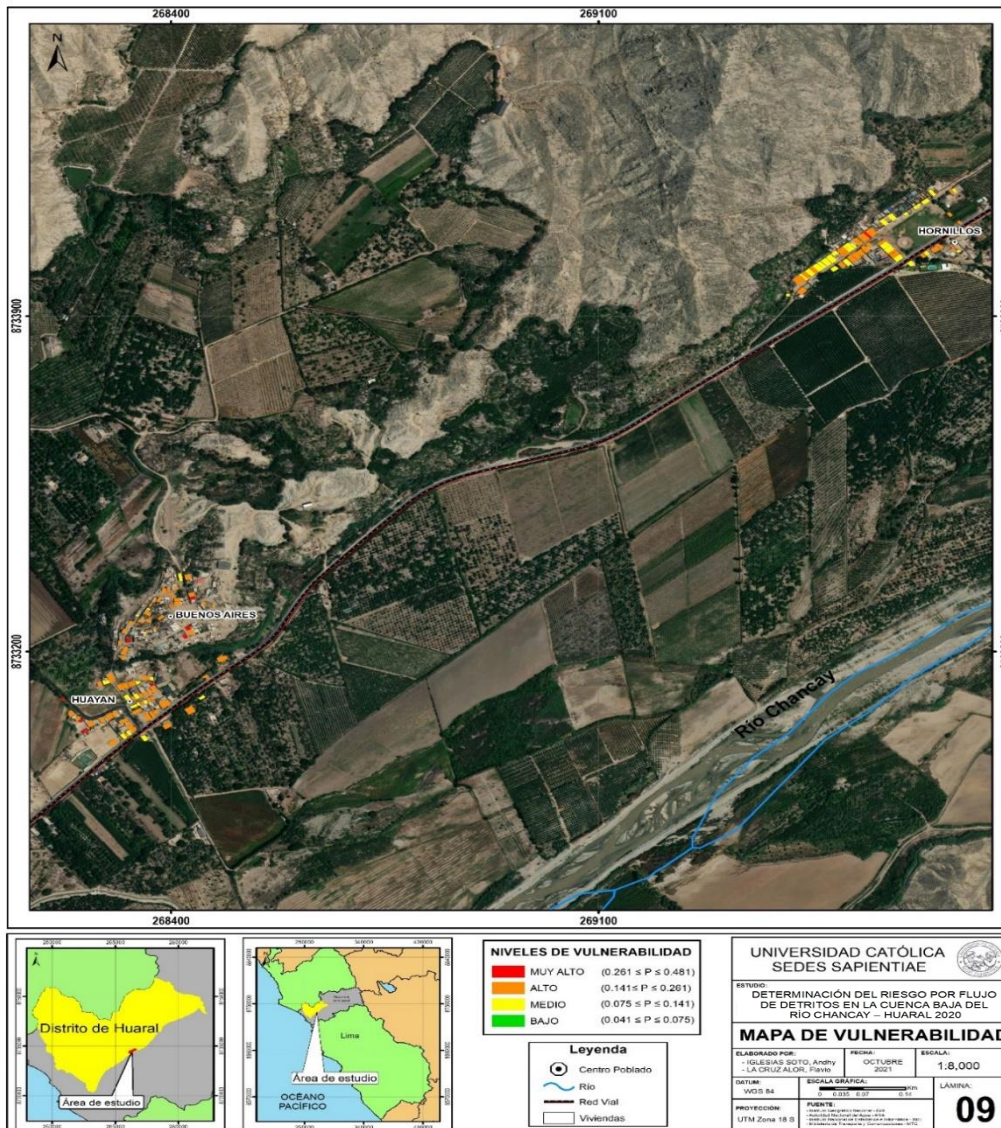


Figura 17

Mapa de vulnerabilidad de Huayan



Figura 18

Mapa de vulnerabilidad de Buenos Aires

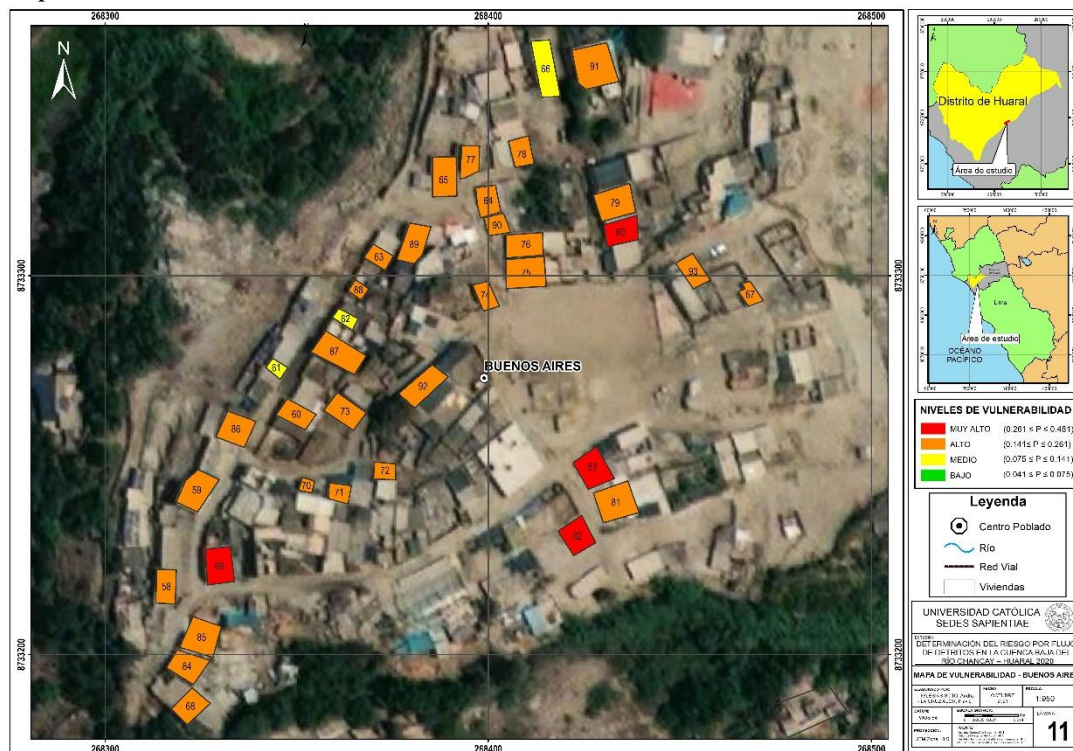


Figura 19

Mapa de vulnerabilidad de Hornillos



En el centro poblado de Huayan los resultados de vulnerabilidad obtenidos fueron de cinco viviendas con un nivel de vulnerabilidad muy alto, 40 viviendas con un nivel de vulnerabilidad de alto y 12 viviendas con un nivel de vulnerabilidad de medio. Por otro lado, el centro poblado de Buenos Aires los resultados de vulnerabilidad obtenidos fueron de 4 viviendas con un nivel de vulnerabilidad muy alto, 29 viviendas con un nivel de vulnerabilidad de alto, y tres viviendas con un nivel de vulnerabilidad de medio. Y en cuanto al centro poblado de Hornillos los resultados de vulnerabilidad obtenidos fueron de una vivienda con un nivel de vulnerabilidad muy alto, 32 viviendas con un nivel de vulnerabilidad alto, y 30 viviendas con un nivel de vulnerabilidad de medio.

3.3. Determinación del nivel de riesgo por flujo de detritos

Los niveles de riesgo por flujo de detritos en el área de estudio fueron determinados con los valores obtenidos de los niveles de peligro y vulnerabilidad. Los valores del riesgo fueron obtenidos por la multiplicación de ambos valores (Tabla 83).

Tabla 83*Valor del riesgo*

Valor de peligro (p)	Valor de la vulnerabilidad (v)	Riesgo (p*v=r)
0,412	0,481	0,198
0,340	0,261	0,089
0,290	0,141	0,041
0,265	0,075	0,020
0,253	0,041	0,010

Los valores del riesgo fueron estratificados en cuatro niveles (Tabla 84).

Tabla 84*Niveles de riesgo*

Rango					Nivel
0,089	≤	R	≤	0,198	Muy alto
0,041	≤	R	<	0,089	Alto
0,020	≤	R	<	0,041	Medio
0,010	≤	R	<	0,020	bajo

3.3.1. Mapa de riesgo

El mapa de riesgo fue elaborado combinando con ArcGIS la información geográfica del peligro y la vulnerabilidad, producto del que fueron obtenidos como resultados 34 viviendas con un nivel de riesgo muy alto, 110 viviendas con un nivel de riesgo alto y 12 viviendas con un nivel de riesgo medio, representados en el mapa de riesgo para el área de estudio (Figura 20).

Además, fueron elaborados mapas de riesgo para cada centro poblado estratificando los niveles de riesgo resultantes (Figura 21, 22 y 23).

Figura 20
Mapa de riesgo

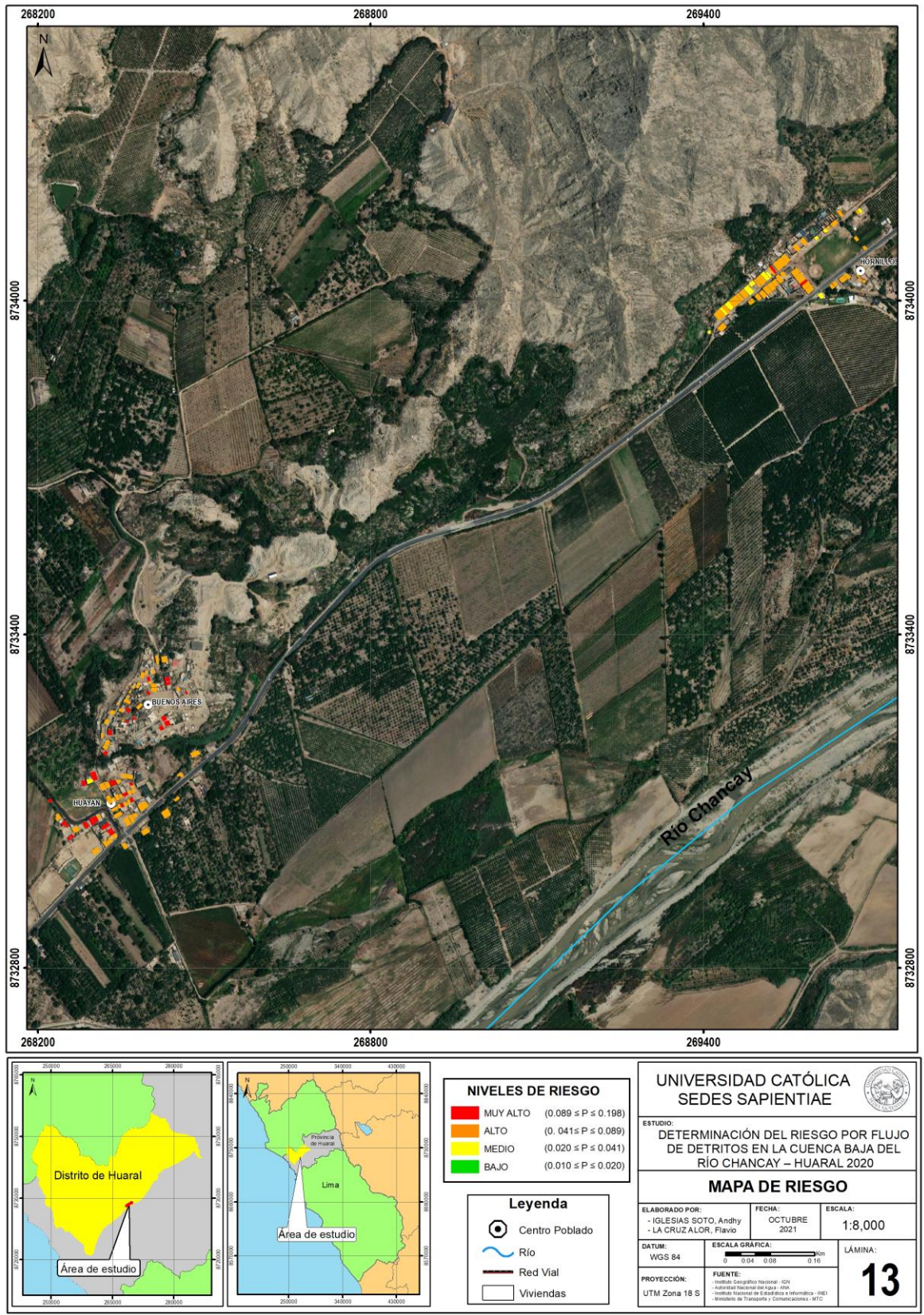


Figura 21

Mapa de riesgo del centro poblado Huayan

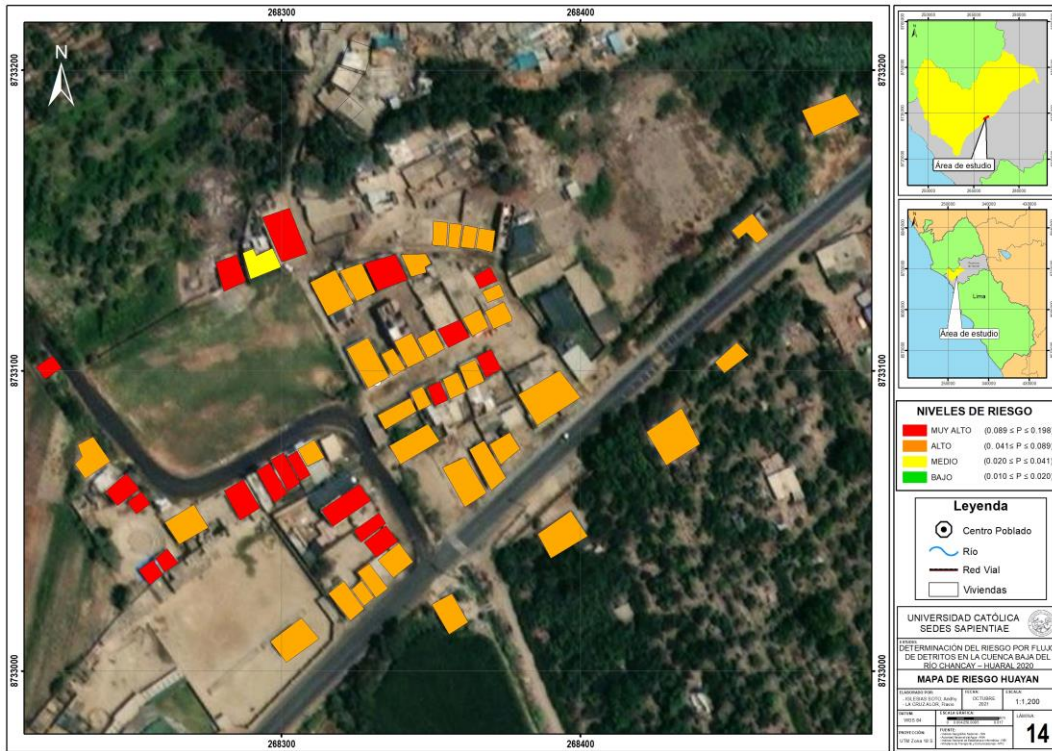


Figura 22

Mapa de riesgo del centro poblado Buenos Aires



Figura 23

Mapa de riesgo del centro poblado Hornillos



En el centro poblado de Huayan los resultados de riesgo obtenidos fueron: 19 viviendas con un nivel de riesgo muy alto, 37 viviendas con un nivel de riesgo alto, y una vivienda con un nivel de riesgo medio. Respecto al centro poblado de Buenos Aires los resultados de riesgo obtenidos fueron: 13 viviendas con un nivel de riesgo muy alto y 23 viviendas con un nivel de riesgo alto. Finalmente, el centro poblado de Hornillos presentó dos viviendas con un nivel de riesgo muy alto, 50 viviendas con un nivel de riesgo alto y 11 viviendas con un nivel de riesgo medio.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN

4.1. Determinación del grado de peligrosidad por flujo de detritos para los centros poblados de Huayan, Buenos Aires y Hornillos de la cuenca baja del río Chancay – Huaral

Se determinó que el peligro que caracteriza al área de estudio, es el de flujo de detritos, como se puede verificar en el Informe Técnico N° A7193 de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET del 2021, en el cual se indica como principal factor desencadenante a la precipitación, que está asociada al fenómeno de El Niño, lo que contribuye a que la zona de estudio estuviera expuesta a la ocurrencia del flujo de detritos, provocando la activación de la quebrada y por consiguiente el arrastre de material suelto hacia el área donde se encuentran asentados los habitantes de los centros poblados en estudio.

Se ha corroborado con la ayuda del Manual para la Evaluación de Riegos Originados por Fenómenos Naturales – 2da versión del CENEPRED, que el nivel de peligro que predomina en el área de estudio fue el muy alto, donde los factores condicionantes fueron la geología, geomorfología, uso actual de suelo y pendiente; y como factor desencadenante a la precipitación, ya que estos influyen directamente en el acaecimiento del peligro por flujo de detritos en el área de estudio.

En contraste al estudio realizado por Alvarez y Malaga (2021) para quienes los parámetros que definieron en el factor desencadenante fueron el tirante y las velocidades del flujo, debido a que su zona de estudio registra severos daños por el flujo de detritos en el pasado, producto de altas precipitaciones entre los meses de diciembre a abril. En ese sentido, consideró como parte de su metodología el procesamiento de una imagen raster, a través de la cual logro obtener un tirante máximo, información que pudo contrastar con registros históricos sobre el mismo parámetro en su área de estudio. En lo que también difiere es

respecto a la información de la precipitación, ya que en la investigación de Alvarez y Malaga (2021) las estaciones meteorológicas de su área de estudio registran precipitaciones diarias altas, que en contraste con la presente tesis los datos de precipitación mínima y máxima registrados en la estación de Huayan son de 0 mm y 10,8 mm respectivamente (Tabla 9). Al respecto el SENAMHI (2021) sostiene que la variación de la precipitación en el territorio peruano es debida al calentamiento del Altiplano durante la primavera y el verano que propicia el sistema meteorológico de alta atmosfera.

Por otro lado, en la investigación de Villasante (2022) el parámetro de evaluación más influyente que considero fue la altura y volumen del flujo de detritos, por la presencia de anomalías de precipitación por encima del umbral normal en la quebrada de Chinchña, mientras que la metodología aplicada en la presente tesis se consideró solamente como parámetro de evaluación a la frecuencia, en base al número de eventos por flujos de detritos ocurridos en la quebrada Huerequeque.

4.2. Determinación del nivel de vulnerabilidad por flujo de detritos para los centros poblados de Huayan, Buenos Aires y Hornillos de la cuenca baja del río Chancay – Huaral

En base al análisis realizado, en el área de estudio se identificaron tres niveles de vulnerabilidad; muy alto, alto y medio. Obtenidos a partir de considerar en dicho análisis a la dimensión social, económica y ambiental, así como a los tres factores de la vulnerabilidad, las cuales son: fragilidad, exposición y resiliencia.

Respecto a lo mencionado, el estudio realizado por Santuyo y Zambrano (2019), analizó la vulnerabilidad considerando a la dimensión social y económica, excluyendo a la dimensión ambiental, siendo esa una dimensión que de acuerdo al CENEPRED (2014), permite recabar información en relación a las características del medio ambiente del área de influencia del fenómeno en estudio, así como de los recursos renovables y no renovables.

De manera que, al haber incluido el componente ambiental en el análisis de la vulnerabilidad en la presente tesis, podemos notar que la información recabada tiene influencia directa en identificar las prácticas ambientales de la población, así como el conocimiento y cumplimiento de la normativa ambiental, factores relevantes en el análisis correspondiente.

Con relación a esto, el estudio realizado por De la Cruz (2021) consideró para el análisis de la vulnerabilidad a sus tres componentes, sin embargo, excluyó a la dimensión ambiental, de lo que podemos inferir que cada área de estudio presenta características diferentes, por tal razón el proceso de análisis se realiza individualmente en cada área y considerando sus particularidades. Así mismo, la investigación realizada por Luque y Catacora (2021) excluye solamente a la dimensión ambiental, y concluye que la vulnerabilidad de su área de estudio es alta. En ese sentido es válido mencionar que Luque y Catacora (2021) relacionan ese nivel a causa del estado de conservación de las viviendas, el material predominante de las paredes y los servicios básicos, que en la presente investigación también fueron considerados; además del conocimiento de temas ambientales, así como el manejo y disposición de residuos sólidos de la población, siendo factores que causan un impacto sobre el medio ambiente.

Debido a lo cual, toma relevancia lo expuesto por el CENEPRED (2014) en donde la vulnerabilidad involucra considerar que el crecimiento de la población, así como los procesos de urbanización ejercen presión sobre los recursos naturales, que inciden a la vez en aumentar la vulnerabilidad de los habitantes frente al fenómeno al que se encuentran expuestos.

De lo expuesto en el párrafo anterior se puede explicar que la actividad que ejerce el hombre genera presión sobre los ecosistemas disminuyendo su capacidad de resiliencia, provocando el incremento de la vulnerabilidad.

4.3. Determinación del riesgo por flujo de detritos en los centros poblados de Huayan, Buenos Aires y Hornillos de la cuenca baja del río Chancay – Huaral

En cuanto a los resultados obtenidos sobre el riesgo por flujo de detritos para el área de estudio, estos fueron de los niveles muy alto ($0,089 \leq R \leq 0,198$), alto ($0,041 \leq R < 0,089$) y medio ($0,020 \leq R < 0,041$). Estos resultados difieren con los valores obtenidos por Huamán (2022), donde el nivel de riesgo alto se encuentra en un rango de $0,022 \leq R < 0,083$. En ambos estudios se tienen diferencias significativas en los parámetros para el peligro, como para la vulnerabilidad, donde el parámetro de evaluación para Huamán (2022) fue la altura del flujo y en la vulnerabilidad, el análisis estuvo basado en la dimensión social y económica; es decir que la variación en la definición de los parámetros al estimar el riesgo por flujo de detritos mostrará diferencia significativa en la representación de los valores de riesgo.

Diferencias similares se tienen con la investigación de Mollinedo y Condori (2021), donde el nivel de riesgo que presentaron sus viviendas en estudio fue de un nivel alto ($0,023 \leq R \leq 0,084$) y nivel medio ($0,005 \leq R \leq 0,023$). Asimismo, el estudio realizado por Villasante (2022) muestra valores diferentes para los niveles de riesgo en su área de estudio, siendo estos los de muy alto ($0,075 \leq R \leq 0,224$), alto ($0,021 \leq R < 0,075$), medio ($0,005 \leq R < 0,021$) y bajo ($0,001 \leq R < 0,005$).

Por lo tanto, esto demuestra que la variación en los parámetros del peligro y la vulnerabilidad elegidos para cada ámbito de estudio, así como las particularidades de esos espacios y la información posible de recabar por la población, inciden en los valores que estratifican los niveles de riesgo en cada investigación, por lo cual la aplicación correcta de la metodología del Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – 2da versión, permite obtener niveles de riesgo con validez para la representación cartográfica, que sirve de apoyo para un ordenamiento territorial.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

1. Según los resultados de la investigación en el área de estudio compuesto por los centros poblados de Huayan, Buenos Aires y Hornillos, frente al riesgo de flujo de detritos por activación de quebrada en la cuenca baja del río Chancay-Huaral, indican que, 34 viviendas presentan un nivel de riesgo muy alto, 110 viviendas presentan un nivel de riesgo alto y 12 viviendas un nivel de riesgo medio.
2. La identificación y caracterización del peligro por flujo de detritos evidencia que las viviendas de los centros poblados de Huayan, Buenos Aires y Hornillos presentan un nivel de peligro muy alto y alto ante la ocurrencia de flujo de detritos. También se muestra que las zonas ubicadas en pendientes más bajas presentan el nivel de peligro muy alto como lo es para los centros poblados de Huayan y Hornillos. Por ello el centro poblado de Buenos Aires es menos susceptible debido a su ubicación y pendiente más alta.
3. Respecto al análisis de vulnerabilidad realizado en las viviendas de los centros poblados de Huayan, Buenos Aires y Hornillos, de la cuenca baja del río Chancay-Huaral los resultados muestran que, 10 viviendas presentan un nivel de vulnerabilidad muy alto, 101 viviendas con nivel de vulnerabilidad alta y 45 viviendas con vulnerabilidad media, respecto a las viviendas que presentan vulnerabilidad alta y muy alta, los resultados evidencia que se debe a que, carecen de servicios básicos, el ingreso promedio familiar es menor al sueldo mínimo, su actividad laboral principal es la agrícola, con viviendas en un estado de conservación malo y nunca han recibido capacitación en temas de Gestión de Riesgo de Desastres.

4. Producto de la información recopilada y analizada para la estimación del riesgo por flujo de detritos cabe mencionar que las condiciones meteorológicas del área de estudio y la frecuencia de las precipitaciones, debido a factores como el cambio climático y fenómeno de El Niño, ocasionará un aumento significativo de las precipitaciones, lo que fomentará un posible incremento de ocurrencia del flujo de detritos, causando una reactivación no prevista de manera periódica en la quebrada Huerequeque. Por consiguiente, se debería poner énfasis en el fortalecimiento gubernamental e institucional, así como en las medidas estructurales para las zonas con nivel de riesgo muy alto, alto y medio.

CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

1. Se sugiere socializar la presente investigación a fin de dar a conocer los niveles de riesgo, zonas de peligro significativo y viviendas con una vulnerabilidad muy alta y alta presentes en el área de estudio, para futuras decisiones de mitigación y prevención de riesgos.
2. Al estar ubicados los centros poblados en estudio en una zona rural se recomienda fortalecer las capacidades de la población a fenómenos naturales mediante capacitaciones sobre Gestión de Riesgo de Desastres y programas con un enfoque socioeconómico y ambiental, a fin de fortalecer las capacidades de la población expuesta ante futuros eventos naturales.
3. Se sugiere sensibilizar y capacitar a las autoridades del distrito de Huaral sobre la importancia del ordenamiento territorial y la Gestión del Riesgo de Desastres; así como una regulación por parte de la Municipalidad Provincial de Huaral sobre el asentamiento poblacional de las viviendas ubicadas en zonas que presenten niveles de peligro y riesgo por flujo de detritos muy alto y alto.
4. Se sugiere que se conforme un sistema de alerta temprana como medida de alerta ante un evento de flujo de detritos, socializando e involucrando a la población sobre la importancia de la gestión prospectiva ante fenómenos naturales.
5. Se recomienda realizar medidas estructurales, como obras de ingeniería (muros de contención), limpieza y ampliación del cauce principal de la quebrada, campañas de forestación con la finalidad de lograr la estabilización de las laderas de la quebrada, que

de esa forma reducirá los impactos e incrementará la resiliencia de la población y su zona de vida, todo ello bajo responsabilidad del sector público, gobierno regional y gobierno local (municipalidad provincial y municipalidad distrital).

REFERENCIAS

- Acero, C. J. S. (2019). *Predicción de flujos de detritos detonados por lluvias extremas mediante exportación de modelos estocásticos: aplicación en la cuenca de la Quebrada Grande (Labranzagrande-Boyacá, Colombia)*. [Trabajo de grado, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79400>
- Aguirre, N. M. (2011). La cuenca hidrográfica en la gestión integrada de los recursos hídricos. Revista Virtual REDESMA. <http://biblioteca.ribei.org/id/eprint/300/1/redesma11.pdf>
- Aldana, A. T., y Flores R. E. (2000). Diagramación de mapas temáticos. *Geoenseñanza*, 5(1), 95-122. <https://www.redalyc.org/pdf/360/36050105.pdf>
- Alvarez, R. J. M. y Malaga, H. K. (2021). *Análisis del riesgo por flujo de detritos del distrito de Haqira provincia de Cotabambas departamento de Apurímac* [Trabajo de grado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. <http://hdl.handle.net/20.500.12773/13011>
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres [CENEPRED]. (2020). Guía para la evaluación de los efectos probables frente al impacto del peligro originado por fenómenos naturales. https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Normatividad/Resoluciones/2020/jefaturales/RJ-080-2020-CENEPRED-J_GUIA.pdf
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres [CENEPRED]. (2014). Manual para la Evaluación de Riesgos originados por fenómenos Naturales – 2da versión. https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guía_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos_v2.pdf
- Centro Nacional de Planeamiento Estratégico [CEPLAN]. (2022). Plan Estratégico de Desarrollo Nacional al 2050. <https://www.gob.pe/institucion/ceplan/campa%C3%B1as/11228-peru-plan-estrategico-de-desarrollo-nacional-al-2050>
- Cerquera, P. L. C. (2022). *Determinación de la amenaza por flujo de detritos en la cuenca de la quebrada Estaquecá*. [Trabajo de grado, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito]. Repositorio Institucional de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/2121>
- Coburn, A. W., Spence, R. J. S. y Pomonis, A. (1991). Mitigación de desastres. <http://desastres.unanleon.edu.ni/pdf/2003/septiembre/envio1/spa/doc3846/doc3846.pdf>
- Comité Nacional para el Conocimiento del Riesgo. (2017). Terminología sobre Gestión del Riesgo de Desastres y Fenómenos Amenazantes. UNGRD.

<https://repositorio.gestiondelriesgo.gob.co/bitstream/handle/20.500.11762/20761/Terminologia-GRD-2017.pdf>

- Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres [CONRED]. (2012). La vulnerabilidad Asociada a los Desastres: Un marco conceptual para Guatemala. https://conred.gob.gt/documentos/MARCO_CONCEPTUAL_DELAS_VULNERABILIDADES.pdf
- Cotler, A. E., Galindo, A. A., González, M. I. D., Pineda, L. R. F. y Ríos, P. E. (2013). Cuencas hidrográficas: Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión. Red Mexicana de Cuencas Hidrográficas. https://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/tvm_-_cuencas_final_2014.pdf
- Crozier, M. J. y Glade, T. (1999). Frequency and magnitude of landsliding: Fundamental research issues, en Memorias, International Conference on Geomorphology, Bologna, p. 141–155
- Cruden, D. M. (1991). A Simple Definition of a Landslide. Bulletin of the International Association of Engineering Geology, 43, 27-29. <https://doi.org/10.1007/BF02590167>
- D.S. N° 0005-2022-MIDAGRI. Decreto Supremo Que Aprueba El Reglamento De Calificación De Tierras Por Su Capacidad De Uso Mayo. (2022). <https://www.gob.pe/institucion/midagri/normas-legales/2979424-0005-2022-midagri>
- De la Cruz (2021). *Estimación de riesgos por flujos de detritos en la quebrada San Jerónimo Lunahuana - Cañete* [Trabajo de grado, Universidad Nacional Federico Villareal]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Federico Villareal. <https://hdl.handle.net/20.500.13084/5121>
- Dehays, R. J. (2002). Fenómenos naturales, concentración urbana y desastres en América Latina. Perfiles Latinoamericanos, 1(20), 177-206. <https://www.redalyc.org/pdf/115/11502009.pdf>
- Dirección General de Programación Multianual. (2007). Conceptos asociados a la gestión del riesgo de desastres en la planificación e inversión para el desarrollo. <https://www.eird.org/esp/cdcapra/pdf/spa/doc16603/doc16603-a.pdf>
- Dirección Regional de Agricultura (2023). Plan Operativo Institucional Año 2023. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4212750/Plan%20Operativo%20Institucional%20-%20DRAL%202023.pdf>
- Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas [UNISDR]. (2009). Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres. https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf
- González, L. I., Ferrer, M., Ortuño, L. y Oteo, C. (2002). Ingeniería Geológica. Prentice Hall. https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5540850/mod_resource/content/1/Livro%202.pdf

- Hauser A. (1993) Remociones en masa en Chile. Servicio Nacional de Geología y Minería. Boletín N° 45. Santiago, Chile. 75p. https://portalgeo.sernageomin.cl/Informes_PDF/RAR-002.pdf
- Hernández, S. R., Fernández, C. C., y Baptista, L. P. (2014). Metodología de la Investigación. Sexta Edición México: McGraw-Hill Interamericana. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Huamán, L. C. (2022). *Riesgo en el centro poblado Otari San Martin ante el peligro por flujo de detritos Pichari Cusco 2021* [Trabajo de grado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/89225>
- Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2010). Leyenda Nacional de coberturas de la tierra, metodología Corine Land Cover para Colombia, Escala 1:1000.000. Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D.C., Colombia. <https://purace-cauca.gov.co/MiMunicipio/DocumentosGestinRiesgoYDesastres/Estudios%20gesti%20del%20riesgo%20Purac%20Leyenda%20nacional%20coberturas%20tierra.pdf>
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico [INGEMMET]. (2005). Informe Técnico N° A6871. Movimientos en masa: deslizamientos y huaycos en la cuenca de la quebrada Paihua. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2193>
- Instituto Geológico Minero, Metalúrgico [INGEMMET]. (2021). Evaluación de peligros geológicos por flujo de detritos en la Quebrada Huerequeque, sector Huayan – Informe Técnico N° A7193. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/3497>
- Instituto Nacional de Defensa Civil [INDECI]. (2006). Manual básico para la estimación del riesgo. http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc319/doc319_contenido.pdf
- Instituto Nacional de Defensa Civil [INDECI]. (2011). Manual de Estimación del Riesgo ante Movimientos en Masa en Laderas. <http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc1744/doc1744-contenido.pdf>
- Instituto Nacional de Defensa Civil [INDECI]. (2020). Caminando hacia la Resiliencia Comunitaria Frente a Desastres: Guía Práctica para Autoridades y Líderes Comunitarios. <https://www.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2020/06/GUIA-CAMINANDO-HACIA-LA-RESILIENCIA-COMUNITARIA-FRENTE-A-DESASTRES-VF.pdf>
- Instituto Nacional de Defensa Civil [INDECI]. (2020). Compendio Estadístico del INDECI 2020. <https://portal.indeci.gob.pe/wpcontent/uploads/2021/02/CAPITULO-III- Estad%C3%ADstica-Series-2003-2019.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI]. (2018). Directorio Nacional de Centros Poblados. Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, Tomo IV. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/tomo4.pdf

- Ley 29664 de 2011. Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. (2011) Diario Oficial El Peruano No. 436456. <http://leyes.congreso.gob.pe/Documentos/Leyes/29664.pdf>
- Llerena, C. A. (2003). *Servicios Ambientales de las Cuencas y Producción de agua, conceptos, valoración, experiencias y sus posibilidades de aplicación en el Perú* [Congreso]. Tercer Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas, Arequipa, Perú. http://www.iproga.org.pe/descarga/servicios_ambientales.pdf
- López R. P. y Fachelli S. (2015). Metodología de la Investigación Social Cuantitativa. Bellaterra. Universidad Autónoma de Barcelona. Creative Commons. http://ddd.uab.cat/pub/caplli/2017/185163/metinvsocua_cap2-4a2017.pdf
- Luque, A. F. A. G. y Catacora, C. J. M. (2021). *Evaluación de riesgos por flujo de detritos en las asociaciones Nueva Barranquilla y Wari del distrito Ciudad Nueva - Tacna 2021* [Trabajo de grado, Universidad Privada de Tacna]. Repositorio Institucional de la Universidad Privada de Tacna. <http://hdl.handle.net/20.500.12969/2195>
- Luque, P. G., Rosado, S. M., Pari, P. W., Peña, L. F. y Huamán, N. M. (2020). Peligro geológico en la región Lima. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2571>
- Mendoza, S. M. A. (2017). *Evaluación del riesgo por inundación en la quebrada Romero, del distrito de Cajamarca, periodo 2011 – 2016* [Trabajo de grado, Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo]. Repositorio Institucional Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo. <http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/289>
- Mesa de Concertación para la Lucha Contra la Pobreza. (2009). Gestión del Riesgo de Desastres Para la planificación del desarrollo local. https://www.mesadeconcertacion.org.pe/sites/default/files/guia_de_gestion_de_riesgos.pdf
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2010). Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales. https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/guia_riesgos_ambientales.pdf
- Mollinedo, H. M. A., y Condori, M. J. C. J. (2021). *Identificación de zonas críticas por flujo de detritos en la Quebrada del Diablo para determinar los costos de reconstrucción de obras civiles* [Trabajo de grado, Universidad Privada de Tacna]. Repositorio Institucional de la Universidad Privada de Tacna. <http://hdl.handle.net/20.500.12969/2083>
- Nantes, E. A. (2019). El método Analytic Hierarchy Process para la toma de decisiones. Repaso de la metodología y aplicaciones. *Revista de la Escuela de Perfeccionamiento en Investigación Operativa*, 27 (46). <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/epio/article/view/26474>
- Narváez, L., Lavell, A. y Pérez, O. G. (2009). La Gestión del Riesgo de Desastres: Un enfoque basado en procesos. Comunidad Andina.

https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/19759/GestionRiesgoDesastres%28Narvaez_2009%29.pdf

Osorio G. J. C. y Orejuela C. J. P. (2008). El Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) y la Toma de Decisiones Multicriterio. *Ejemplo de Aplicación. Scientia Et Technica*, XIV (39), 247-252. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84920503044>

Pérez, C. C. y Shinomi, Y. (2004). Métodos y Estrategias para el Desarrollo Sustentable del Secano. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/7055>

Presidencia del Consejo de Ministros [PCM], (2014). Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – PLANAGERD 2014-2021. https://cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/PLANAGERD%202014-2021.pdf

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD]. (2012). Conceptos Generales sobre Gestión del Riesgo de Desastres y Contexto del País. Experiencia y Herramientas de aplicación a nivel regional y local. Ayuda Humanitaria y Protección Civil. https://www.preventionweb.net/files/38050_38050conceptosbsicos.pdf

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD]. (2014). Gestión del Riesgo de Desastres. Área de Prevención de Crisis y Recuperación. https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/latinamerica/Brochure_Desastres_sp.pdf

Renda, E., Rozas, G. M., Moscardini, O. y Torchia, N.P. (2017). Manual para la elaboración de mapas de riesgo. Ministerio de Seguridad de la Nación. <https://www.mininterior.gov.ar/planificacion/pdf/Manual-elaboracion-mapas-riesgo.pdf>

Rodríguez, L. J y Olivella, R. (2010). Introducción a los sistemas de información geográfica, conceptos y operaciones fundamentales. Universidad Oberta de Catalunya. <http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/handle/54000/1230>

Salazar, O. L., Cortez, L. y Mariscal, J. (2002). Manual N°2: Gestión comunitaria de Riesgos. <http://sinpad.indeci.gob.pe/UploadPortalSINPAD/gestionriesgos.pdf>

Sánchez, V. A. S., García, N. R. M. y Palma T. A. (2003). La cuenca hidrográfica: unidad básica de planeación y manejo de recursos naturales. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. http://centro.paot.org.mx/documentos/semarnat/cuenca_hidrografica.pdf

Santuyo, M. R. C. y Zambrano, O. C. A. (2019). *Alternativas de mitigación para el flujo de detritos en la zona de descarga de la quebrada Quirio-Chosica-Perú-2019* [Trabajo de grado, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio Institucional de la Universidad Ricardo Palma. <https://hdl.handle.net/20.500.14138/2610>

Secretaría de Gestión de Riesgos [SGR]. (2014). Marco de Referencia Conceptual sobre Vulnerabilidad Territorial (ECHO/DIP/BUD/2013/93007).

https://www.preventionweb.net/files/submissions/43398_marcodereferenciaconceptualsobrevulnerabilidadterritorial.pdf

- Secretaría General de la Comunidad Andina. (2018). Glosario de Términos y Conceptos de la Gestión del Riesgo de Desastres para los Países Miembros de la Comunidad Andina. <https://www.comunidadandina.org/StaticFiles/2018619133838GlosarioGestionDeRiesgoSGCA.pdf>
- Seguí, A. E., Portalés, C., Cabrelles, M. y Lerma, J. L. (2012). Los sistemas de información geográfica: concepto, ventajas y posibilidades en el campo de la restauración. *Loggia, Arquitectura & Restauración*. (24-25): 122-131. <https://doi.org/10.4995/loggia.2012.3008>
- Serrano, M. J. H., Pedroso, H. I. I., Pérez, L. O. E., Chang, F. S. S., Pérez, A. R. O., Fonseca, A. E. L. y Santiago, E. A. G. (2014). Metodologías para la determinación de riesgos de desastres a nivel territorial. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. <https://www.undp.org/es/cuba/publications/metodologías-para-la-determinación-de-riesgos-de-desastres-i>
- Servicio Nacional de Geología y Minería. (2007). Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas. <https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/Geral-96.pdf>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología [SENAMHI]. (2019). Movimiento en Masa por Lluvias Intensas en el Perú. <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-81.pdf>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI]. (2015). Impacto del Cambio Socio-Económico y Climático en la Gestión de Recursos Hídrico: Cuenca del río Chancay-Huaral. <https://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/436>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI]. (2014a). Estimación de Umbrales de Precipitaciones Extremas para la Emisión de Avisos Meteorológicos. <https://hdl.handle.net/20.500.12542/345>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI]. (2014b). El fenómeno EL NIÑO en el Perú. https://minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/07/Dossier-El-Ni%C3%B1o-Final_web.pdg
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI]. (2021). Climas del Perú – Mapa de Clasificación Climática Nacional. <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01404SENA-4.pdf>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI]. (2010). Guía Climática Turística. <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-20.pdf>
- Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres [SINAGERD]. (2014). Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres PLANAGERD 2014-2021. <http://www.pcm.gob.pe/wp-content/uploads/2018/01/PLANAGERD.pdf>

- Sitjar S. J. (2009). Los Sistemas de Información Geográfica al servicio de la sociedad. Tecnologías de la información geográfica. <https://core.ac.uk/download/pdf/41784139.pdf>
- Soto, L. J. E. (2018). *Análisis de la peligrosidad frente a los movimientos de ladera en la Cuenca de Loja (Ecuador)*. [Trabajo de grado, Universidad de Granada]. Repositorio Institucional de la Universidad de Granada. <http://hdl.handle.net/10481/51128>
- Suárez, J. (1998). Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Ed. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia [https://recordcenter.sgc.gov.co/B23/662_19MemExPI_373_Las_Acacias/Documento/pdf/Anexo1_InveRecoBibl/Su%C3%A1rez%20\(1998\).%20Deslizamientos%20y%20estabilidad%20de%20taludes%20en%20zonas%20tropicales.pdf](https://recordcenter.sgc.gov.co/B23/662_19MemExPI_373_Las_Acacias/Documento/pdf/Anexo1_InveRecoBibl/Su%C3%A1rez%20(1998).%20Deslizamientos%20y%20estabilidad%20de%20taludes%20en%20zonas%20tropicales.pdf)
- Takahashi T. (1991) Debris Flows. International Association for Hydraulic Research. AA.Rotterdam: Balkema, 165 p. https://link.springer.com/chapter/10.1007/3-540-27129-5_17
- Varnes, D. J. (1978). Slope movement types and processes. In landslides – Analysis and Control, Transportation Research Board, Special Report. <https://www.engr.hk/T05/176-002.pdf>
- Villasante, E. A. B. (2022). *Evaluación de niveles de riesgos por flujo de detritos en la quebrada Chinchña localidad Pacsica, distrito Justo Apu Sahuaraura, Aymaraes, Apurímac 2021* [Trabajo de grado, Universidad Tecnológica de los Andes]. Repositorio Institucional de la Universidad Tecnológica de los Andes. <https://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/476>

TERMINOLOGÍA

Desastre natural. Son sucesos extraordinarios, anormales, fuera de serie e impredecibles, y no son esperables, debido a las condiciones en que vive una determinada sociedad y la relación que tiene esta con el medio ambiente o natural (Dehays, 2002).

El Niño. Se trata de un aumento de la temperatura de la superficie del mar (TSM) en la costa oeste de América del Sur debido a la ocurrencia de fuertes lluvias. Alguna vez se pensó que era un fenómeno local. Ahora es reconocido mundialmente como un importante regulador de la variabilidad climática interanual (SENAMHI, 2014).

Exposición. Es el contacto de una población o individuo o biota con un agente físico o químico crítico se debe, por lo tanto, encontrar los puntos de exposición (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2010).

Factores condicionantes. Son las características específicas de un área geográfica particular, que va a determinar si influirá positivamente o negativamente en la ocurrencia de un fenómeno (CENEPRED, 2014).

Factores desencadenantes. Son aquellas características que pueden originar el acontecimiento de un hecho potencialmente peligroso en un área geográficamente particular (CENEPRED, 2014).

Fragilidad. Es el criterio relacionado con la vulnerabilidad que posee un individuo y las características físicas de su zona de vida (material de su infraestructura) ante un peligro. La fragilidad y la vulnerabilidad tienen una relación directa (CENEPRED, 2014).

Gestión de riesgo. Proceso social cuya finalidad es la prevención, reducción y control de los factores que riesgo, a partir de la adopción de prácticas que minimizan los efectos de los desastres encaminadas al desarrollo sostenible (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2012).

Mapa de riesgos. Es un documento gráfico que exhibe la distribución espacial o geográfica de las pérdidas esperadas de una o más amenazas. Representa una amenaza principal y las condiciones de vulnerabilidad asociadas a ésta (Renda, *et al.*, 2017).

Mapa temático. Imagen a través de la cual se muestran características e información de manera clara, a fin de generar un impacto visual en el lector facilitando su comprensión para la valoración, planificación y gestión sobre el tema mostrada en ella (Aldana y Flores, 2000).

Mitigación. Mitigar se refiere tomar acciones para reducir los efectos de un desastre antes de que suceda. Este término se emplea para aplicar una variedad de actividades y medidas de protección, que van desde actos físicos, como construir edificios más resistentes, hasta las medidas de procedimiento (Coburn *et al.*, 1991).

Movimiento en masa. El término movimiento de masas incluye cualquier movimiento hacia abajo de grandes rocas, escombros o suelo debido a la acción de la gravedad (Cruden, 1991).

Reducción del riesgo de desastres. Se logra mediante esfuerzos sistemáticos dirigidos al análisis y a la gestión de los factores causales de los desastres, incluyendo la reducción del grado de exposición a los peligros o amenazas, también la disminución de la vulnerabilidad de la población y la propiedad (Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas [UNISDR], 2009).

Resiliencia. Es la capacidad de la población para resistir, adaptarse y recuperarse de los efectos de una emergencia o desastre. Una sociedad es resiliente, por ejemplo, cuando se organiza constantemente para saber cómo actuar ante la ocurrencia de un peligro (INDECI, 2020).

Sistemas de información geográfica. Un GIS es un sistema de hardware, software y sistemas complejos para ayudar a recopilar, administrar, procesar, analizar, modelar, presentar y publicar datos geográficos para resolver problemas de planificación y gestión (Sitjar, 2009).

APÉNDICES

Apéndice 1. Tablas para el análisis de los factores condicionantes

Matriz de comparación de pares de los factores condicionantes

Parámetro	Unidades geomorfológicas	Pendiente del terreno	Uso actual de suelo	Unidades geológicas
Unidades geomorfológicas	1,000	2,000	4,000	6,000
Pendiente del terreno	1/2	1,000	3,000	5,000
Uso actual de suelo	1/4	1/3	1,000	3,000
Unidades geológicas	1/6	1/5	1/3	1,000
Suma	1,917	3,533	8,333	15,000
1/suma	0,522	0,283	0,120	0,067

Nota. Elaboración propia.

Matriz de normalización de pares de los factores condicionantes

Parámetro	Unidades geomorfológicas	Pendiente del terreno	Uso actual de suelo	Unidades geológicas	Vector priorización	Porcentaje
Unidades geomorfológicas	0,522	0,566	0,480	0,400	0,492	49,19
Pendiente del terreno	0,261	0,283	0,360	0,333	0,309	30,93
Uso actual de suelo	0,130	0,094	0,120	0,200	0,136	13,62
Unidades geológicas	0,087	0,057	0,040	0,067	0,063	6,26

Nota. Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido para los factores condicionantes:

IC	0,027
RC	0,030

Calculada la relación de consistencia y resultando tener un valor de 0,030 menor al 10% ($RC < 0,1$), indica que los criterios utilizados en la comparación de pares fueron los adecuados

- Para matrices de tres parámetros la RC debe ser menor a 0,04 para matrices de cuatro parámetros la RC debe ser menor a 0,08 y para matrices mayores a cuatro deben ser menores a 0,10 (CENEPRED, 2014).

Los resultados obtenidos mediante el proceso de análisis jerárquico para cada uno de los parámetros dentro de los factores condicionantes fueron los siguientes:

a) Unidades geomorfológicas

Matriz de comparación de pares de las unidades geomorfológicas

Unidades geomorfológicas	Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (p-at)	Terraza indiferenciada (ti)	Colina y lomada en roca intrusiva (rcl-ri)	Colina y lomada en roca volcano-sedimentaria (rcl-rvs)	Montaña en roca intrusiva (rm-ri)
Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (p-at)	1,000	3,000	4,000	7,000	8,000
Terraza indiferenciada (ti)	1/3	1,000	3,000	5,000	8,000
Colina y lomada en roca intrusiva (rcl-ri)	1/4	1/3	1,000	3,000	5,000
Colina y lomada en roca volcano-sedimentaria (rcl-rvs)	1/7	1/5	1/3	1,000	3,000
Montaña en roca intrusiva (rm-ri)	1/8	1/8	1/5	1/3	1,000
Suma	1,851	4,658	8,533	16,333	25,000
1/suma	0,540	0,215	0,117	0,061	0,040

Nota. Elaboración propia.

Matriz de normalización de pares de las unidades geomorfológicas

Unidades geomorfológicas	Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (p-at)	Terraza indiferenciada (ti)	Colina y lomada en roca intrusiva (rcl-ri)	Colina y lomada en roca volcano-sedimentaria (rcl-rvs)	Montaña en roca intrusiva (rm-ri)	Vector priorización
Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (p-at)	0,540	0,644	0,469	0,429	0,320	0,480
Terraza indiferenciada (ti)	0,180	0,215	0,352	0,306	0,320	0,274
Colina y lomada en roca intrusiva (rcl-ri)	0,135	0,072	0,117	0,184	0,200	0,141
Colina y lomada en roca volcano-sedimentaria (rcl-rvs)	0,077	0,043	0,039	0,061	0,120	0,068
Montaña en roca intrusiva (rm-ri)	0,068	0,027	0,023	0,020	0,040	0,036

Nota. Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido para el parámetro de unidades geomorfológicas:

IC	0,062
RC	0,056

b) Pendiente del terreno

Matriz de comparación de pares de la pendiente del terreno

Pendiente del terreno	0° - 4°	4° - 8°	8° - 15°	15° - 25°	> 25°
0° - 4°	1,000	3,000	5,000	7,000	8,000
4° - 8°	1/3	1,000	3,000	6,000	7,000
8° - 15°	1/5	1/3	1,000	3,000	5,000
15° - 25°	1/7	1/6	1/3	1,000	3,000
> 25°	1/8	1/7	1/5	1/3	1,000
Suma	1,801	4,643	9,533	17,333	24,000
1/suma	0,555	0,215	0,105	0,058	0,042

Nota. Elaboración propia.

Matriz de normalización de pares de la pendiente del terreno

Pendiente del terreno	0° - 4°	4° - 8°	8° - 15°	15° - 25°	> 25°	Vector priorización
0° - 4°	0,555	0,646	0,524	0,404	0,333	0,493
4° - 8°	0,185	0,215	0,315	0,346	0,292	0,271
8° - 15°	0,111	0,072	0,105	0,173	0,208	0,134
15° - 25°	0,079	0,036	0,035	0,058	0,125	0,067
> 25°	0,069	0,031	0,021	0,019	0,042	0,036

Nota. Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido para el parámetro de pendiente del terreno

IC	0,073
RC	0,065

c) Uso actual de suelo

Matriz de comparación de pares del parámetro uso actual de suelo

Uso actual de suelo	Área sin vegetación	Tejido urbano	Vegetación discontinua	Cultivo agrícola	Área boscosa
Área sin vegetación	1,000	2,000	4,000	6,000	7,000
Tejido urbano	1/2	1,000	3,000	5,000	6,000
Vegetación discontinua	1/4	1/3	1,000	3,000	5,000
Cultivo agrícola	1/6	1/5	1/3	1,000	3,000
Área boscosa	1/7	1/6	1/5	1/3	1,000
Suma	2,060	3,700	8,533	15,333	22,000
1/suma	0,486	0,270	0,117	0,065	0,045

Nota. Elaboración propia.

Matriz de normalización de pares del parámetro uso actual de suelo

Uso actual de suelo	Área sin vegetación	Tejido urbano	Vegetación discontinua	Cultivo agrícola	Área boscosa	Vector priorización
Área sin vegetación	0,486	0,541	0,469	0,391	0,318	0,441
Tejido urbano	0,243	0,270	0,352	0,326	0,273	0,293
Vegetación discontinua	0,121	0,090	0,117	0,196	0,227	0,150
Cultivo agrícola	0,081	0,054	0,039	0,065	0,136	0,075
Área boscosa	0,069	0,045	0,023	0,022	0,045	0,041

Nota. Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido para el parámetro de uso actual de suelo

IC	0,058
RC	0,052

d) Unidades geológicas

Matriz de comparación de pares de las unidades geológicas

Unidades geológicas	Depósito aluvial	Batolito de la costa - super unidad santa rosa - tonalita, granodiorita	Grupo casma	Acarí - diorita	Diorita
Depósito aluvial	1,000	2,000	4,000	6,000	8,000
Batolito de la costa - super unidad santa rosa - tonalita, granodiorita	1/2	1,000	3,000	5,000	7,000
Grupo casma	1/4	1/3	1,000	3,000	4,000
Acarí - diorita	1/6	1/5	1/3	1,000	3,000
Diorita	1/8	1/7	1/4	1/3	1,000
Suma	2,042	3,676	8,583	15,333	23,000
1/suma	0,490	0,272	0,117	0,065	0,043

Nota. Elaboración propia.

Matriz de normalización de pares de las unidades geológicas

Unidades geológicas	Depósito aluvial	Batolito de la costa - super unidad santa rosa - tonalita, granodiorita	Grupo casma	Acarí - diorita	Diorita	Vector priorización
Depósito aluvial	0,490	0,544	0,466	0,391	0,348	0,448
Batolito de la costa - super unidad santa rosa - tonalita, granodiorita	0,245	0,272	0,350	0,326	0,304	0,299
Grupo casma	0,122	0,091	0,117	0,196	0,174	0,140
Acarí - diorita	0,082	0,054	0,039	0,065	0,130	0,074
Diorita	0,061	0,039	0,029	0,022	0,043	0,039

Nota. Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido para el parámetro unidades geológicas

IC	0,044
RC	0,039

Apéndice 2. Tablas para el análisis de los factores desencadenantes

Para el cálculo de los pesos ponderados del parámetro del factor desencadenante también se utilizó el proceso de análisis jerárquico, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

A. Precipitación

Matriz de comparación de pares del parámetro de precipitación

Rango de precipitación	Extremadamente lluvioso Rr > 6,0 mm	Muy lluvioso 2,0 mm < rr ≤ 6,0 mm	Lluvioso 1,2 mm < rr ≤ 2,0 mm	Moderadamente lluvioso 0,6 mm < rr ≤ 1,2 mm	Lluvia usual Rr ≤ 0,6 mm
Extremadamente lluvioso Rr > 6,0 mm	1,000	3,000	5,000	7,000	9,000
Muy lluvioso 2,0 mm < rr ≤ 6,0 mm	0,333	1,000	3,000	5,000	7,000
Lluvioso 1,2 mm < rr ≤ 2,0 mm	0,200	0,333	1,000	3,000	5,000
Moderadamente lluvioso 0,6 mm < rr ≤ 1,2 mm	1/7	0,200	0,333	1,000	3,000
Lluvia usual Rr ≤ 0.6 mm	1/9	1/7	0,200	0,333	1,000
Suma	1,787	4,676	9,533	16,333	25,000
1/suma	0,560	0,214	0,105	0,061	0,040

Nota. Elaboración propia.

La matriz de normalización nos muestra el vector de priorización (peso ponderado). Indica la importancia de cada parámetro en el análisis del fenómeno.

Matriz de normalización de pares del parámetro de precipitación

Rango de precipitación	Extremadamente lluvioso Rr > 6,0 mm	Muy lluvioso 2,0 mm < rr ≤ 6,0 mm	Lluvioso 1,2 mm < rr ≤ 2,0 mm	Moderadamente lluvioso 0,6 mm < rr ≤ 1,2 mm	Lluvia usual Rr ≤ 0,6 mm	Vector priorización
Extremadamente lluvioso Rr > 6,0 mm	0,560	0,642	0,524	0,429	0,360	0,503
Muy lluvioso 2,0 mm < rr ≤ 6,0 mm	0,187	0,214	0,315	0,306	0,280	0,260
Lluvioso 1,2 mm < rr ≤ 2,0 mm	0,112	0,071	0,105	0,184	0,200	0,134
Moderadamente lluvioso 0,6 mm < rr ≤ 1,2 mm	0,080	0,043	0,035	0,061	0,120	0,068
Lluvia usual Rr ≤ 0,6 mm	0,062	0,031	0,021	0,020	0,040	0,035

Nota. Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido para el parámetro de precipitación:

IC	0,061
RC	0,054

Apéndice 3. Tablas para el análisis del parámetro de evaluación

A. Frecuencia

Matriz de comparación de pares del parámetro de frecuencia

Frecuencia	Muy alto (ocurrencia de flujo de detritos más de una vez al año)	Alto (ocurrencia de flujo de detritos una vez cada año)	Moderada (ocurrencia de flujo de detritos cada 2 años)	Baja (ocurrencia de flujo de detritos cada 3 años)	Leve (ocurrencia de flujo de detritos cada 4 o más años)
Muy alto (ocurrencia de flujo de detritos más de una vez al año)	1,000	2,000	4,000	6,000	7,000
Alto (ocurrencia de flujo de detritos una vez cada año)	0,500	1,000	3,000	5,000	6,000
Moderada (ocurrencia de flujo de detritos cada 2 años)	0,250	0,333	1,000	2,000	5,000
Baja (ocurrencia de flujo de detritos cada 3 años)	0,167	0,200	0,500	1,000	2,000
Leve (ocurrencia de flujo de detritos cada 4 o más años)	0,143	0,167	0,200	0,500	1,000
Suma	2,060	3,700	8,700	14,500	21,000
1/suma	0,486	0,270	0,115	0,069	0,048

Nota. Elaboración propia.

Matriz de normalización de pares del parámetro de frecuencia

Frecuencia	Muy alto (ocurrencia de flujo de detritos más de una vez al año)	Alto (ocurrencia de flujo de detritos una vez cada año)	Moderada (ocurrencia de flujo de detritos cada 2 años)	Baja (ocurrencia de flujo de detritos cada 3 años)	Leve (ocurrencia de flujo de detritos cada 4 o más años)	Vector priorización
Muy alto (ocurrencia de flujo de detritos más de una vez al año)	0,486	0,541	0,460	0,414	0,333	0,447
Alto (ocurrencia de flujo de detritos una vez cada año)	0,243	0,270	0,345	0,345	0,286	0,298
Moderada (ocurrencia de flujo de detritos cada 2 años)	0,121	0,090	0,115	0,138	0,238	0,140
Baja (ocurrencia de flujo de detritos cada 3 años)	0,081	0,054	0,057	0,069	0,095	0,071
Leve (ocurrencia de flujo de detritos cada 4 o más años)	0,069	0,045	0,023	0,034	0,048	0,044

Nota. Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido para el parámetro de frecuencia:

IC	0,035
RC	0,031

Apéndice 4. Tablas para el análisis de la dimensión social

- Dimensión social

Matriz de comparación de pares de la dimensión social

Dimensión social	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	1,000	2,000	4,000
Fragilidad	0,500	1,000	3,000
Resiliencia	0,250	0,333	1,000
Suma	1,750	3,333	8,000
1/suma	0,571	0,300	0,125

Nota. Elaboración propia.

Matriz de normalización de pares de la dimensión social

Dimensión social	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector priorización
Exposición	0,571	0,600	0,500	0,557
Fragilidad	0,286	0,300	0,375	0,320
Resiliencia	0,143	0,100	0,125	0,123

Nota. Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido para la dimensión social

IC	0,009
RC	0,017

A. Exposición social

- Grupo etario

Matriz de comparación de pares del parámetro de grupo etario

Grupo etario	De 0 a 5 años y mayores de 65 años	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	De 15 a 30 años	De 30 a 50 años
De 0 a 5 años y mayores de 65 años	1,000	3,000	5,000	7,000	9,000
De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	0,333	1,000	3,000	5,000	7,000
De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	0,200	0,333	1,000	3,000	5,000
De 15 a 30 años	0,143	0,200	0,333	1,000	3,000
De 30 a 50 años	0,111	0,143	0,200	0,333	1,000
Suma	1,787	4,676	9,533	16,333	25,000
1/suma	0,560	0,214	0,105	0,061	0,040

Nota. Elaboración propia.

Matriz de normalización de pares del parámetro de grupo etario

Grupo etario	De 0 a 5 años y mayores de 65 años	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	De 15 a 30 años	De 30 a 50 años	Vector priorización
De 0 a 5 años y mayores de 65 años	0,560	0,642	0,524	0,429	0,360	0,503
De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	0,187	0,214	0,315	0,306	0,280	0,260
De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	0,112	0,071	0,105	0,184	0,200	0,134
De 15 a 30 años	0,080	0,043	0,035	0,061	0,120	0,068
De 30 a 50 años	0,062	0,031	0,021	0,020	0,040	0,035

Nota. Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido para el parámetro de grupo etario

IC	0,061
RC	0,054

b. Fragilidad social

Matriz de comparación de pares del factor de fragilidad social

Fragilidad social	Abastecimiento de agua	Servicios higiénicos	Tipo de alumbrado
Abastecimiento de agua	1,000	2,000	3,000
Servicios higiénicos	0,500	1,000	2,000
Tipo de alumbrado	0,333	0,500	1,000
Suma	1,833	3,500	6,000
1/suma	0,545	0,286	0,167

Nota. Elaboración propia.

Matriz de normalización de pares del parámetro de fragilidad social

Fragilidad social	Abastecimiento de agua	Servicios higiénicos	Tipo de alumbrado	Vector priorización
Abastecimiento de agua	0,545	0,571	0,500	0,539
Servicios higiénicos	0,273	0,286	0,333	0,297
Tipo de alumbrado	0,182	0,143	0,167	0,164

Nota. Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido para el parámetro de fragilidad social

IC	0,005
RC	0,009

• Abastecimiento de agua

Matriz de comparación de pares del parámetro abastecimiento de agua

Abastecimiento de agua	No tiene	Rio, acequia, manantial o similar	Camión cisterna u otro similar	Pilón de uso publico	Red publica
No tiene	1,000	3,000	5,000	7,000	9,000
Rio, acequia, manantial o similar	0,333	1,000	3,000	5,000	7,000
Camión cisterna u otro similar	0,200	0,333	1,000	3,000	5,000
Pilón de uso publico	0,143	0,200	0,333	1,000	3,000
Red publica	0,111	0,143	0,200	0,333	1,000
Suma	1,787	4,676	9,533	16,333	25,000
1/suma	0,560	0,214	0,105	0,061	0,040

Nota. Elaboración propia.

Matriz de normalización de pares del parámetro de abastecimiento de agua

Abastecimiento de agua	No tiene	Río, acequia, manantial o similar	Camión cisterna u otro similar	Pilón de uso público	Red pública	Vector priorización
No tiene	0,560	0,642	0,524	0,429	0,360	0,503
Río, acequia, manantial o similar	0,187	0,214	0,315	0,306	0,280	0,260
Camión cisterna u otro similar	0,112	0,071	0,105	0,184	0,200	0,134
Pilo de uso público	0,080	0,043	0,035	0,061	0,120	0,068
Red pública	0,062	0,031	0,021	0,020	0,040	0,035

Nota. Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido para el parámetro de abastecimiento de agua:

IC	0,061
RC	0,054

- Servicios higiénicos

Matriz de comparación de pares del parámetro de servicios higiénicos

Servicio higiénico	No tiene	Río, acequia o canal	Pozo ciego/negro	Letrina	Red pública de desagüe
No tiene	1,000	3,000	4,000	5,000	6,000
Río, acequia o canal	0,333	1,000	3,000	4,000	5,000
Pozo ciego/negro	0,250	0,333	1,000	3,000	4,000
Letrina	0,200	0,250	0,333	1,000	3,000
Red pública de desagüe	0,167	0,200	0,250	0,333	1,000
Suma	1,950	4,783	8,583	13,333	19,000
1/suma	0,513	0,209	0,117	0,075	0,053

Nota. Elaboración propia.

Matriz de normalización de pares del parámetro de servicios higiénicos

Servicios higiénicos	No tiene	Río, acequia o canal	Pozo ciego/negro	Letrina	Red pública de desagüe	Vector priorización
No tiene	0,513	0,627	0,466	0,375	0,316	0,459
Río, acequia o canal	0,171	0,209	0,350	0,300	0,263	0,259
Pozo ciego/negro	0,128	0,070	0,117	0,225	0,211	0,150
Letrina	0,103	0,052	0,039	0,075	0,158	0,085
Red pública de desagüe	0,085	0,042	0,029	0,025	0,053	0,047

Nota. Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido para el parámetro de servicios higiénicos

IC	0,080
RC	0,072

- Tipo de alumbrado

Matriz de comparación de pares del parámetro de tipo de alumbrado

Tipo de alumbrado	No tiene	Vela y otro	Petróleo, gas, lámpara	Kerosene, mechero, lamparín	Electricidad
No tiene	1,000	2,000	3,000	4,000	5,000
Vela y otro	0,500	1,000	2,000	3,000	4,000
Petróleo, gas, lámpara	0,333	0,500	1,000	2,000	3,000
Kerosene, mechero, lamparín	0,250	0,333	0,500	1,000	2,000
Electricidad	0,200	0,250	0,333	0,500	1,000
Suma	2,283	4,083	6,833	10,500	15,000
1/suma	0,438	0,245	0,146	0,095	0,067

Nota. Elaboración propia.

Matriz de normalización de pares del parámetro de tipo de alumbrado

Tipo de alumbrado	No tiene	Vela y otro	Petróleo, gas, lámpara	Kerosene, mechero, lamparín	Electricidad	Vector priorización
No tiene	0,438	0,490	0,439	0,381	0,333	0,416
Vela y otro	0,219	0,245	0,293	0,286	0,267	0,262
Petróleo, gas, lámpara	0,146	0,122	0,146	0,190	0,200	0,161
Kerosene, mechero, lamparín	0,109	0,082	0,073	0,095	0,133	0,099
Electricidad	0,088	0,061	0,049	0,048	0,067	0,062

Nota. Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido para el parámetro de tipo de alumbrado:

IC	0,063
RC	0,057

c. Resiliencia social

Matriz de comparación de pares de la resiliencia social

Resiliencia social	Experiencia pasada de desastres en la localidad	Capacitación en temas de riesgo de desastres	Actitud frente al riesgo
Experiencia pasada de desastres en la localidad	1,000	3,000	5,000
Capacitación en temas de riesgo de desastres	0,333	1,000	3,000
Actitud frente al riesgo	0,200	0,333	1,000
Suma	1,533	4,333	9,000
1/suma	0,652	0,231	0,111

Nota. Elaboración propia.

Matriz de normalización de pares de la resiliencia social

Resiliencia social	Experiencia pasada de desastres en la localidad	Capacitación en temas de riesgo de desastres	Actitud frente al riesgo	Vector priorización
Experiencia pasada de desastres en la localidad	0,652	0,692	0,556	0,633
Capacitación en temas de riesgo de desastres	0,217	0,231	0,333	0,260
Actitud frente al riesgo	0,130	0,077	0,111	0,106

Nota. Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido para la resiliencia social:

IC	0,019
RC	0,037

- Experiencia pasada de desastres en la localidad

Matriz de comparación de pares de experiencia pasada de desastres en la localidad

Experiencia pasada de desastres en la localidad	Deficiente	Básico	Regular	Bueno	Muy bueno
Deficiente	1,000	2,000	3,000	4,000	5,000
Básico	0,500	1,000	2,000	3,000	4,000
Regular	0,333	0,500	1,000	2,000	3,000
Bueno	0,250	0,333	0,500	1,000	2,000
Muy bueno	0,200	0,250	0,333	0,500	1,000
Suma	2,283	4,083	6,833	10,500	15,000
1/suma	0,438	0,245	0,146	0,095	0,067

Nota. Elaboración propia.

Matriz de normalización de pares del de experiencia pasada de desastres en la localidad

Experiencia pasada de desastres en la localidad	Deficiente	Básico	Regular	Bueno	Muy bueno	Vector priorización
Deficiente	0,438	0,490	0,439	0,381	0,333	0,416
Básico	0,219	0,245	0,293	0,286	0,267	0,262
Regular	0,146	0,122	0,146	0,190	0,200	0,161
Bueno	0,109	0,082	0,073	0,095	0,133	0,099
Muy bueno	0,088	0,061	0,049	0,048	0,067	0,062

Nota. Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido para el parámetro de experiencia pasada de desastres en la localidad:

IC	0,037
RC	0,033

- Capacitación en temas de riesgo de desastres

Matriz de comparación de pares de la capacitación en temas de riesgo de desastres

Capacitación en temas de riesgo de desastres	Nunca	Cada 5 años	Cada 3 años	Cada 2 años	Una (01) vez por año.
Nunca	1,000	2,000	3,000	4,000	5,000
Cada 5 años	0,500	1,000	2,000	3,000	4,000
Cada 3 años	0,333	0,500	1,000	2,000	3,000
Cada 2 años	0,250	0,333	0,500	1,000	2,000
Una (01) vez por año.	0,200	0,250	0,333	0,500	1,000
Suma	2,283	4,083	6,833	10,500	15,000
1/suma	0,438	0,245	0,146	0,095	0,067

Nota. Elaboración propia.

Matriz de normalización de pares del parámetro de capacitación en temas de riesgo de desastres

Capacitación en temas de riesgo de desastres	Nunca	Cada 5 años	Cada 3 años	Cada 2 años	Una (01) vez por año.	Vector priorización
Nunca	0,438	0,490	0,439	0,381	0,333	0,416
Escasamente	0,219	0,245	0,293	0,286	0,267	0,262
Regular	0,146	0,122	0,146	0,190	0,200	0,161
Constantemente	0,109	0,082	0,073	0,095	0,133	0,099
Totalmente	0,088	0,061	0,049	0,048	0,067	0,062

Nota. Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido para el parámetro de capacitación en temas de riesgo de desastres:

IC	0,063
RC	0,057

- Actitud frente al riesgo

Matriz de comparación de pares de actitud frente al riesgo

Actitud frente al riesgo	Fatalista	Escasamente	Parcialmente	Regularmente	Positiva
Fatalista	1,000	2,000	3,000	4,000	5,000
Escasamente	0,500	1,000	2,000	3,000	4,000
Parcialmente	0,333	0,500	1,000	2,000	3,000
Regularmente	0,250	0,333	0,500	1,000	2,000
Positiva	0,200	0,250	0,333	0,500	1,000
Suma	2,283	4,083	6,833	10,500	15,000
1/suma	0,438	0,245	0,146	0,095	0,067

Nota. Elaboración propia.

Matriz de normalización de pares del parámetro de actitud frente al riesgo

Actitud frente al riesgo	Fatalista	Desidia	Indiferente	Interesado	Positiva	Vector priorización
Fatalista	0,438	0,490	0,439	0,381	0,333	0,416
Desidia	0,219	0,245	0,293	0,286	0,267	0,262
Indiferente	0,146	0,122	0,146	0,190	0,200	0,161
Interesado	0,109	0,082	0,073	0,095	0,133	0,099
Positiva	0,088	0,061	0,049	0,048	0,067	0,062

Nota. Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido para el parámetro de actitud frente al riesgo

IC	0,037
RC	0,033

Apéndice 5. Tablas para el análisis de la dimensión económica

- Dimensión económica

Matriz de comparación de pares de la dimensión económica

Dimensión económica	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	1,000	2,000	4,000
Fragilidad	0,500	1,000	3,000
Resiliencia	0,250	0,333	1,000
Suma	1,750	3,333	8,000
1/suma	0,571	0,300	0,125

Nota. Elaboración propia.

Matriz de normalización de pares de la dimensión económica

Dimensión económica	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector priorización
Exposición	0,571	0,600	0,500	0,557
Fragilidad	0,286	0,300	0,375	0,320
Resiliencia	0,143	0,100	0,125	0,123

Nota. Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido para la dimensión económica

IC	0,009
RC	0,017

a. Exposición económica

- Ubicación de las viviendas con respecto a la quebrada

Matriz de comparación de pares de la ubicación de las viviendas respecto a la quebrada

Ubicación de viviendas con respecto a la quebrada	Muy cerca < 200 m	Cerca 200 - 300 m	Poco alejado 300 - 400 m	Alejado 400 - 550 m	Muy alejado > 550 m
Muy cerca < 200 m	1,000	3,000	5,000	7,000	9,000
Cerca 200 - 300 m	0,333	1,000	3,000	5,000	7,000
Poco alejado 300 - 400 m	0,200	0,333	1,000	3,000	5,000
Alejado 400 - 550 m	0,143	0,200	0,333	1,000	3,000
Muy alejado > 550 m	0,111	0,143	0,200	0,333	1,000
Suma	1,787	4,676	9,533	16,333	25,000
1/suma	0,560	0,214	0,105	0,061	0,040

Nota. Elaboración propia.

Matriz de normalización de pares del factor de exposición económica

Ubicación de viviendas con respecto a la quebrada	Muy cerca < 200 m	Cerca 200 - 300 m	Poco alejado 300 - 400 m	Alejado 400 - 550 m	Muy alejado > 550 m	Vector priorización
Muy cerca < 200 m	0,560	0,642	0,524	0,429	0,360	0,503
Cerca 200 - 300 m	0,187	0,214	0,315	0,306	0,280	0,260
Poco alejado 300 - 400 m	0,112	0,071	0,105	0,184	0,200	0,134
Alejado 400 - 550 m	0,080	0,043	0,035	0,061	0,120	0,068
Muy alejado > 550 m	0,062	0,031	0,021	0,020	0,040	0,035

Nota. Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenidos del proceso de análisis jerárquico del factor de fragilidad económica

IC	0,061
RC	0,054

b. Fragilidad económica

Matriz de comparación de pares del factor de fragilidad económica

Fragilidad económica	Material predominante de las paredes	Material predominante de los techos	Estado de conservación
Material predominante de las paredes	1,000	3,000	5,000
Material predominante de los techos	0,333	1,000	3,000
Estado de conservación	0,200	0,333	1,000
Suma	1,533	4,333	9,000
1/suma	0,652	0,231	0,111

Nota. Elaboración propia.

Matriz de normalización de pares del factor de fragilidad económica

Fragilidad económica	Material predominante de las paredes	Material predominante de los techos	Estado de conservación	Vector priorización
Material predominante de las paredes	0,652	0,692	0,556	0,633
Material predominante de los techos	0,217	0,231	0,333	0,260
Estado de conservación	0,130	0,077	0,111	0,106

Nota. Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenidos del proceso de análisis jerárquico del factor de fragilidad económica:

IC	0,019
RC	0,037

- Material predominante de las paredes

Matriz de comparación de pares del material predominante de las paredes

Material predominante de las paredes	Estera, madera o triplay	Adobe o tapia	Quincha (caña con barro)	Piedra con mortero de barro	Ladrillo o bloque de cemento
Estera, madera o triplay	1,000	2,000	3,000	4,000	5,000
Adobe o tapia	0,500	1,000	2,000	3,000	4,000
Quincha (caña con barro)	0,333	0,500	1,000	2,000	3,000
Piedra con mortero de barro	0,250	0,333	0,500	1,000	2,000
Ladrillo o bloque de cemento	0,200	0,250	0,333	0,500	1,000
Suma	2,283	4,083	6,833	10,500	15,000
1/suma	0,438	0,245	0,146	0,095	0,067

Nota. Elaboración propia.

Matriz de normalización de material predominante de las paredes

Material predominante de las paredes	Estera, madera o triplay	Adobe o tapia	Quincha (caña con barro)	Piedra con mortero de barro	Ladrillo o bloque de cemento	Vector priorización
Estera, madera o triplay	0,438	0,490	0,439	0,381	0,333	0,416
Adobe o tapia	0,219	0,245	0,293	0,286	0,267	0,262
Quincha (caña con barro)	0,146	0,122	0,146	0,190	0,200	0,161
Piedra con mortero de barro	0,109	0,082	0,073	0,095	0,133	0,099
Ladrillo o bloque de cemento	0,088	0,061	0,049	0,048	0,067	0,062

Nota. Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenidos del proceso de análisis jerárquico del material predominante de las paredes:

IC	0,063
RC	0,057

- Material predominante de los techos

Matriz de comparación de material predominante de los techos

Material predominante de los techos	Otro material	Madera, estera	Caña o estera con torta de barro	Calamina	Concreto de cemento
Otro material	1,000	2,000	3,000	4,000	5,000
Madera, estera	0,500	1,000	2,000	3,000	4,000
Caña o estera con torta de barro	0,333	0,500	1,000	2,000	3,000
Calamina	0,250	0,333	0,500	1,000	2,000
Concreto de cemento	0,200	0,250	0,333	0,500	1,000
Suma	2,283	4,083	6,833	10,500	15,000
1/suma	0,438	0,245	0,146	0,095	0,067

Nota. Elaboración propia.

Matriz de normalización de material predominante de los techos

Material predominante de los techos	Otro material	Madera, estera	Caña o estera con torta de barro	Calamina	Concreto de cemento	Vector priorización
Otro material	0,438	0,490	0,439	0,381	0,333	0,416
Madera, estera	0,219	0,245	0,293	0,286	0,267	0,262
Caña o estera con torta de barro	0,146	0,122	0,146	0,190	0,200	0,161
Calamina	0,109	0,082	0,073	0,095	0,133	0,099
Concreto de cemento	0,088	0,061	0,049	0,048	0,067	0,062

Nota. Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenidos del proceso de análisis jerárquico del material predominante de los techos

IC	0,063
RC	0,057

- Estado de conservación

Matriz de comparación de estado de conservación

Estado de conservación	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno
Muy malo	1,000	3,000	7,000	9,000	11,000
Malo	0,333	1,000	3,000	7,000	9,000
Regular	0,143	0,333	1,000	3,000	7,000
Bueno	0,111	0,143	0,333	1,000	3,000
Muy bueno	0,091	0,111	0,143	0,333	1,000
Suma	1,678	4,587	11,476	20,333	31,000
1/suma	0,596	0,218	0,087	0,049	0,032

Nota. Elaboración propia.

Matriz de normalización de estado de conservación

Estado de conservación	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno	Vector priorización
Muy malo	0,596	0,654	0,610	0,443	0,355	0,531
Malo	0,199	0,218	0,261	0,344	0,290	0,263
Regular	0,085	0,073	0,087	0,148	0,226	0,124
Bueno	0,066	0,031	0,029	0,049	0,097	0,054
Muy bueno	0,054	0,024	0,012	0,016	0,032	0,028

Nota. Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenidos del proceso de análisis jerárquico del estado de conservación:

IC	0,073
RC	0,065

- c. Resiliencia económica

Matriz de comparación de pares del factor de resiliencia económica

Resiliencia económica	Ingreso promedio familiar	Actividad laboral	Ocupación principal
Ingreso promedio familiar	1,000	3,000	5,000
Actividad laboral	0,333	1,000	3,000
Ocupación principal	0,200	0,333	1,000
Suma	1,533	4,333	9,000
1/suma	0,652	0,231	0,111

Nota. Elaboración propia.

Matriz de normalización de pares del factor de resiliencia económica

Resiliencia económica	Ingreso promedio familiar	Actividad laboral	Ocupación principal	Vector priorización
Ingreso promedio familiar	0,652	0,692	0,556	0,633
Actividad laboral	0,217	0,231	0,333	0,260
Ocupación principal	0,130	0,077	0,111	0,106

Nota. Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenidos del proceso de análisis jerárquico del factor de resiliencia económica:

IC	0,019
RC	0,037

- Parámetro de ingreso promedio familiar

Matriz de comparación de ingreso promedio familiar

Ingreso promedio familiar	Menor del sueldo mínimo	De 960 a 1500 soles	De 1501 a 2200 soles	De 2201 a 2860 soles	Mayor a 2960 soles
Menor del sueldo mínimo	1,000	3,000	7,000	9,000	11,000
De 960 a 1500 soles	0,333	1,000	3,000	7,000	9,000
De 1501 a 2200 soles	0,143	0,333	1,000	3,000	7,000
De 2201 a 2860 soles	0,111	0,143	0,333	1,000	3,000
Mayor a 2960 soles	0,091	0,111	0,143	0,333	1,000
Suma	1,678	4,587	11,476	20,333	31,000
1/suma	0,596	0,218	0,087	0,049	0,032

Nota. Elaboración propia.

Matriz de normalización de ingreso promedio familiar

Ingreso promedio familiar	Menor del sueldo mínimo	De 960 a 1500 soles	De 1501 a 2200 soles	De 2201 a 2860 soles	Mayor a 2960 soles	Vector priorización
Menor del sueldo mínimo	0,596	0,654	0,610	0,443	0,355	0,531
De 960 a 1500 soles	0,199	0,218	0,261	0,344	0,290	0,263
De 1501 a 2200 soles	0,085	0,073	0,087	0,148	0,226	0,124
De 2201 a 2860 soles	0,066	0,031	0,029	0,049	0,097	0,054
Mayor a 2960 soles	0,054	0,024	0,012	0,016	0,032	0,028

Nota. Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenidos del proceso de análisis jerárquico del ingreso promedio familiar

IC	0,073
RC	0,065

- Actividad laboral

Matriz de comparación de actividad laboral

Actividad laboral	Agricultura, ganadería y pesca	Empresas de servicios	Comercio al por mayor y menor	Hospedajes y restaurantes	Otros
Agricultura, ganadería y pesca	1,000	2,000	3,000	4,000	5,000
Empresas de servicios	0,500	1,000	2,000	3,000	4,000
Comercio al por mayor y menor	0,333	0,500	1,000	2,000	3,000
Hospedajes y restaurantes	0,250	0,333	0,500	1,000	2,000
Otros	0,200	0,250	0,333	0,500	1,000
Suma	2,283	4,083	6,833	10,500	15,000
1/suma	0,438	0,245	0,146	0,095	0,067

Nota. Elaboración propia.

Matriz de normalización de actividad laboral

Actividad laboral	Agricultura, ganadería y pesca	Empresas de servicios	Comercio al por mayor y menor	Hospedajes y restaurantes	Otros	Vector priorización
Agricultura, ganadería y pesca	0,438	0,490	0,439	0,381	0,333	0,416
Empresas de servicios	0,219	0,245	0,293	0,286	0,267	0,262
Comercio al por mayor y menor	0,146	0,122	0,146	0,190	0,200	0,161
Hospedajes y restaurantes	0,109	0,082	0,073	0,095	0,133	0,099
Otros	0,088	0,061	0,049	0,048	0,067	0,062

Nota. Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenidos del proceso de análisis jerárquico de la actividad laboral:

IC	0,063
RC	0,057

- Ocupación principal

Matriz de comparación de ocupación principal

Ocupación principal	Trabajador familiar no remunerado	Obrero	Empleado	Trabajador independiente	Empleador
Trabajador familiar no remunerado	1,000	2,000	3,000	4,000	5,000
Obrero	0,500	1,000	2,000	3,000	4,000
Empleado	0,333	0,500	1,000	2,000	3,000
Trabajador independiente	0,250	0,333	0,500	1,000	2,000
Empleador	0,200	0,250	0,333	0,500	1,000
Suma	2,283	4,083	6,833	10,500	15,000
1/suma	0,438	0,245	0,146	0,095	0,067

Nota. Elaboración propia.

Matriz de normalización de ocupación principal

Ocupación principal	Trabajador familiar no remunerado	Obrero	Empleado	Trabajador independiente	Empleador	Vector priorización
Trabajador familiar no remunerado	0,438	0,490	0,439	0,381	0,333	0,416
Obrero	0,219	0,245	0,293	0,286	0,267	0,262
Empleado	0,146	0,122	0,146	0,190	0,200	0,161
Trabajador independiente	0,109	0,082	0,073	0,095	0,133	0,099
Empleador	0,088	0,061	0,049	0,048	0,067	0,062

Nota. Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenidos del proceso de análisis jerárquico de la ocupación principal

IC	0,063
RC	0,057

Apéndice 6. Tablas para el análisis de la dimensión ambiental

- Dimensión ambiental

Matriz de comparación de pares de la dimensión ambiental

Dimensión ambiental	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	1,000	3,000	5,000
Fragilidad	0,333	1,000	3,000
Resiliencia	0,200	0,333	1,000
Suma	1,533	4,333	9,000
1/suma	0,652	0,231	0,111

Nota. Elaboración propia.

Matriz de normalización de pares de la dimensión ambiental

Dimensión ambiental	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector priorización
Exposición	0,652	0,692	0,556	0,633
Fragilidad	0,217	0,231	0,333	0,260
Resiliencia	0,130	0,077	0,111	0,106

Nota. Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenidos del proceso de análisis jerárquico de la dimensión ambiental

IC	0,019
RC	0,037

a. Exposición ambiental

- Cercanía de residuos sólidos (RRSS)

Matriz de comparación de pares de la cercanía de residuos sólidos

Cercanía de RRSS	Menos de 25 m	De 25 a 50 m	De 50 a 100 m	De 100 a 250 m	Mayor a 250 m
Menos de 25 m	1,000	3,000	4,000	6,000	7,000
De 25 a 50 m	0,333	1,000	3,000	4,000	6,000
De 50 a 100 m	0,250	0,333	1,000	3,000	4,000
De 100 a 250 m	0,167	0,250	0,333	1,000	3,000
Mayor a 250 m	0,143	0,167	0,250	0,333	1,000
Suma	1,893	4,750	8,583	14,333	21,000
1/suma	0,528	0,211	0,117	0,070	0,048

Nota. Elaboración propia.

Matriz de normalización de pares de la cercanía de residuos sólidos

Cercanía de RRSS	Menos de 25 m	De 25 a 50 m	De 50 a 100 m	De 100 a 250 m	Mayor a 250 m	Vector priorización
Menos de 25 m	0,528	0,632	0,466	0,419	0,333	0,476
De 25 a 50 m	0,176	0,211	0,350	0,279	0,286	0,260
De 50 a 100 m	0,132	0,070	0,117	0,209	0,190	0,144
De 100 a 250 m	0,088	0,053	0,039	0,070	0,143	0,078
Mayor a 250 m	0,075	0,035	0,029	0,023	0,048	0,042

Nota. Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenidos del proceso de análisis jerárquico de la cercanía de residuos sólidos

IC	0,066
RC	0,059

b. Fragilidad ambiental

Matriz de comparación de pares de la fragilidad ambiental

Fragilidad ambiental	Disposición de RRSS	Crianza de animales	Disposición de excretas
Disposición de RRSS	1,000	3,000	5,000
Crianza de animales	0,333	1,000	3,000
Disposición de excretas	0,200	0,333	1,000
Suma	1,533	4,333	9,000
1/suma	0,652	0,231	0,111

Nota. Elaboración propia.

Matriz de normalización de pares de la fragilidad ambiental

Fragilidad ambiental	Disposición de RRSS	Crianza de animales	Disposición de excretas	Vector priorización
Disposición de RRSS	0,652	0,692	0,556	0,633
Crianza de animales	0,217	0,231	0,333	0,260
Disposición de excretas	0,130	0,077	0,111	0,106

Nota. Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenidos del proceso de análisis jerárquico de la fragilidad ambiental

IC	0,019
RC	0,037

- Disposición de residuos sólidos

Matriz de comparación de pares de la disposición de residuos sólidos

Disposición de residuos sólidos	Desechar en cauces	Desechar en vías y calles	Desechar en botaderos	Carro recolector	Carro recolector en forma segregada
Desechar en cauces	1,000	3,000	5,000	7,000	9,000
Desechar en vías y calles	0,333	1,000	3,000	5,000	7,000
Desechar en botaderos	0,200	0,333	1,000	3,000	5,000
Carro recolector	0,143	0,200	0,333	1,000	3,000
Carro recolector en forma segregada	0,111	0,143	0,200	0,333	1,000
Suma	1,787	4,676	9,533	16,333	25,000
1/suma	0,560	0,214	0,105	0,061	0,040

Nota. Elaboración propia.

Matriz de normalización de pares de la disposición de residuos sólidos

Disposición de residuos sólidos	Desechar en cauces	Desechar en vías y calles	Desechar en botaderos	Carro recolector	Carro recolector en forma segregada	Vector priorización
Desechar en cauces	0,560	0,642	0,524	0,429	0,360	0,503
Desechar en vías y calles	0,187	0,214	0,315	0,306	0,280	0,260
Desechar en botaderos	0,112	0,071	0,105	0,184	0,200	0,134
Carro recolector	0,080	0,043	0,035	0,061	0,120	0,068
Carro recolector en forma segregada	0,062	0,031	0,021	0,020	0,040	0,035

Nota. Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenidos del proceso de análisis jerárquico de la disposición de residuos sólidos

IC	0,061
RC	0,054

- Crianza de animales

Matriz de comparación de pares de la crianza de animales

Crianza de animales	Más de 3 animales	3 animales	2 animales	1 animal	Ninguno
Más de 3 animales	1,000	2,000	5,000	7,000	9,000
3 animales	0,500	1,000	2,000	5,000	7,000
2 animales	0,200	0,500	1,000	2,000	5,000
1 animal	0,143	0,200	0,500	1,000	2,000
Ninguno	0,111	0,143	0,200	0,500	1,000
Suma	1,954	3,843	8,700	15,500	24,000
1/suma	0,512	0,260	0,115	0,065	0,042

Nota. Elaboración propia.

Matriz de normalización de pares de la crianza de animales

Crianza de animales	Desechar en cauces	Desechar en vías y calles	Desechar en botaderos	Carro recolector	Carro recolector en forma segregada	Vector priorización
Desechar en cauces	0,512	0,520	0,575	0,452	0,375	0,487
Desechar en vías y calles	0,256	0,260	0,230	0,323	0,292	0,272
Desechar en botaderos	0,102	0,130	0,115	0,129	0,208	0,137
Carro recolector	0,073	0,052	0,057	0,065	0,083	0,066
Carro recolector en forma segregada	0,057	0,037	0,023	0,032	0,042	0,038

Nota. Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenidos del proceso de análisis jerárquico de la crianza de animales

IC	0,021
RC	0,019

- Disposición de excretas

Matriz de comparación de pares de la disposición de excretas

Disposición de excretas	Sin servicio higiénico	Con letrina y arrastre hidráulico	Con letrina tipo pozo seco	Con unidad básica de tratamiento	Con instalación sanitaria concreta
Sin servicio higiénico	1,000	3,000	3,000	7,000	9,000
Con letrina y arrastre hidráulico	0,333	1,000	3,000	5,000	7,000
Con letrina tipo pozo seco	0,333	0,333	1,000	3,000	5,000
Con unidad básica de tratamiento	0,143	0,200	0,333	1,000	5,000
Con instalación sanitaria concreta	0,111	0,143	0,200	0,200	1,000
Suma	1,921	4,676	7,533	16,200	27,000
1/suma	0,521	0,214	0,133	0,062	0,037

Nota. Elaboración propia.

Matriz de normalización de pares de la disposición de excretas

Disposición de excretas	Sin servicio higiénico	Con letrina y arrastre hidráulico	Con letrina tipo pozo seco	Con unidad básica de tratamiento	Con instalación sanitaria concreta	Vector priorización
Sin servicio higiénico	0,521	0,642	0,398	0,432	0,333	0,465
Con letrina ya arrastré hidráulico	0,174	0,214	0,398	0,309	0,259	0,271
Con letrina tipo pozo seco	0,174	0,071	0,133	0,185	0,185	0,150
Con unidad básica de tratamiento	0,074	0,043	0,044	0,062	0,185	0,082
Con instalación sanitaria concreta	0,058	0,031	0,027	0,012	0,037	0,033

Nota. Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenidos del proceso de análisis jerárquico de la disposición de excretas:

IC	0,090
RC	0,081

c. Resiliencia ambiental

- Manejo de residuos sólidos

Matriz de comparación de pares del manejo de residuos sólidos

Manejo de residuos sólidos	Sin manejo	Deposita solo en envases	Selecciona orgánico e inorgánico	Reúso y compostaje	Clasificación por material
Sin manejo	1,000	2,000	4,000	6,000	8,000
Deposita solo en envases	0,500	1,000	5,000	7,000	7,000
Selecciona orgánico e inorgánico	0,250	0,200	1,000	3,000	5,000
Reúso y compostaje	0,167	0,143	0,333	1,000	3,000
Clasificación por material	0,125	0,143	0,200	0,333	1,000
Suma	2,042	3,486	10,533	17,333	24,000
1/suma	0,490	0,287	0,095	0,058	0,042

Nota. Elaboración propia.

Matriz de normalización de pares del manejo de residuos sólidos

Manejo de residuos sólidos	Sin manejo	Deposita solo en envases	Selecciona orgánico e inorgánico	Reúso y compostaje	Clasificación por material	Vector priorización
Sin manejo	0,490	0,574	0,380	0,346	0,333	0,425
Deposita solo en envases	0,245	0,287	0,475	0,404	0,292	0,340
Selecciona orgánico e inorgánico	0,122	0,057	0,095	0,173	0,208	0,131
Reúso y compostaje	0,082	0,041	0,032	0,058	0,125	0,067
Clasificación por material	0,061	0,041	0,019	0,019	0,042	0,036

Nota. Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenidos del proceso de análisis jerárquico del manejo de residuos sólidos

IC	0,080
RC	0,071

- Conocimiento de temas ambiental

Matriz de comparación de pares del conocimiento de temas ambientales

Conocimiento en temas ambientales	Sin conocimiento	Conocimiento erróneo	Conocimiento limitado	Conocimiento sin interés	Con conocimiento
Sin conocimiento	1,000	2,000	4,000	6,000	8,000
Conocimiento erróneo	0,500	1,000	2,000	4,000	6,000
Conocimiento limitado	0,250	0,500	1,000	2,000	4,000
Conocimiento sin interés	0,167	0,250	0,500	1,000	2,000
Con conocimiento	0,125	0,167	0,250	0,500	1,000
Suma	2,042	3,917	7,750	13,500	21,000
1/suma	0,490	0,255	0,129	0,074	0,048

Nota. Elaboración propia.

Matriz de normalización de pares del conocimiento de temas ambientales

Conocimiento en temas ambientales	Sin conocimiento	Conocimiento erróneo	Conocimiento limitado	Conocimiento sin interés	Con conocimiento	Vector priorización
Sin conocimiento	0,490	0,511	0,516	0,444	0,381	0,468
Conocimiento erróneo	0,245	0,255	0,258	0,296	0,286	0,268
Conocimiento limitado	0,122	0,128	0,129	0,148	0,190	0,144
Conocimiento sin interés	0,082	0,064	0,065	0,074	0,095	0,076
Con conocimiento	0,061	0,043	0,032	0,037	0,048	0,044

Nota. Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenidos del proceso de análisis jerárquico del manejo de conocimiento de temas ambientales:

IC	0,012
RC	0,010

Apéndice 7. Tablas para el análisis de las dimensiones de la vulnerabilidad

- Dimensiones de la vulnerabilidad

Matriz de comparación de pares de las dimensiones de vulnerabilidad

Dimensión de vulnerabilidad	Dimensión social	Dimensión económica	Dimensión ambiental
Dimensión social	1,000	2,000	4,000
Dimensión económica	0,500	1,000	3,000
Dimensión ambiental	0,250	0,333	1,000
Suma	1,750	3,333	8,000
1/suma	0,571	0,300	0,125

Nota. Elaboración propia.

Matriz de normalización de pares de las dimensiones de la vulnerabilidad

Dimensión de vulnerabilidad	Dimensión social	Dimensión económica	Dimensión ambiental	Vector priorización
Dimensión social	0,571	0,600	0,500	0,557
Dimensión económica	0,286	0,300	0,375	0,320
Dimensión ambiental	0,143	0,100	0,125	0,123


Nota. Elaboración propia.


Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenidos para las dimensiones de la vulnerabilidad:

IC	0,009
RC	0,017

Parámetros ponderados para el análisis del peligro

DIMENSION		FACTOR		PARAMETRO		DESCRIPTOR	
NOMBRE	PESO	NOMBRE	PESO	NOMBRE	PESO	CLASIFICACION	PESO
SUSCEPTIBILIDAD	0.6001	FACTORES CONDICIONANTES	0.600	Unidades Geomorfológicas	0.492	Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (P-at)	0.480
						Terraza indiferenciada (TI)	0.274
						Colina y lomada en roca intrusiva (RCL-ri)	0.141
						Colina y lomada en roca volcánico-sedimentaria (RCL-rvs)	0.068
						Montaña en roca intrusiva (RM-ri)	0.086
						0° - 4°	0.493
						4° - 8°	0.271
						8° - 15°	0.134
						15° - 25°	0.067
						> 25°	0.036
						Area sin vegetación	0.459
						Tejido urbano	0.259
						Vegetación discontinua	0.150
Cultivo agrícola	0.085						
Area boscosa	0.047						
Depósito aluvial	0.448						
PARAMETRO DE EVALUACIÓN	0.400	FACTOR DESENCADENANTE	0.400	Precipitación	0.633	Batolito de la Costa - Super Unidad Santa Rosa - tonalita, granodiorita	0.299
						Grupo Casma	0.140
						Acarí - diorita	0.074
						Diorita	0.039
						Extremadamente lluvioso RR > 6,0 mm	0.503
						Muy lluvioso 2.0 mm < RR ≤ 6,0 mm	0.260
						Lluvioso 1.2 mm < RR ≤ 2.0 mm	0.134
						Moderadamente lluvioso 0.6 mm < RR ≤ 1.2 mm	0.068
						Lluvia usual RR ≤ 0.6 mm	0.035
						Muy alto (ocurrencia de la inundación más de una vez al año)	0.447
						Alto (ocurrencia de la inundación una vez cada año)	0.298
						Moderada (ocurrencia de la inundación cada 2 años)	0.140
						Baja (ocurrencia de la inundación cada 3 años)	0.071
Leve (ocurrencia de la inundación cada 4 o más años)	0.044						



Gregorio Echevarría N. Graciela Campos
 INGENIERO DE SEGURIDAD
 R.J. N° 124-2018-CORPREDUJ
 COPR 114


ING. ADOLF CARMELINO ERQUINIO
 Evaluador del Riesgo originado
 por Fenómenos Naturales
 R.J. N° 047-2021 - CENEPREDUJ


Apéndice 9. Ponderación de parámetros y descriptores de la vulnerabilidad

Parametros ponderados para el analisis de la vulnerabilidad

DIMENSION		FACTOR		PARAMETRO		DESCRIPTOR	
NOMBRE	PESO	NOMBRE	PESO	NOMBRE	PESO	CLASIFICACION	PESO
SOCIAL	0.557	EXPOSICION	0.557	Grupo etéreo	1.000	De 0 a 5 años y mayores de 65 años	0.503
						De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	0.260
						De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	0.134
						De 15 a 30 años	0.068
						De 30 a 50 años	0.035
		FRAGILIDAD	0.320	Abastecimiento de Agua	0.539	No tiene	0.503
						Río, acequia, manantial o similar	0.260
						Camion cisterna u otro similar	0.134
						Pilo de uso publico	0.068
				Servicios Higienicos	0.297	Red publica	0.035
						No tiene	0.459
						Río, acequia o canal	0.259
						Pozo ciego/negro	0.150
						Letrina	0.085
						Red publica de desague	0.047
				Tipo de Alumbrado	0.164	No tiene	0.416
						Vela y Otro	0.262
						Petróleo, gas, lámpara	0.161
						Kerosene, mechero, lamparín	0.099
		RESILIENCIA	0.123	Experiencia pasada de desastres en la localidad	0.633	Electricidad	0.062
						Deficiente	0.416
						Básico	0.262
				Capacitación en temas de riesgo de desastres	0.260	Regular	0.161
						Bueno	0.099
Muy bueno	0.062						
Actitud frente al riesgo	0.106			Nunca	0.416		
				Escasamente	0.262		
				Regular	0.161		
ECONOMICA	0.320	EXPOSICION	0.557	Ubicación de Viviendas con respecto a la quebrada	1.000	Constantemente	0.099
						Totalmente	0.062
						Fatalista	0.416
						Desidia	0.262
						Indiferente	0.161
		FRAGILIDAD	0.320	Material predominante de las paredes	0.633	Interesado	0.099
						Positiva	0.062
						Muy cerca < 200 m	0.503
						Cerca 200 - 300 m	0.260
				Material predominante de los techos	0.260	Poco alejado 300 - 400 m	0.134
						Alejado 400 - 550 m	0.068
						Muy alejado > 550 m	0.035
						Estera, madera o triplay	0.416
						Adobe o Tapia	0.262
						Quincha (caña con barro)	0.161
		Estado de conservacion	0.106	Piedra con Mortero de barro	0.099		
				Ladrillo o bloque de cemento	0.062		
				Otro material	0.416		
				Madera, Estera	0.262		
		Ingreso promedio familiar	0.633	Menor del sueldo mínimo	0.531	Caña o estera con torta de barro	0.161
						Muy malo	0.531
						Malo	0.263
				De 960 a 1500 soles	0.263	Regular	0.124
						Bueno	0.054
Muy bueno	0.028						
De 1501 a 2200 soles	0.124			Mayor a 2860 soles	0.028		
				De 2201 a 2960 soles	0.054		
				Mayor a 2860 soles	0.028		



Geog. Edwin N. Gabriel Campos
EVALUADOR DE RIESGO
R.J. N° 129-2019-CENEPRED/J
COP: 114



ING. ADOLF CARMELINO ERQUINIO
Evaluador del Riesgo originado
por Fenómenos Naturales
R.J. N° 047-2021 - CENEPRED/J

Apéndice 10. Ficha de encuesta para información sobre la vulnerabilidad

FICHA PARA LEVANTAMIENTO DE INFORMACION DE VULNERABILIDAD EN CAMPO

DEPARTAMENTO: LIMA PROVINCIA: HUARAL DISTRITO: HUARAL
 CENTRO POBLADO: Huayan

		VULNERABILIDAD SOCIAL											
		EXPOSICION SOCIAL			FRAGILIDAD SOCIAL					RESILIENCIA SOCIAL			
ID	LOTE	GRUPO ETAREO	ABASTECIMIENTO DE AGUA	SERVICIO HIGIENICO	TIPO DE ALUMBRADO	EXPERIENCIA PASADA DE DESASTRES EN LA LOCALIDAD	CAPACITACION EN TEMAS DE RIESGO DE DESASTRES			ACTITUD FRENTE AL RIESGO			
		De 0 a 5 años y mayor a 65 años De 5 a 12 años y de 60 a 65 años De 12 a 15 años y de 50 a 60 años De 15 a 30 años De 30 a 50 años	No tiene Rio, acequia, manantial o similar Camion cisterna u otro similar Pilo de uso publico Red publica	No tiene Rio, acequia o canal Pozo ciego/negro Letrina	No tiene Vela y otro Petróleo, gas, lampara Kerosene, mechero, lamparin Electricidad	Deficiente Básico Regular Bueno Muy bueno	Nunca Escasamente Regular Constantemente Totalmente	Fatalista Desidia Indiferente Interesado Positivo					
1	01												
2	02												
3	03												
4	04												
5	05												
6	06												
7	07												
8	08												
9	09												
10	10												
11	11												
12	12												
13	13												
14	14												
15	15												
16	16												
17	17												
18	18												
19	19												
20	20												
21	21												

[Signature]
 Geny. Edwin N. Gabriel Campos
 EVALUADOR DEL RIESGO
 R.J. N° 129-2019-CENEPRED/J
 COP 114

[Signature]
 ING. ADOLF CARMELINO ERQUINO
 Evaluador del Riesgo originado
 por Fenómenos Naturales
 R.J. N° 047-2021 - CENEPRED/J

FICHA PARA LEVANTAMIENTO DE INFORMACION DE VULNERABILIDAD EN CAMPO

DEPARTAMENTO: LIMA

PROVINCIA: HUARAL

DISTRITO: HUARAL

CENTRO POBLADO: Huayan

ID	LOTE	VULNERABILIDAD AMBIENTAL												COORDENADAS																				
		EXPOSICION AMBIENTAL			FRAGILIDAD AMBIENTAL			RESELENCIA AMBIENTAL			CONOCIMIENTO EN TEMAS AMBIENTALES			ESTE	NORTE																			
		CERCANIA DE BRIS			DISPOSICION DE BRIS			CANTIDAD DE ANIMALES								MANEJO DE BRIS																		
Menos de 25 m	De 25 a 50 m	De 50 a 100 m	De 100 a 250 m	Mayor a 250 m	Desechar en cauces	Desechar en vías y calles	Desechar en botaderos	Carro recolector	Carro recolector en forma segregada	Más de 3 animales	3 animales	2 animales	1 animal	Ninguno	Sin servicio higiénico	Con letrina ya rastro hidráulico	Con letrina tipo pozo seco	Con unidad básica de tratamiento	Con instalación sanitaria concreta	Sin manejo	Deposita solo en envases	Selección orgánica e inorgánica	Reuso y compostaje	Clasificación por material	Sin conocimiento	Conocimiento erróneo	Conocimiento limitado	Conocimiento sin interés	Con conocimiento					
1					X																												268486	8733182
2					X																												268309	8733009
3					X																												268337	8733045
4					X																												268333	8733050
5					X																												268310	8733073
6					X																												268305	8733071
7					X																												268294	8733067
8					X																												268301	8733070
9					X																												268285	8733061
10					X																												268250	8733063
11					X																												268225	8733102
12					X																												268254	8733056
13					X																												268261	8733038
14					X																												268256	8733034
15					X																												268352	8733142
16					X																												268334	8733136
17					X																												268324	8733133
18					X																												268304	8733138
19					X																												268313	8733070
20					X																												268449	8733105
21					X																												268328	8733058

Ced. Edwin N. Gabriel Campos
EVALUADOR DE RIESGO

ING. ADOLF CARMELINO ERQUINO
Evaluador del Riesgo originado por Fenómenos Naturales
M.J. N° 047-2021 - CENEPREDU

Apéndice 11. Resultados de la encuesta sobre la vulnerabilidad dimensión social

N	Este	Norte	2. Centro Poblado	3. Grupo Etario	4. Abastecimiento de agua	5. Servicio Higiénico	6. Tipo de alumbrado	7. Experiencia pasada en desastres	8. Capacitación en temas de Riesgo	9. Actitud frente al Riesgo
1	268486	8733182	Huayan	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	Red pública	Red pública de desagüe	Electricidad	Regular	Nunca	Interesado
2	268309	8733009	Huayan	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	Red pública	Red pública de desagüe	Electricidad	Regular	Nunca	Interesado
3	268337	8733045	Huayan	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	Red pública	Red pública de desagüe	Electricidad	Regular	Nunca	Interesado
4	268333	8733050	Huayan	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	Red pública	Red pública de desagüe	Electricidad	Regular	Nunca	Interesado
5	268310	8733073	Huayan	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	Red pública	Red pública de desagüe	Electricidad	Regular	Nunca	Interesado
6	268305	8733071	Huayan	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	Red pública	Red pública de desagüe	Electricidad	Regular	Nunca	Interesado
7	268294	8733067	Huayan	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	Red pública	Red pública de desagüe	Electricidad	Regular	Nunca	Interesado
8	268301	8733070	Huayan	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	Red pública	Red pública de desagüe	Electricidad	Regular	Nunca	Interesado
9	268285	8733061	Huayan	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	Red pública	Pozo ciego /negro	Electricidad	Regular	Nunca	Interesado
10	268250	8733063	Huayan	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	Red pública	Red pública de desagüe	Electricidad	Regular	Nunca	Interesado
11	268225	8733102	Huayan	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	No tiene	Red pública de desagüe	Electricidad	Regular	Nunca	Interesado
12	268254	8733056	Huayan	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	No tiene	Red pública de desagüe	Electricidad	Regular	Nunca	Interesado
13	268261	8733038	Huayan	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	No tiene	Red pública de desagüe	Electricidad	Regular	Nunca	Interesado
14	268256	8733034	Huayan	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	No tiene	Red pública de desagüe	Electricidad	Regular	Nunca	Interesado
15	268352	8733142	Huayan	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	Red pública	Río, acequia o canal	Electricidad	Regular	Nunca	Interesado
16	268334	8733136	Huayan	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	Red pública	Río, acequia o canal	Electricidad	Regular	Nunca	Interesado
17	268324	8733133	Huayan	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	Red pública	Río, acequia o canal	Electricidad	Regular	Nunca	Interesado
18	268304	8733138	Huayan	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	Red pública	Río, acequia o canal	Electricidad	Regular	Nunca	Interesado
19	268393	8733090	Huayan	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	Red pública	Red pública de desagüe	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
20	268449	8733105	Huayan	De 15 a 30 años	Red pública	Pozo ciego /negro	Electricidad	Deficiente	Nunca	Positivo
21	268328	8733058	Huayan	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
22	268315	8733120	Huayan	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Básico	Nunca	Interesado
23	268338	8733099	Huayan	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
24	268370	8733132	Huayan	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
25	268358	8733141	Huayan	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
26	268369	8733141	Huayan	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
27	268363	8733141	Huayan	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
28	268346	8733137	Huayan	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
29	268344	8733102	Huayan	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
30	268373	8733126	Huayan	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
31	268373	8733115	Huayan	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
32	268365	8733113	Huayan	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
33	268358	8733109	Huayan	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
34	268375	8733071	Huayan	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
35	268431	8733083	Huayan	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
36	268368	8733104	Huayan	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
37	268342	8733036	Huayan	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
38	268351	8733106	Huayan	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
39	268371	8733061	Huayan	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Regular	Interesado
40	268353	8733022	Huayan	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Escasamente	Interesado
41	268334	8733085	Huayan	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Escasamente	Interesado
42	268332	8733096	Huayan	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Escasamente	Interesado
43	268346	8733090	Huayan	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Escasamente	Interesado

91	268430	8733351	Buenos Aires	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Escasamente	Indiferente
92	268387	8733272	Buenos Aires	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Escasamente	Indiferente
93	268451	8733302	Buenos Aires	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Escasamente	Interesado
94	269610	8734013	Hornillos	De 30 a 50 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Bueno	Escasamente	Indiferente
95	269521	8734042	Hornillos	De 30 a 50 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Regular	Escasamente	Interesado
96	269528	8734038	Hornillos	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
97	269524	8734035	Hornillos	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
98	269518	8734031	Hornillos	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Regular	Nunca	Interesado
99	269485	8734000	Hornillos	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Regular	Escasamente	Interesado
100	269473	8734002	Hornillos	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Regular	Escasamente	Interesado
101	269446	8733979	Hornillos	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Escasamente	Interesado
102	269607	8734112	Hornillos	De 30 a 50 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
103	269620	8734124	Hornillos	De 15 a 30 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Regular	Interesado
104	269625	8734128	Hornillos	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Regular	Nunca	Interesado
105	269637	8734137	Hornillos	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Regular	Nunca	Interesado
106	269652	8734153	Hornillos	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Regular	Nunca	Interesado
107	269681	8734165	Hornillos	De 30 a 50 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Regular	Regular	Interesado
108	269677	8734158	Hornillos	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Regular	Regular	Interesado
109	269674	8734110	Hornillos	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
110	269689	8734097	Hornillos	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
111	269684	8734040	Hornillos	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Regular	Nunca	Interesado
112	269636	8734034	Hornillos	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Regular	Interesado
113	269630	8734028	Hornillos	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Regular	Regular	Interesado
114	269594	8734026	Hornillos	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
115	269589	8734031	Hornillos	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Regular	Nunca	Interesado
116	269587	8734035	Hornillos	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Regular	Escasamente	Interesado
117	269584	8734039	Hornillos	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
118	269580	8734044	Hornillos	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
119	269576	8734050	Hornillos	De 15 a 30 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
120	269572	8734054	Hornillos	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Regular	Escasamente	Interesado
121	269569	8734057	Hornillos	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Regular	Nunca	Interesado
122	269553	8734069	Hornillos	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Regular	Nunca	Interesado
123	269549	8734065	Hornillos	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
124	269546	8734063	Hornillos	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
125	269544	8734061	Hornillos	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Escasamente	Interesado
126	269540	8734051	Hornillos	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Escasamente	Interesado
127	269540	8734058	Hornillos	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
128	269537	8734055	Hornillos	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
129	269531	8734050	Hornillos	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Regular	Interesado
130	269527	8734047	Hornillos	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Regular	Interesado
131	269532	8734044	Hornillos	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Regular	Nunca	Interesado
132	269517	8734038	Hornillos	De 15 a 30 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Regular	Nunca	Interesado
133	269512	8734034	Hornillos	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Regular	Interesado
134	269510	8734031	Hornillos	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
135	269506	8734029	Hornillos	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
136	269502	8734025	Hornillos	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
137	269509	8734024	Hornillos	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado

138	269489	8734028	Hornillos	De 15 a 30 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
139	269503	8734016	Hornillos	De 15 a 30 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
140	269497	8734012	Hornillos	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
141	269488	8734014	Hornillos	De 15 a 30 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
142	269480	8734008	Hornillos	De 15 a 30 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
143	269468	8733998	Hornillos	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
144	269463	8733995	Hornillos	De 15 a 30 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
145	269458	8733990	Hornillos	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
146	269453	8733986	Hornillos	De 15 a 30 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
147	269441	8733975	Hornillos	De 15 a 30 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
148	269436	8733971	Hornillos	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
149	269431	8733956	Hornillos	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
150	269413	8733943	Hornillos	De 15 a 30 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
151	269429	8733966	Hornillos	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
152	269572	8734091	Hornillos	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
153	269582	8734100	Hornillos	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
154	269688	8734034	Hornillos	De 15 a 30 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
155	269656	8734047	Hornillos	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado
156	269650	8734043	Hornillos	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	Pilo de uso publico	Río, acequia o canal	Electricidad	Deficiente	Nunca	Interesado

Apéndice 12. Resultados de la encuesta sobre la vulnerabilidad dimensión económica

N	2. Centro Poblado	10. Ubicación de las viviendas	11. Material de las paredes	12. Material de los techos	13. Estado de conservación	14. Ingreso promedio familiar	15. Actividad laboral	16. Ocupación principal
1	Huayan	Muy alejado > 550 m	Adobe o Tapia	Caña o estera con torta de barro	Regular	Menor del sueldo mínimo	Otros	Trabajador independiente
2	Huayan	Muy alejado > 550 m	Ladrillo o bloque de cemento	Concreto de cemento	Bueno	Menor del sueldo mínimo	Agricultura, ganadería y pesca	Trabajador independiente
3	Huayan	Muy alejado > 550 m	Ladrillo o bloque de cemento	Concreto de cemento	Bueno	Menor del sueldo mínimo	Otros	Trabajador familiar no remunerado
4	Huayan	Muy alejado > 550 m	Ladrillo o bloque de cemento	Concreto de cemento	Bueno	Menor del sueldo mínimo	Otros	Trabajador independiente
5	Huayan	Muy alejado > 550 m	Ladrillo o bloque de cemento	Concreto de cemento	Bueno	Menor del sueldo mínimo	Agricultura, ganadería y pesca	Trabajador familiar no remunerado
6	Huayan	Muy alejado > 550 m	Ladrillo o bloque de cemento	Concreto de cemento	Bueno	Menor del sueldo mínimo	Agricultura, ganadería y pesca	Trabajador independiente
7	Huayan	Muy alejado > 550 m	Ladrillo o bloque de cemento	Concreto de cemento	Bueno	Menor del sueldo mínimo	Agricultura, ganadería y pesca	Trabajador independiente
8	Huayan	Muy alejado > 550 m	Estera, madera o triplay	Madera, Estera	Regular	Menor del sueldo mínimo	Agricultura, ganadería y pesca	Trabajador familiar no remunerado
9	Huayan	Muy alejado > 550 m	Adobe o Tapia	Concreto de cemento	Bueno	Menor del sueldo mínimo	Agricultura, ganadería y pesca	Trabajador familiar no remunerado
10	Huayan	Muy alejado > 550 m	Adobe o Tapia	Caña o estera con torta de barro	Regular	Menor del sueldo mínimo	Agricultura, ganadería y pesca	Trabajador familiar no remunerado
11	Huayan	Muy alejado > 550 m	Adobe o Tapia	Caña o estera con torta de barro	Bueno	Menor del sueldo mínimo	Agricultura, ganadería y pesca	Trabajador familiar no remunerado
12	Huayan	Muy alejado > 550 m	Adobe o Tapia	Caña o estera con torta de barro	Regular	Menor del sueldo mínimo	Agricultura, ganadería y pesca	Trabajador familiar no remunerado
13	Huayan	Muy alejado > 550 m	Ladrillo o bloque de cemento	Concreto de cemento	Bueno	Menor del sueldo mínimo	Agricultura, ganadería y pesca	Trabajador familiar no remunerado
14	Huayan	Muy alejado > 550 m	Ladrillo o bloque de cemento	Concreto de cemento	Bueno	Menor del sueldo mínimo	Agricultura, ganadería y pesca	Trabajador familiar no remunerado
15	Huayan	Muy alejado > 550 m	Ladrillo o bloque de cemento	Concreto de cemento	Regular	Menor del sueldo mínimo	Agricultura, ganadería y pesca	Trabajador familiar no remunerado
16	Huayan	Muy alejado > 550 m	Quincha (caña con barro)	Caña o estera con torta de barro	Regular	Menor del sueldo mínimo	Agricultura, ganadería y pesca	Trabajador familiar no remunerado
17	Huayan	Muy alejado > 550 m	Ladrillo o bloque de cemento	Concreto de cemento	Bueno	Menor del sueldo mínimo	Agricultura, ganadería y pesca	Trabajador familiar no remunerado
18	Huayan	Muy alejado > 550 m	Quincha (caña con barro)	Caña o estera con torta de barro	Bueno	Menor del sueldo mínimo	Agricultura, ganadería y pesca	Trabajador familiar no remunerado
19	Huayan	Alejado 400 - 550 m	Ladrillo o bloque de cemento	Concreto de cemento	Regular	Menor del sueldo mínimo	Agricultura, ganadería y pesca	Trabajador independiente
20	Huayan	Alejado 400 - 550 m	Estera, madera o triplay	Calamina	Regular	Menor del sueldo mínimo	Agricultura, ganadería y pesca	Trabajador independiente
21	Huayan	Alejado 400 - 550 m	Ladrillo o bloque de cemento	Concreto de cemento	Bueno	Menor del sueldo mínimo	Otros	Trabajador familiar no remunerado
22	Huayan	Muy alejado > 550 m	Adobe o Tapia	Caña o estera con torta de barro	Regular	Menor del sueldo mínimo	Otros	Trabajador familiar no remunerado

146	Hornillos	Mayor a 250 m	Carro recolector	Ninguno	Con letrina y arrastre hidráulico	Selecciona orgánico e inorgánico	Sin conocimiento
147	Hornillos	Mayor a 250 m	Carro recolector	2 animales	Con letrina y arrastre hidráulico	Selecciona orgánico e inorgánico	Sin conocimiento
148	Hornillos	Mayor a 250 m	Carro recolector	1 animal	Con letrina y arrastre hidráulico	Selecciona orgánico e inorgánico	Sin conocimiento
149	Hornillos	Mayor a 250 m	Carro recolector	1 animal	Con letrina y arrastre hidráulico	Selecciona orgánico e inorgánico	Sin conocimiento
150	Hornillos	Mayor a 250 m	Carro recolector	2 animales	Con letrina y arrastre hidráulico	Selecciona orgánico e inorgánico	Sin conocimiento
151	Hornillos	Mayor a 250 m	Carro recolector	Ninguno	Con letrina y arrastre hidráulico	Deposita solo en envases	Sin conocimiento
152	Hornillos	Mayor a 250 m	Carro recolector	Ninguno	Con letrina y arrastre hidráulico	Deposita solo en envases	Sin conocimiento
153	Hornillos	Mayor a 250 m	Carro recolector	Ninguno	Con letrina y arrastre hidráulico	Selecciona orgánico e inorgánico	Sin conocimiento
154	Hornillos	Mayor a 250 m	Carro recolector	Más de 3 animales	Con letrina y arrastre hidráulico	Selecciona orgánico e inorgánico	Sin conocimiento
155	Hornillos	Mayor a 250 m	Carro recolector	2 animales	Con letrina y arrastre hidráulico	Deposita solo en envases	Sin conocimiento
156	Hornillos	Mayor a 250 m	Carro recolector	3 animales	Con letrina y arrastre hidráulico	Selecciona orgánico e inorgánico	Sin conocimiento

Apéndice 14. Vista panorámica del centro poblado de Huayan



Apéndice 15. Vista panorámica del centro poblado de Hornillos



Apéndice 16. Encuesta a viviendas sobre condiciones de vulnerabilidad



