

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Evaluación de riesgos de desastres por aluvión a
partir de la desglaciación del nevado Suerococha
en el distrito de Andamarca, región Junín, 2023**

Meralda Geysil Arca Sullca
Nicol Alexa Baca Yzarra
Hugo Alipio Paucar Cano

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Ambiental

Huancayo, 2024

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Edwin Natividad Gabriel Campos
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 19 de Julio de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

EVALUACIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES POR ALUVIÓN A PARTIR DE LA DESGLACIACIÓN DEL NEVADO SUEROCOCHA EN EL DISTRITO DE ANDAMARCA, REGIÓN JUNÍN 2023.

Autores:

1. MERALDA GEYSIL ARCA SULLCA – EAP. Ingeniería Ambiental
2. NICOL ALEXA BACA YZARRA – EAP. Ingeniería Ambiental
3. HUGO ALIPIO PAUCAR CANO – EAP. Ingeniería Ambiental

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 16 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores (N° de palabras excluidas: 10) SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

La firma del asesor obra en el archivo original
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

AGRADECIMIENTO

A Dios por la fortaleza que nos brindó para seguir adelante ante cualquier adversidad, nuestros padres quienes nos impulsaron y apoyaron constantemente en el desarrollo profesional y crecimiento personal; a nuestros docentes quienes nos guiaron en el proceso universitario, a nuestro asesor el Mg. Gabriel por brindarnos su capacidad y conocimiento, y por guiarnos en todo el proceso del desarrollo de la tesis.

DEDICATORIA

Dedicado con amor nuestros padres quienes con tanto esfuerzo nos apoyaron en el proceso de culminar nuestra carrera profesional, siempre estuvieron brindándonos sus consejos e inculcándonos buenos valores para hacer de nosotros cada día mejores personas.

INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	2
DEDICATORIA.....	3
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN	11
I. CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	14
1.1. Planteamiento y formulación del problema	14
1.1.1. Problema general	16
1.1.2. Problemas específicos.....	16
1.2. Objetivos.....	17
1.2.1. Objetivo general	17
1.2.2. Objetivos específicos	17
1.3. Justificación e importancia	18
1.3.1. Justificación teórica	18
1.3.2. Justificación metodológica.....	18
1.3.3. Justificación práctica	18
1.3.4. Justificación Ambiental	19
1.3.5. Importancia	19
1.4. Hipótesis y descripción de variables	20
1.4.1. Hipótesis de investigación.....	20
1.4.2. Descripción de variables	20
II. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	22
2.5. Antecedentes del problema	22
2.5.1. A nivel internacional.....	22
2.5.2. A nivel nacional	29
2.6. Bases teóricas	37
2.6.1. Gestión de riesgos de desastres (GRD).....	37
2.2.2. Peligro natural.....	49
2.2.3. Vulnerabilidad.....	54
2.2.4. Riesgos.....	56
2.2.5. Aluviones como peligro natural	60
2.3. Definición de términos básicos	62
III. CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	70

3.1.	Métodos, y alcance de la investigación	70
3.1.1.	Método general	70
3.1.2.	Método específico	70
3.1.3.	Alcance	71
3.2.	Diseño de la investigación	72
3.2.1.	Tipo de diseño de investigación	73
3.3.	Población y muestra	73
3.3.1.	Área de estudio	73
3.3.2.	Población	77
3.3.3.	Muestra	77
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	77
3.4.1.	Encuestas	77
3.4.2.	Cuestionario	78
3.4.3.	Análisis jerárquico SAATY	78
3.4.4.	Software RAMMS	78
3.4.5.	ArcGIS 10.8 como herramienta para la elaboración de mapas	79
3.4.6.	Microsoft Excel	79
3.5.	Procedimiento de la metodología	80
3.5.1.	Determinación de los escenarios del nivel de peligro	80
3.5.2.	Determinación de los niveles de vulnerabilidad	101
3.5.3.	Estimación del nivel de riesgo	120
4.	CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	122
4.1.	Nivel de peligro	122
4.1.1.	Mapa del flujo de aluvión (parámetro)	122
4.1.2.	Susceptibilidad del ámbito geográfico	124
4.1.3.	Nivel de peligro	130
4.1.4.	Mapa de zonificación del nivel de peligro	133
4.2.	Nivel de vulnerabilidad	135
4.2.1.	Cálculo del nivel de vulnerabilidad	135
4.2.2.	Mapa de zonificación del nivel de vulnerabilidad	141
4.3.	Determinación del nivel de riesgo	145
4.3.1.	Nivel de riesgo	145
4.3.2.	Mapa zonificación de riesgos	150

4.4. Medidas de prevención de riesgos de desastres	154
4.4.1. Medidas estructurales	154
4.4.2. Medidas no estructurales	158
4.5. Discusión de resultados	163
CONCLUSIONES	168
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	170
ANEXOS	176

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Operacionalización de variables</i>	21
<i>Tabla 2: Número de viviendas dentro del área de estudio</i>	77
<i>Tabla 3: Matriz de normalización – Altura de flujo de aluvión</i>	87
<i>Tabla 4: Índice y relación de consistencia – Altura de flujo de aluvión</i>	87
<i>Tabla 5: Matriz de normalización – Desglaciación</i>	89
<i>Tabla 6: Índice y relación de consistencia – Desglaciación</i>	89
<i>Tabla 7: Matriz de normalización – Factor condicionante</i>	90
<i>Tabla 8: Índice y relación de consistencia – Factor condicionante</i>	90
<i>Tabla 9: Matriz de normalización – Pendiente</i>	92
<i>Tabla 10: Índice y relación de consistencia – Pendiente</i>	92
<i>Tabla 11: Matriz de normalización – Unidades geológicas</i>	96
<i>Tabla 12: Índice y relación de consistencia – Unidades geológicas</i>	97
<i>Tabla 13: Matriz de normalización – Geomorfología</i>	101
<i>Tabla 14: Índice y relación de consistencia – Geomorfología</i>	101
<i>Tabla 15: Matriz de normalización - Dimensiones de vulnerabilidad</i>	102
<i>Tabla 16: Índice y relación de consistencia - Dimensiones de vulnerabilidad</i>	102
<i>Tabla 17: Matriz de normalización - Dimensión económica</i>	103
<i>Tabla 18: Índice y relación de consistencia - Dimensión económica</i>	103
<i>Tabla 19: Matriz de normalización – Actividad económica del jefe de hogar</i>	104
<i>Tabla 20: Índice y relación de consistencia – Actividad económica del jefe de hogar</i>	105
<i>Tabla 21: Matriz de normalización – Paredes de vivienda</i>	105
<i>Tabla 22: Índice y relación de consistencia – Paredes de vivienda</i>	105
<i>Tabla 23: Matriz de normalización – Techo de vivienda</i>	106
<i>Tabla 24: Índice y relación de consistencia – Techo de vivienda</i>	106
<i>Tabla 25: Matriz de normalización – Estado de conservación de vivienda</i>	106
<i>Tabla 26: Índice y relación de consistencia – Estado de conservación de vivienda</i>	107
<i>Tabla 27: Matriz de normalización – Ingreso promedio por vivienda</i>	107
<i>Tabla 28: Índice y relación de consistencia – Ingreso promedio por vivienda</i>	107
<i>Tabla 29: Matriz de normalización – Frecuencia de ahorro de vivienda frente a desastres naturales</i>	108
<i>Tabla 30: Índice y relación de consistencia – Frecuencia de ahorro de vivienda frente a desastres naturales</i>	108
<i>Tabla 31: Matriz de normalización – Frecuencia de empleo del jefe de hogar</i>	109

<i>Tabla 32: Índice y relación de consistencia – Frecuencia de empleo del jefe de hogar.</i>	109
<i>Tabla 33: Matriz de normalización - Dimensión social.</i>	110
<i>Tabla 34: Índice y relación de consistencia - Dimensión social.</i>	110
<i>Tabla 35: Matriz de normalización – Grupo etario.</i>	111
<i>Tabla 36: Índice y relación de consistencia – Grupo etario.</i>	111
<i>Tabla 37: Matriz de normalización – Ubicación de vivienda respecto al río Chilcamayo.</i>	112
<i>Tabla 38: Índice y relación de consistencia – Ubicación de vivienda respecto al río Chilcamayo.</i>	112
<i>Tabla 39: Matriz de normalización – Servicios de agua en la vivienda.</i>	112
<i>Tabla 40: Índice y relación de consistencia – Servicios de agua en la vivienda.</i>	112
<i>Tabla 41: Matriz de normalización – Servicios de alcantarillado en la vivienda.</i>	113
<i>Tabla 42: Índice y relación de consistencia – Servicios de alcantarillado en la vivienda.</i>	113
<i>Tabla 43: Matriz de normalización – Servicios de alumbrado en la vivienda.</i>	114
<i>Tabla 44: Índice y relación de consistencia – Servicios de alumbrado en la vivienda.</i>	114
<i>Tabla 45: Matriz de normalización – Tipo de seguro de salud.</i>	114
<i>Tabla 46: Índice y relación de consistencia – Tipo de seguro de salud.</i>	114
<i>Tabla 47: Matriz de normalización – Frecuencia de capacitación en GRD.</i>	115
<i>Tabla 48: Índice y relación de consistencia – Frecuencia de capacitación en GRD.</i>	115
<i>Tabla 49: Matriz de normalización – Organización familiar para afrontar riesgos por desastres.</i>	116
<i>Tabla 50: Índice y relación de consistencia – Organización familiar para afrontar riesgos por desastres.</i>	116
<i>Tabla 51: Matriz de normalización - Dimensión ambiental.</i>	117
<i>Tabla 52: Índice y relación de consistencia - Dimensión ambiental.</i>	117
<i>Tabla 53: Matriz de normalización – Motivo de erosión del suelo.</i>	118
<i>Tabla 54: Índice y relación de consistencia – Motivo de erosión del suelo.</i>	118
<i>Tabla 55: Matriz de normalización – Motivo de pérdida de agua.</i>	119
<i>Tabla 56: Índice y relación de consistencia – Motivo de pérdida de agua.</i>	119
<i>Tabla 57: Matriz de normalización – Ubicación del anexo respecto al río Chilcamayo.</i>	119
<i>Tabla 58: Índice y relación de consistencia – Ubicación del anexo respecto al río Chilcamayo.</i>	119
<i>Tabla 59: Matriz de normalización – Técnicas ancestrales para el aprovechamiento de recursos.</i>	120
<i>Tabla 60: Índice y relación de consistencia – Técnicas ancestrales para el aprovechamiento de recursos.</i>	120
<i>Tabla 61: Calculo de los niveles de peligro en Excel.</i>	131
<i>Tabla 62: Niveles y rangos de peligro.</i>	131
<i>Tabla 63: Estratificación del nivel de peligro por aluvión.</i>	131
<i>Tabla 64: Calculo de los niveles de vulnerabilidad en Excel.</i>	137
<i>Tabla 65: Rangos y niveles de vulnerabilidad.</i>	137
<i>Tabla 66: Estratificación del nivel de vulnerabilidad de las viviendas.</i>	138
<i>Tabla 67: Calculo del nivel de riesgo.</i>	145
<i>Tabla 68: Niveles y rangos de riesgo.</i>	146
<i>Tabla 69: Estratificación del riesgo por aluvión en viviendas.</i>	146

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Diagrama del proceso de investigación.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 2: Esquema de investigación.</i>	<i>73</i>
<i>Figura 3: Diagrama de evaluación de peligro.....</i>	<i>81</i>
<i>Figura 4: Delimitación del área de dominio en RAMMS.....</i>	<i>83</i>
<i>Figura 5: Hidrograma de entrada en RAMMS.....</i>	<i>84</i>
<i>Figura 6: Calibración de los parámetros en RAMMS.....</i>	<i>85</i>
<i>Figura 7: Datos obtenidos de la simulación con el software RAMMS.</i>	<i>86</i>
<i>Figura 8: Mapa de la simulación con el software RAMMS.....</i>	<i>86</i>
<i>Figura 9: Formación farrat deposito aluvial.</i>	<i>93</i>
<i>Figura 10: Formación grupo Copacabana.</i>	<i>94</i>
<i>Figura 11: Formación grupo mitu.....</i>	<i>95</i>
<i>Figura 12: Formación granito.....</i>	<i>96</i>
<i>Figura 13: Vertiente coluvial de detritos.</i>	<i>97</i>
<i>Figura 14: Vertiente o piedemonte coluvio–deluvial.....</i>	<i>98</i>
<i>Figura 15: Relieve de montaña y colinas en roca sedimentaria.</i>	<i>99</i>
<i>Figura 16: Relieve de colina en roca metamórfica.</i>	<i>99</i>
<i>Figura 17: Relieve de montaña con cobertura glaciar.....</i>	<i>100</i>
<i>Figura 18: Flujograma del análisis de vulnerabilidad social.</i>	<i>104</i>
<i>Figura 19: Flujograma del análisis de vulnerabilidad económica.....</i>	<i>110</i>
<i>Figura 20: Flujograma del análisis de vulnerabilidad ambiental.....</i>	<i>117</i>
<i>Figura 21:Formula para el cálculo de los niveles de riesgo.</i>	<i>121</i>
<i>Figura 22: Estimación del nivel de riesgo </i>	<i>121</i>
<i>Figura 23: Fórmula para cálculo de niveles de peligro.....</i>	<i>130</i>
<i>Figura 24: Fórmula para determinar dimensión ambiental.....</i>	<i>135</i>
<i>Figura 25: Fórmula para determinar dimensión económica.....</i>	<i>135</i>
<i>Figura 26: Fórmula para determinar dimensión social.....</i>	<i>136</i>
<i>Figura 27: Fórmula para determinar valores de Vulnerabilidad.....</i>	<i>136</i>
<i>Figura 28: División porcentual de los niveles de vulnerabilidad de las viviendas.....</i>	<i>138</i>
<i>Figura 29: División porcentual del nivel de riesgo por aluvión en viviendas.</i>	<i>146</i>

ÍNDICE DE MAPAS

<i>Mapa 1:Ubicación del área de estudio.....</i>	<i>76</i>
<i>Mapa 2: Altura de flujo de aluvión.....</i>	<i>123</i>
<i>Mapa 3: Pendiente del área de estudio.....</i>	<i>125</i>
<i>Mapa 4: Unidades geológicas del área de estudio.....</i>	<i>127</i>
<i>Mapa 5: Unidades geomorfológicas del área de estudio.....</i>	<i>129</i>
<i>Mapa 6: Niveles de peligro por aluvión en el área de estudio.....</i>	<i>134</i>
<i>Mapa 7: Vulnerabilidad de viviendas en los anexos de Huata, Andamarca y Antacalla.....</i>	<i>142</i>
<i>Mapa 8: Vulnerabilidad de viviendas en los anexos de Pucacocha, Miraflores, Matapa Y Lauca.....</i>	<i>143</i>
<i>Mapa 9: Vulnerabilidad de viviendas en los anexos de Huata y Uyo.....</i>	<i>144</i>
<i>Mapa 10: Riesgo de viviendas de los anexos de Andamarca, Huata y Antacalla.....</i>	<i>151</i>
<i>Mapa 11: Riesgo de viviendas de los anexos de Pucacocha, Miraflores, Matapa y Lauca.....</i>	<i>152</i>
<i>Mapa 12: Riesgo de viviendas de los anexos de Huata y Uyo.....</i>	<i>153</i>

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo evaluar el nivel de riesgo de desastre por posible aluvión, determinar el nivel de peligro y vulnerabilidad de las viviendas a partir de la desglaciación del nevado Suerococha dentro del distrito de Andamarca, con la finalidad de plantear y proponer medidas de prevención como parte de la reducción de riesgos de desastres; el método y tipo de investigación aplicado en el presente trabajo es científico – inductivo de naturaleza no experimental. Para la evaluación de los niveles de riesgo, peligro y vulnerabilidad se utilizó el manual del CENEPRED, y se aplicó el método multicriterio que es el proceso de un análisis jerárquico (SAATY) lo cual permitió la ponderación y la comparación del parámetro de evaluación y los factores de peligro y vulnerabilidad. Se tomó como muestra 248 viviendas encontradas dentro del área de estudio para la realización de las encuestas. Los resultados obtenidos mostraron que la zona de estudio se encuentra en un nivel de peligro muy alto, alto, medio y bajo, se logró identificar que un total de 138 viviendas están expuestas a un nivel muy alto de vulnerabilidad, 89 a un nivel alto, 11 a un nivel medio y 10 viviendas a un nivel bajo; así mismo se determinó que de las 248 viviendas, 56 se encuentran en un nivel de riesgo muy alto, 162 en un nivel alto, 26 en un nivel medio y 4 en un nivel bajo. Concluyendo que a partir de los resultados obtenidos se realicen propuestas de medidas de prevención de tipo estructural y no estructural, enfocadas a la participación colectiva e integral con el apoyo de gobernanza local y regional, para de esta forma afianzar y mejorar las capacidades de resiliencia de toda la población involucrada.

Palabras Clave: Riesgo, peligro, vulnerabilidad, aluvión, desglaciación, medidas de prevención y viviendas.

ABSTRACT

The objective of this research work is to evaluate the level of disaster risk due to possible flooding, determine the level of danger and vulnerability of homes from the deglaciation of the Nevado Suerococha within the district of Andamarca, in order to propose and propose prevention measures as part of disaster risk reduction; The method and type of research applied in this work is scientific-inductive and non-experimental in nature. For the evaluation of the levels of risk, hazard and vulnerability, the CENEPRED manual was used, applying the multi-criteria method that is the process of a hierarchical analysis (SAATY), which allowed the weighting and comparison of the evaluation parameter and the factors of danger and vulnerability. A sample of 248 dwellings found within the study area was taken for the surveys. The results obtained showed that the study area is at a Very High, High, Medium and Low danger level, it was possible to identify that a total of 138 homes are exposed to a Very High level of vulnerability, 89 to a High level, 11 to a Medium level and 10 homes to a Low level; It was also determined that of the 248 homes, 56 are at a Very High risk level, 162 at a High level, 26 at a Medium level and 4 at a Low level. Concluding that, based on the results obtained, proposals are made for structural and non-structural prevention measures, focused on collective and integral participation with the support of local and regional governance, in order to strengthen and improve the resilience capacities of the entire population involved.

Keywords: Risk, hazard, vulnerability, flooding, deglaciation, prevention measures and housing.

INTRODUCCIÓN

Se conoce que a nivel mundial, el fenómeno del cambio climático es consecuente a partir de las actividades y acciones humanas, que desencadenan en una serie de procesos que contribuyen a los altos niveles de contaminación ligadas a éstas; se enfatiza que los glaciares forman parte de un recurso vital para el abastecimiento a diversas poblaciones ya que almacenan grandes cantidades de agua al pie de estos, sin embargo el proceso del cambio climático viene afectando duramente a estos glaciares, acelerando su desglaciación; este proceso conlleva a la pérdida de cobertura glaciar abruptamente, ocasionando el desencadenamiento de avalanchas o masas de hielo que al momento de colisionar con los lagos dan al nacimiento de aluviones e inundaciones repentinas que perjudican a las áreas bajas donde se establecen grupos de comunidades.

El territorio peruano también se ve afectado por esta problemática, ya que alberga una porción significativa de cordillera de los Andes que en las últimas décadas experimentaron un proceso acelerado de desglaciación por el incremento de temperatura. Este fenómeno tiene implicaciones directas en la seguridad y bienestar de las comunidades que dependen de los recursos hídricos provenientes de los glaciares.

El trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar el nivel de riesgos de desastres por un posible aluvión a partir de la desglaciación del nevado Suerococha dentro del distrito de Andamarca, región Junín. Determinando los niveles de peligro y vulnerabilidad a partir de un análisis semicuantitativo mediante la metodología SAATY en conjunto con RAMMS y herramientas GIS para la obtención de datos y elaboración de mapas.

Se resalta la importancia de la evaluación de riesgos porque servirán como medio de información para las autoridades y pobladores locales, contribuyendo al desarrollo de

políticas y mejora continua que sean efectivas en caso de que ocurra un desastre por aluvión; asegurando de esta forma a la protección de la vida y bienestar de la población.

La investigación utilizará una metodología semicuantitativa, aprovechando la metodología SAATY para evaluar la magnitud del peligro y la vulnerabilidad asociada a la desglaciación del nevado Suerococha. Además, se emplearán herramientas avanzadas como RAMMS, que permite simular y modelar eventos de aluvión, proporcionando datos más precisos para la evaluación de riesgos. El uso de tecnologías de Sistemas de Información Geográfica (GIS) será fundamental para la obtención, análisis y representación espacial de datos, facilitando la visualización de áreas críticas y la toma de decisiones informadas.

La aplicación de este enfoque de evaluación de riesgos no solo busca proporcionar un diagnóstico preciso de la situación actual, sino que también tiene un propósito más amplio: contribuir al desarrollo sostenible de la región y asegurar la protección de la población ante posibles desastres. Al ser una herramienta de información clave, se espera que este estudio sirva, como base para, el diseño de estrategias de adaptación y mitigación, respaldando la toma de decisiones informadas en el ámbito local y nacional.

Se enfatiza la importancia de la participación comunitaria en todas las etapas de la investigación. Reconociendo el conocimiento local y la experiencia de las comunidades, se busca establecer una colaboración estrecha que no solo fortalezca la validez de los resultados, sino que también empodera a la población local. La información recopilada no solo debe ser accesible sino también comprensible para todos, permitiendo una toma de decisiones colectiva y eficaz.

En conclusión, este trabajo de investigación no solo aborda la urgente problemática de los riesgos de desastres por aluviones derivados de la desglaciación en el nevado Suerococha en Andamarca, Junín, sino que también sienta las bases para un enfoque más amplio de gestión integral de riesgos en contextos similares. La aplicación de metodologías avanzadas y la participación de la comunidad son claves para el éxito de esta investigación, que aspira no solo a entender los desafíos actuales, sino a construir un futuro.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

En todo el mundo, la actual situación del cambio climático viene generando diversas consecuencias que han estado afectando a todas las especies vegetales y animales, así mismo a todos los seres humanos, estos efectos se intensifican por los procesos de contaminación ambiental, cambios de uso de suelo que genera nuevas dinámicas territoriales por el crecimiento de ciudades, entre otros (1). Ante esto, el derretimiento de los casquetes polares y retroceso de los glaciares son llamados a considerar como manifestaciones más claras de los efectos que llega a producir éste (2). Dichas manifestaciones traen como consecuencia el nacimiento y crecimiento de lagos de origen glaciar dentro del área considerada como alta montaña, dichos estanques naturales son propensos a ser interrumpido por sucesos geológicos, sísmicos e incluso por el mismo calentamiento global; produciendo de esta forma inundaciones repentinas como resultante al desbordamiento de dichos lagos conocidos también como Glacier Lake Outburst Floods (GLOFs). Estos son considerados como eventos catastróficos por su alta peligrosidad debido a la destrucción que genera a su paso afectando potencialmente a la población, sustentos y todo su entorno. Alrededor del mundo se tienen como referencia algunos sucesos recientes, tales como, el estallido de un lago Lhonak de origen glaciar, al norte de la ciudad de Sikkim, provocando el aumento repentino del caudal del río Teesta, ocasionando inundaciones repentinas, destruyendo 6 puentes vitales para el transporte, comunicación y desaparición de al menos 30 personas; pese a las advertencias a las autoridades hace 20 años en construir una serie de represas a lo

largo del río Teesta y reformulándose a comienzos del 2023 después de la tragedia de Joshimath (3); otro acontecimiento que se considera es la catástrofe de Mattmark en Suiza el 30 de agosto de 1965, provocado a partir del deslizamiento que sufrió el glaciar Allalin, perteneciente a los Alpes suizos, liberando un flujo hiperconcentrado compuesto por rocas, morrenas, escombros, agua, y 2 millones de metros cúbicos de hielo, cobrando la vida de 88 personas que trabajaban en la construcción de la represa Mattmark (4).

El Perú no es ajeno a la problemática ya que su espacio geográfico se encuentra emplazado e influenciado por la Cordillera de los Andes, por consecuencia son caracterizados como espacios altamente accidentados. Como referencia tenemos el aluvión generado a partir del desborde de la laguna Palcacocha en la ciudad de Huaraz a finales del año de 1941, producido por el desglose de una masa de hielo; el cual provocó una avalancha que ocasionó el rompimiento de su dique constituido por morrenas; para entonces dicho desborde llegó a tener un volumen aproximado de 8 a 12 millones de metros cúbicos constituidos de agua, lodo y piedras en combinación con el agua de otra laguna; el cual llegó a arrasarse con el nuevo sector Centenario, actual Huaraz, dejando un número de más de 5 mil personas fallecidas y/o desaparecidas; la destrucción fue de tal magnitud que no se llegó a estimar con exactitud las pérdidas estructurales, una de las pérdidas más representativas del lugar fue la destrucción total del nuevo atractivo turístico de la zona el “Hotel de Turistas” construido por el gobierno central e inaugurado 5 días previos al suceso; entre otras instituciones públicas y propiedades privadas, impactando de esta forma al sector transporte, cultural, económico, turismo y arqueológico (5).

Nuestro país posee una numerosa diversidad de glaciares y nevados tropicales, que se extienden de norte a sur; los cuales abastecen a los valles interandinos con una inmensidad de recursos que incentivan la agricultura, ganadería y turismo, como es el caso de la región Junín que posee principalmente la cadena montañosa Marcavalle, donde se destaca el nevado Huaytapallana, cuyo manto glaciar viene siendo afectado severamente, y se estima que para el año 2070 desaparecerá, según el SENAHMI (6). Conviene enfatizar que el distrito de Andamarca, provincia de Concepción, departamento de Junín, también posee nevados pertenecientes a dicha cadena, es por ello por lo que se ven comprometidos a estos procesos irreversibles.

1.1.1. Problema general

- ❖ ¿Cuál es el nivel de riesgos de desastres por el posible aluvión y las medidas de contingencia a partir de la desglaciación del nevado Suerococha dentro del distrito de Andamarca, Junín, 2023?

1.1.2. Problemas específicos

- ❖ ¿Cuáles es el nivel de peligro del posible aluvión a partir de la desglaciación del nevado Suerococha dentro del distrito de Andamarca, Junín, 2023?
- ❖ ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad producido por el posible aluvión a partir de la desglaciación del nevado Suerococha del distrito de Andamarca, Junín, 2023?
- ❖ ¿Cuál es el nivel de riesgo de desastres producido por el posible aluvión a partir de la desglaciación del nevado Suerococha del distrito de Andamarca, Junín, 2023?

- ❖ ¿Cuáles serían las medidas de contingencia para la reducción de riesgos de desastres por un posible aluvión a partir de la desglaciación del nevado Suerococha dentro del distrito de Andamarca, Junín, 2023?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

- ❖ Evaluar el nivel de riesgos de desastres por el posible aluvión y plantear medidas de contingencia a partir de la desglaciación del nevado Suerococha dentro del distrito de Andamarca, Junín, 2023.

1.2.2. Objetivos específicos

- ❖ Determinar el nivel de peligro del posible aluvión a partir de la desglaciación del nevado Suerococha dentro del distrito de Andamarca, Junín, 2023.
- ❖ Determinar el nivel de vulnerabilidad producido por el posible aluvión a partir de la desglaciación del nevado Suerococha del distrito de Andamarca, Junín, 2023.
- ❖ Determinar el nivel de riesgo de desastres producido por el posible aluvión a partir de la desglaciación del nevado Suerococha del distrito de Andamarca, Junín, 2023
- ❖ Proponer medidas de prevención como parte de la reducción de riesgos de desastres ante el posible aluvión a partir de la desglaciación del nevado Suerococha dentro del distrito de Andamarca, 2023.

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Justificación teórica

La evaluación de riesgos por aluvión es vital para prevenir y reducir los efectos de este evento. La presente investigación contribuirá a comprender a la población, a identificar y analizar los peligros, vulnerabilidades y reducir los riesgos. Así mismo fortalecer las capacidades de respuesta, que estén al alcance del gobierno local y de la población posiblemente afectada.

1.3.2. Justificación metodológica

Para lograr la finalidad de esta investigación se recurre al manual vigente del organismo Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), uso de software como RAMMS, ArcGIS, planes de contingencia y herramientas digitales. Con ello se busca determinar el grado riesgo, características físicas del área de estudio, grado de población afectada, pérdidas económicas, daños a propiedad y al ambiente.

1.3.3. Justificación práctica

Debido a la falta de conocimiento e importancia que muestran las autoridades gubernamentales, respecto a la gestión de riesgos de desastres, los resultados alcanzados servirán como medio de información y soporte para implementar una mejora continua en caso de emergencias ante desastres naturales, de esta forma reduciendo significativamente el impacto del aluvión en términos de pérdidas humanas, económicas, infraestructuras; llegando a contribuir a la protección de la vida y bienestar de la población.

1.3.4. Justificación ambiental

La desglaciación, consecuencia directa del cambio climático, amenaza la estabilidad ecológica y la biodiversidad de la región. Este fenómeno impacta negativamente en los ecosistemas locales, alterando los patrones de vida de especies endémicas y desencadenando posibles cascadas ecológicas. La evaluación ambiental es esencial para comprender cómo la desglaciación afecta los recursos hídricos locales, desequilibrando y poniendo en riesgo la disponibilidad de agua para la población. La vulnerabilidad humana y la infraestructura también son críticas, ya que los aluviones pueden generar pérdidas irreparables en términos de vidas y propiedades. El análisis del ordenamiento territorial cobra importancia para mitigar el riesgo ambiental, ya que permite planificar de manera sostenible, preservando áreas críticas y reduciendo la exposición de la comunidad a posibles desastres.

1.3.5. Importancia

La evaluación de riesgos es fundamental para anticiparse a las posibles consecuencias producidas por desastres como el aluvión, los cuales llegarían a provocar graves pérdidas instantáneas, considerando como prioridad la vida humana y lo material. Por esta razón su importancia es relevante en cuanto a la identificación de zonas vulnerables y puesta en marcha las medidas de protección y prevención adecuadas.

1.4. Hipótesis y descripción de variables

1.4.1. Hipótesis de investigación

La tesis titulada "EVALUACIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES POR ALUVIÓN A PARTIR DE LA DESGLACIACIÓN DEL NEVADO SUEROCOCHA EN EL DISTRITO DE ANDAMARCA, REGIÓN JUNÍN 2023" no requiere de hipótesis debido a que su objetivo principal es realizar la evaluación de los riesgos de desastres naturales, específicamente aluviones, derivados del proceso de desglaciación. Con el fin de ofrecer recomendaciones prácticas para la mitigación y gestión de dichos riesgos dentro de la microcuenca del río Chilcamayo, en el distrito de Andamarca y áreas aledañas.

1.4.2. Descripción de variables

1.4.2.1. Variable dependiente

- Nivel de riesgos

1.4.2.2. Variable independiente

- Nivel de peligro
- Nivel de vulnerabilidad

1.4.2.3. Operacionalización de variables

Tabla 1: Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES DE MEDIDA	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE: Peligro	El peligro hace referencia a la posibilidad o probabilidad de daño, lesión, pérdida o cualquier otro tipo de consecuencia negativa que pueda ocurrir bajo ciertas circunstancias.	Parámetro de evaluación	Altura de flujo de aluvión	m	Cuantitativa continua	Intervalo
		Susceptibilidad	Factor Desencadenante: Desglaciación (Temperatura)	°C	Cuantitativa continua	Intervalo
			Factor Condicionante: Pendiente	Grados (°)	Cuantitativa continua	Intervalo
			Factor Condicionante: Geología	Tipo de estructuras	Cualitativa	Nominal
			Factor Condicionante: Geomorfología	Tipo de estructuras	Cualitativa	Nominal
VARIABLE INDEPENDIENTE: Vulnerabilidad	Es la capacidad limitada de una persona, grupo o comunidad para tolerar, adaptarse y recuperarse frente a los efectos adversos de situaciones o eventos. Puede estar relacionada con factores sociales, económicos, culturales, físicos o ambientales, y es importante tenerla en cuenta para desarrollar medidas de protección y prevención.	Vulnerabilidad social	Exposición social	Nº habitantes / distancia	Cuantitativa discreta / Cualitativa	Intervalo Nominal
			Fragilidad social	Elementos	Cualitativa	Nominal
			Resiliencia social	Elementos	Cualitativa	
		Vulnerabilidad económica	Exposición económica	Elementos	Cualitativa	Nominal
			Fragilidad económica	Elementos	Cualitativo	
			Resiliencia económica	# Soles / Elementos	Cuantitativa continuo / Cualitativa	Intervalo Nominal
		Vulnerabilidad ambiental	Exposición ambiental	Elementos	Cualitativa	Nominal
			Fragilidad ambiental	Elementos		
			Resiliencia ambiental	Elementos		
VARIABLE DEPENDIENTE: Riesgo	Es un proceso que se lleva a cabo para identificar, analizar y evaluar los riesgos de un desastre en una determinada zona geográfica. Su objetivo es proporcionar información útil y precisa que permita a las autoridades y a la población local tomar decisiones informadas sobre cómo prepararse y mitigar los efectos del desastre.	Nivel de riesgo	Cuantificación de riesgo respecto al grado de peligro y vulnerabilidad del desastre	Nivel descriptivo	Cualitativa	Ordinal
		Peligro	Cuantificación de peligro respecto al desarrollo del desastre	Nivel descriptivo	Cualitativa	Ordinal
		Vulnerabilidad	Cuantificación de vulnerabilidad de la población afectada	Nivel descriptivo	Cualitativa	Ordinal

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.5. Antecedentes del problema

2.5.1. A nivel internacional

Allen y Linsbauer (7) realizaron un artículo científico cuya finalidad fue implementar una evaluación de riesgos GLOF automatizada a gran escala dentro de un marco integrador de riesgos climáticos para llegar a reconocer factores determinantes tanto físicos como socioeconómicos. Además de llevar a cabo una evaluación más a profundidad de la situación actual, para proporcionar respuestas de alerta temprana sobre un inminente futuro peligro que conlleva a la formación de nuevos lagos, ocasionados por el retroceso de glaciares dentro del Himalaya. Para llevar a cabo “empleó un concepto integrador de riesgo climático, conocido como Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), el cual reconoce riesgos asociados a eventos físicos (amenazas) tanto del presente como futuras, que llegue a priorizar recursos para futuras investigaciones. Obteniendo como conclusiones, establecer estrategias de adaptación estatales, enfoques como la evaluación de peligros y reducción de riesgos, planificación sostenible del uso adecuado de tierras e inserción de sistemas de alerta temprana para la adaptación de nuevos desafíos dentro de los distritos de Tehsils en Himachal y demás monzones del Himalaya.

Maccarte (8) llevó a cabo una investigación cuyo propósito fue identificar los factores que incrementan el riesgo de daños causados por aluviones en la región. Además, planteó medidas para prevenir y reducir éste, así como

detectar las áreas urbanas más vulnerables. Proporcionó recomendaciones específicas para mejorar la gestión del riesgo de aluviones en la Comunidad de Antofagasta Chile. Inicialmente evaluó la vulnerabilidad frente a aluviones en dos escalas diferentes. Primero se examinó toda la zona urbana de la comuna de Antofagasta, considerando solo las manzanas censales como elementos expuestos, luego redujo el área de estudio tomando en cuenta la información disponible sobre las áreas urbanas afectadas por flujos o aluviones provenientes de las quebradas Uribe, Baquedano y El Toro, cuyas cuencas hidrográficas 0.7, 0.9 y 4.9 km² respectivamente. Como resultado, pudo comparar la vulnerabilidad de las estructuras habitacionales bajo un mismo escenario y concluyó que aquellos escenarios ubicados en el borde oriental del área, a lo largo del límite con la Cordillera de Costa, presentaba el mayor índice de vulnerabilidad.

Hung, Chinh, Quynh, Hang y Dinh (9) realizaron una investigación la cual tiene como objetivo ayudar en la gestión del riesgo de inundación mediante el desarrollo de un marco para cuantificar rápidamente la evaluación del riesgo de inundación urbana utilizando Sentinel-1 en el GEE y datos socioeconómicos utilizando técnicas de análisis espacial en GIS. Los resultados obtenidos del análisis de riesgo de inundación muestran que el impacto de las inundaciones en la ciudad de Thai Nguyen es significativo. Específicamente, 33 instituciones educativas, 04 establecimientos médicos, 116,46 ha de tránsito vial, 1406,42 ha de suelo agrícola y 762. 7 ha de suelo residencial se vieron afectadas por riesgo de inundación y se llegó a la

conclusión de que estas evaluaciones pueden ayudar a los administradores locales a prevenir y minimizar los daños, brindando la información necesaria para implementar soluciones de planificación y el uso adecuado de la tierra en el futuro.

Hernández, Barrios y Ramírez (10) realizaron un artículo de investigación científica la cual tiene por objetivo elaborar y aplicar un método de evaluación del riesgo provocado por inundaciones en una cuenca urbana. El propósito de esta investigación es facilitar la creación de proyectos que reduzcan o prevengan los perjuicios causados. Esta metodología abarca dos enfoques: uno determinista y otro paramétrico. Los resultados revelaron que el modelo determinista posibilitó la generación de mapas de riesgo que muestran los posibles daños relacionados a inundaciones, tanto por regiones como por periodos de recurrencia. El modelo paramétrico, por su parte, abordó la vulnerabilidad en términos sociales, económicos, físicos y ambientales, manejando la complejidad de los componentes que la configuran. Los autores concluyen que esta perspectiva proporciona datos adicionales que reducen la incertidumbre en la evaluación del riesgo, y que el método puede ser aplicado en cuencas urbanas afectadas por daños derivados de inundaciones.

Sevillano (11) realizó un artículo de investigación científica el cual tenía como propósito el analizar el riesgo causado por las inundaciones en Santiago de Cali, Colombia. Para llevar a cabo este estudio, se empleó el Método de Evaluación Sintetizada para Riesgo de Desastres con enfoque de

Ordenamiento Territorial (MESR). Utilizando este enfoque, se incorporaron factores de amenaza y vulnerabilidad construidos socialmente para evaluar el riesgo y determinar qué población e infraestructuras podrían verse afectadas. Los resultados señalaron que el riesgo se categoriza en 6% como alto, 38% como medio y 56% como bajo. En consecuencia, en la primera fase de una eventual ocurrencia, 34 barrios, 37.202 personas y 28 asentamientos informales podrían experimentar daños. El mapeo de las áreas de riesgo por inundación coincide con las zonas históricamente impactadas y donde reside la población más susceptible.

Quan Luna, Blahut y Camera (12) realizaron un artículo cuyo objetivo es utilizar modelos de determinación de peligros, riesgos y vulnerabilidad, los cuales consisten en emplear el run-out para obtener características físicas de los flujos de escombros tales como (velocidades, presión de impacto, profundidad, extensión) y lograr determinar los elementos expuestos que pueden sufrir impacto a través de zonas. También aplicaron el modelo numérico FLO-2D para la propagación de los flujos de detritos en 3 diferentes escenarios empleando datos geológicos y de disponibilidad de lluvias para los periodos de retorno en Tresenda, norte de Italia. Los resultados obtenidos fueron que las aplicaciones de estimación de vulnerabilidad se deben a la morfología de la pendiente y las posiciones de las edificaciones respecto a ésta. También llegaron a comprender que la pendiente es demasiada empinada por lo que no permite que la altura del flujo se incremente, por

ende, gran parte de las edificaciones se han podido encontrar dentro de las laderas empinadas. Llegando a concluir que el uso de la vulnerabilidad de la altura de flujo no es lo suficiente para realizar una suposición acerca del periodo de retorno de precipitación, causando una igualdad entre éste y el flujo de escombros. Así mismo la resolución del DEM es muy crucial para la determinación y la evaluación de los elementos expuestos.

Yanyan (13) llevó a cabo un artículo con la finalidad de evaluar riesgos mediante la implementación de un algoritmo de aprendizaje para llegar a establecer un modelo de evaluación de peligros, cuya metodología fue utilizar datos básicos como geología, imágenes de teledetección, topografía, suelo, precipitación y socioeconómicos para establecer la evaluación de peligros y vulnerabilidades aplicando el algoritmo (MLA) con su respectivo peso contribuyente. Los resultados para el análisis dentro de la cuenca del río Bilong presentan un 14.4% como alto, 35.8% y el 29.51% como muy bajo y bajo riesgo respectivamente. Concluyen que el modelo de clasificación EXTRA TREES posee una capacidad excelente para realizar predicciones espaciales a comparación de otros modelos, debido a su evaluación efectiva de flujo de escombros en cuencas de peligro muy alto. Así mismo el método CWS es efectivo en la evaluación de vulnerabilidad; el riesgo de desastre por dichos flujos en la BRB representa características particulares en ambos lados del río Bailong, presentando un 34.69% de su área de captación total.

Hahhe Kubat, Fisher, Süßer, Roter, Wehinger, Vott y Enzmann (14) desarrollaron un artículo con el objetivo de analizar los flujos de detritos de una ladera Biersdorf (Alemania) con respecto a las diversas condiciones geomorfológicas, geológicas dentro de las montañas bajas, para ello emplearon como metodología, el uso de un enfoque geomorfológico-geofísico en combinación con modelos generados por UAV y fotogrametría para identificar mecanismos de descentramiento y a activación de flujo de escombros dentro de la ladera. El modelo dio como resultado un 97% de eficiencia con respecto al área de descentramiento observado, así como la altura y la dispersión de deposición. Llegando a la conclusión que la combinación de las intensas lluvias, la presión intersticial y el fuerte interflujo logran provocar una desestabilización en la cubierta de sedimentos. Así mismo proporcionar un análisis de los flujos de escombros en las laderas provocadas por eventos asociados a lluvias intensas en las cadenas de montañas bajas debido a su potencial uso para su zonificación, ya que representan una amenaza real a nivel regional.

Li L, Ni B, Qiang Y, Zhang S, Zhao D y Zhou L (15) realizaron un artículo con el objetivo de proponer un método de evaluación de riesgo para flujos por escombros basado en una simulación de Monte Carlo y modelo de nubes mejorado en las provincias Sichuan y Yunnan cuya metodología es la fusión de pesos basado en la automatización de nubes a través de 3 funciones digitales (Expectación Ex, Entropía En e Hipermetropía He). Logrando

resultados precisos para la clasificación de riesgos, 2 de 8 y 4 de 12 cárcavas contienen niveles altos de flujo de detritos respectivamente. Concluyendo que el peso del método es considerado como una variable aleatoria y uniformemente distribuida dentro un intervalo, que puede determinar su límite con la ayuda de la fusión de pesos de estos métodos y las características del modelo nube, así mismo considerar que los SIGs, la tecnología de detención remota y demás factores presentados en el área, colaboran a una mejor visualización del grado de riesgo, afectado por el flujo de escombros.

Lin M., Gong C, Huang, H y Yang D (16) elaboraron un artículo cuyo fin fue elaborar un modelo de evaluación para estimar el grado de daño de ingeniería producido por el flujo de escombros glaciales en relación a las obras de ingeniería en el sureste de la meseta tibetana durante el 2016 y 2020, para lo cual empleó la metodología sistemática para la evaluación de daños de ingeniería, considerando la fractura, desplazamiento, erosión de la estructura de hormigón y canales de drenaje. Logrando en efecto 5 tipos de daños resultantes del cual resaltan el sedimentario 28.57%, socavación 23.81% y cárcavas 19.05% siendo significativos respectivamente. Concluyendo en que para evaluar la operatividad de la ingeniería de mitigación se requiere una investigación a profundidad del campo, así mismo que el tipo y grado daño están relacionados directamente con las condiciones de peligros geológicos, el tipo de suelo y sobre todo por la ubicación de dichas obras.

2.5.2. A nivel nacional

Valderrama y Vilca (17) llevaron a cabo el artículo con la finalidad de estudiar la dinámica, encauzamiento, comportamiento, volúmenes y turbulencia del aluvión generado a partir del desborde de la laguna 513, a partir de simulaciones llevadas a cabo con el modelo hidrológico FLO2D y sus posteriores comparaciones con datos de campo e imágenes satelitales post evento. Concluyendo de que el aluvión es catalogado como leve debido a que la turbulencia del GLOF inicial, fueron reducidos a partir de la presencia de estructuras de seguridad en el dique rocoso del lago respectivo. De lo contrario esto hubiera sido catastrófico para la ciudad de Carhuaz.

Cano (18) realizó una investigación cuyo propósito fue evaluar el grado de probabilidad de ocurrencia de un desastre en la parte baja de la cuenca del río Shullcas, ubicada en el área urbana de la ciudad de Huancayo, mediante un enfoque de simulación virtual. El objetivo era crear conciencia y prevenir a la población sobre los riesgos y efectos potenciales en caso de un desastre. Este estudio siguió las pautas del Manual de Evaluación de Riesgos proporcionado por el INDECI. Los resultados obtenidos revelaron que, de los 85 puntos evaluados, el 63.6% presentaba un nivel de peligro alto (PA) o muy alto (PMA), mientras que un 87.4% mostraba una vulnerabilidad alta (VA) o muy alta (VMA). Al analizar el riesgo total, se concluyó que, en el área urbana, el riesgo era considerado alto o muy alto en un 70.58% de los puntos

analizados. Estas conclusiones se respaldan con los efectos observados durante la simulación de un desastre utilizando el software HEC RAS.

INAIGEM (19) desarrolló una investigación con la finalidad de reconocer y evaluar los niveles de riesgo generados por una avalancha glaciar en la subcuenca del río Blanco - Santa Cruz, provincia de Huaylas, departamento de Ancash. La investigación se enfoca en analizar el rastro dejado por la avalancha, y se basa en la simulación del fenómeno natural que se origina en la laguna Arhuaycocha. Este proceso, siguió los procesos establecidos en el manual del CENEPRED. Obteniendo como resultados que, en el área evaluado, el 7.5% de las residencias presenta una vulnerabilidad considerable, mientras que el 92.5% de las viviendas presenta una vulnerabilidad moderada. En términos de estructuras, el 50% enfrenta una vulnerabilidad sumamente alta, el 17% enfrenta una vulnerabilidad alta y el 33% una vulnerabilidad moderada. Se identificó los siguientes niveles de riesgo: en lo que respecta a las viviendas, el 5% estaría expuesto a un riesgo extremadamente alto, el 6% a un riesgo alto y el 89% a un riesgo bajo. En el caso de las estructuras, los niveles de riesgo se distribuyen de la siguiente manera: 30% muy alto, 22% alto, 26% moderado y 22% bajo. Se llegó a la conclusión de que las áreas en cuestión presentan niveles de amenaza extremadamente alto y alto debido a las condiciones geográficas.

Lázaro (20) realizó una investigación con el propósito de examinar el peligro y vulnerabilidad para la gestión del riesgo de desastres en la localidad de Acopampa – Carhuaz, cuya finalidad fue fomentar la identificación, análisis y propuesta de medidas para prevenir y disminuir las circunstancias de riesgo. El resultado reveló que la presencia de dos tipos de amenazas, específicamente terremotos e inundaciones. Posteriormente, se evaluó la fragilidad física y se crearon diversos mapas temáticos que abarcan el área urbana del distrito de Acopampa. Estos mapas abordaron el análisis de peligros, vulnerabilidades y riesgos, cada uno de ellos calificado según su nivel correspondiente. A partir de estos hallazgos, se concluyó que los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo en la zona abarcan las categorías de bajo, medio, alto y muy alto.

Paucar (21) realizó una investigación con el propósito determinar los niveles de vulnerabilidad por deslizamientos de tierras en la cuenca del río San Fernando. Optando por desarrollar una metodología ya concretada por el Ministerio del Ambiente, consistiendo en realizar mediciones de cobertura vegetal, precipitación, pendiente fisiografía y litología de las áreas de estudio. Asignando una valoración numérica a cada una de las unidades ya mencionadas. Llegando a obtener conclusiones de que la vulnerabilidad que predomina es alta dentro de la cuenca del río San Fernando, además de que 10 de los centros poblados que integran el distrito de Andamarca son muy vulnerables a dichos deslizamientos debido a que se sitúan en lugares

accidentados. La cual es muy congruente debido a que las autoridades tienen un escaso interés por desarrollar medidas de prevención, frente a desastres naturales.

Asencios y Ato (22) en su tesis proponen una metodología semicuantitativa para evaluar los riesgos de desastres naturales, en el distrito de San Marcos, Ancash. Se utilizaron indicadores y criterios para evaluar el riesgo en diferentes áreas, empleando una matriz de riesgo que combina la probabilidad de eventos naturales con su impacto potencial y presenta los resultados en mapas temáticos mostrando las áreas de mayor y menor riesgo. La metodología considera la recopilación de información, la identificación de amenazas, la evaluación de vulnerabilidades y la creación de mapas de riesgo. Ofrece una visión completa de los peligros, brindando recomendaciones para la gestión y el ordenamiento del territorio. Esta propuesta puede reducir el impacto de desastres, proteger a la población y promover un desarrollo seguro y sostenible en San Marcos. Combina aspectos cualitativos y cuantitativos para una evaluación precisa del riesgo, abordando aspectos físicos, socioeconómicos y ambientales.

García (23) en su investigación propuso evaluar los riesgos en las Unidades de Propiedad Inmobiliaria Social (UPIS). Las Colinas-San Fernando y Villa Catacaos, ubicadas en el distrito de Veintiséis de Octubre, provincia de Piura, en Perú. Buscó identificar y valorar las amenazas naturales en estas zonas,

como inundaciones, deslizamientos de tierra y sismos. Esto requiere analizar los posibles peligros que podrían afectar a las comunidades y estudiar en detalle la vulnerabilidad de las UPIS ante estas amenazas. Se examinó aspectos físicos, socioeconómicos y ambientales, así como infraestructuras y condiciones de vivienda, para evaluar la resistencia y capacidad de recuperación frente a desastres. Se empleó métodos como modelos matemáticos y análisis estadísticos, para determinar la probabilidad y magnitud de eventos adversos, así como su impacto potencial. Se recopiló y analizó datos geoespaciales, como mapas, imágenes satelitales y datos socioeconómicos, junto con encuestas y entrevistas. La conclusión resumió los hallazgos, destacando las amenazas, vulnerabilidades y riesgos identificados, además de proponer recomendaciones. Se enfatizó la importancia de evaluar riesgos y tomar medidas de mitigación adecuadas para proteger a las comunidades vulnerables de los desastres naturales.

Mamani (24) en su tesis que desarrolló en la región de Puno, el objetivo fue identificar y evaluar los deslizamientos en Quebrada Jilari - Cuyocuyo, Perú, analizando causas y factores, y proponer medidas para reducir la vulnerabilidad y fortalecer la resiliencia de las comunidades. Se empleó una metodología que involucra la recopilación de información geológica y geotécnica, identificación y mapeo de deslizamientos mediante teledetección y análisis de imágenes satelitales, levantamientos de campo para obtener datos adicionales, análisis de factores causales (geología, hidrología,

precipitación y actividad humana), evaluación de vulnerabilidad de comunidades e infraestructura, y aplicación de modelos de evaluación de riesgos. La presente tesis concluye en los hallazgos sobre identificación, ubicación y causas de los deslizamientos, evaluación de la vulnerabilidad, y propondrá medidas de mitigación y gestión del riesgo. Se enfatizará la importancia de la evaluación para la prevención y gestión de riesgos, así como también se sugerirán recomendaciones.

Aguilar y Rodríguez (25) en su investigación planteó como propósito evaluar el riesgo vinculado a lluvias intensas en la Quebrada San Antonio, ubicado en el distrito de Nuevo Chimbote. Analizó la fragilidad de la población y las infraestructuras de la zona frente a estas condiciones climáticas extremas, así como identificar las estrategias de reducción de riesgos existentes y su eficacia. Se apoyó la metodología de modelos hidrológicos para simular y anticipar cómo reaccionará la Quebrada San Antonio ante lluvias intensas. Estos modelos permitieron el cálculo de los volúmenes de agua, la probabilidad de inundaciones y el peligro de deslizamientos en el área. Se basó en datos climáticos históricos y ejecutó simulaciones para considerar diversos escenarios de precipitación. Concluyendo que el distrito de Nuevo Chimbote presenta un alto riesgo de inundación y deslizamiento de tierras debido a lluvias intensas en la Quebrada San Antonio. La población y las infraestructuras son extremadamente vulnerables ante estos eventos, debido

a factores socioeconómicos y a la falta de medidas de adaptación y mitigación.

Hilario (26) en su tesis planteó como objetivo evaluar los riesgos asociados a los fenómenos naturales en el distrito de Los Olivos, analizando su impacto en la población y las infraestructuras. Utilizó el método multicriterio empleado por CENEPRED para evaluar los riesgos, precisando criterios que consideren la vulnerabilidad de la población, la exposición de infraestructuras, la capacidad de respuesta y recuperación, y la importancia económica y social de las áreas afectadas. Se realizó una evaluación de cada criterio utilizando indicadores cuantitativos o cualitativos, asignando puntuaciones o categorías. Los resultados se dieron utilizando técnicas de agregación ponderada para obtener una evaluación del riesgo en todo el distrito. Se concluye que los fenómenos naturales representan un riesgo significativo en Los Olivos, con impactos potenciales en la población y las infraestructuras. La aplicación del método multicriterio permite una evaluación integral y sistemática, identificando áreas de mayor vulnerabilidad y la necesidad de implementar medidas de mitigación y adaptación.

Callalle (27) su proyecto de investigación planteó la evaluación del grado de riesgo de calamidades en el Asentamiento Humano Lomas de Nocheto, situado en Santa Anita, Lima. Se identificaron peligros naturales y humanos, se analizó la vulnerabilidad de la población y estructuras, y se propusieron

medidas de mitigación. Se usó una metodología con datos geográficos, socioeconómicos y registros de desastres. El asentamiento enfrenta riesgos significativos que requieren acciones para reducir su impacto. La gestión del riesgo en zonas urbanas periféricas es desafiante debido a limitaciones socioeconómicas y falta de infraestructura, exigiendo un enfoque integral y colaborativo para garantizar la seguridad de la comunidad. Concluyendo que el Asentamiento Humano enfrenta diversos riesgos de desastres, tanto naturales como antropogénicos, que pueden tener un impacto significativo en la población y las infraestructuras, la evaluación del riesgo de desastres permite identificar las áreas más vulnerables y las principales acciones de gestión del riesgo que deben implementarse para reducir dicho riesgo en zonas urbanas periféricas.

Ccopi, Barzola, Ruiz, Ortega, Gabriel y Cordova (28) realizaron una investigación con el propósito de evaluar el riesgo de inundaciones en comunidades ubicadas en los Andes peruanos y proponen una metodología semicuantitativa para prevenir desastres. El estudio se llevó a cabo en tres comunidades andinas peruanas: Huancayo, Huancavelica y Ayacucho. Estas áreas son propensas a inundaciones debido a la presencia de ríos y a la variabilidad climática. La metodología utilizada en el estudio combina información cualitativa y cuantitativa para evaluar el riesgo de inundaciones. Se recopilaron datos sobre la vulnerabilidad de las comunidades, la exposición a las inundaciones y la capacidad de respuesta ante desastres.

Estos datos se analizaron y se asignaron valores numéricos para obtener una evaluación semicuantitativa del riesgo. Los resultados del estudio mostraron que las comunidades evaluadas presentan un alto riesgo de inundaciones. La vulnerabilidad de las viviendas, la falta de infraestructura adecuada y la falta de conciencia sobre los riesgos son algunos de los factores que contribuyen a este riesgo. El artículo concluye que la evaluación del riesgo de inundaciones es fundamental para la prevención de desastres.

2.6. Bases teóricas

2.6.1. Gestión de riesgos de desastres (GRD)

Procesos sociales que tienen como principal objetivo prevenir, disminuir y mantener bajo control los elementos de riesgo de desastres en la comunidad. Además, se busca garantizar la adecuada preparación y respuesta en caso de situaciones catastróficas, considerando las políticas nacionales, en particular aquellas relacionadas con la economía, el entorno ambiental, la seguridad, la condición del país y su territorio, así como la defensa, con un enfoque sostenible. Estos procedimientos se fundamentan en indagaciones científicas y el análisis de datos para guiar las políticas, estrategias y medidas a tomar a nivel gubernamental y social. El propósito es proteger tanto la vida de los individuos como el patrimonio de comunidades y naciones, involucrando a todas las esferas de gobierno y a la sociedad en su conjunto (29).

2.6.1.1. GRD en el mundo

Los desastres, ya sean de origen natural o causados por el ser humano, resultan en la pérdida de vidas y causan daños a los ecosistemas. El costo necesario para llevar a cabo las labores de reconstrucción se ve afectado negativamente debido al agotamiento de la economía, los daños a la infraestructura, el cierre de empresas, la disminución de los ingresos fiscales y el aumento de los niveles de pobreza. Según información actualizada proporcionada por la aseguradora Munich Re, se estima que las pérdidas económicas ocasionadas por desastres naturales en 2022 alcanzaron los 270 mil millones a nivel mundial, siendo el huracán Lan uno de los factores que contribuyó a este incremento (30).

En función a los últimos cinco años (2017 a 2021, el menoscabo según inflación) fue de 270 mil millones. Desde 1980, a nivel mundial, los desastres que se suscitó naturalmente han provocado el deceso de más de 2.5 millones de personas. El total de daños sumó cerca de un 350%, de 52000 millones al año en la década de 1980 a 232000 millones en los primeros tres años de la década de 2020 (30).

Un desastre suele tener un impacto desigual en diferentes grupos de personas. Los niños, las mujeres, las niñas, los ancianos, las personas con discapacidad, los pueblos indígenas y las comunidades marginadas son especialmente afectados de manera

desproporcionada por los desastres, sobre todo en países de bajos recursos económicos (30).

Varios países lograron considerables avances en la gestión del riesgo de desastres, pasando de una idea tardía a un mayor enfoque en la prevención y preparación para conmociones, reduciendo la pérdida de vidas y mitigando parte del impacto económico. Si bien se ha logrado un progreso considerable, el fortalecimiento de la preparación para casos de desastre y una mejor prevención y adaptación al cambio climático siguen siendo desafíos importantes para lograr el desarrollo sostenible (30).

2.6.1.2. GRD en el Perú

Los peligros de origen natural que generan desastres en el Perú están íntimamente ligados a su ubicación y a las características geográficas que la definen. Su posición en la región conocida como el "Cinturón de Fuego del Pacífico" se distingue por una alta actividad sísmica. Del mismo modo, en las zonas tropicales y subtropicales, el país se expone a climas variables que en su mayoría desencadenan eventos catastróficos.

La elección inadecuada de ubicaciones, así como el desarrollo de actividades socioeconómicas y culturales sin un enfoque adecuado en la gestión del riesgo de desastres, generan peligros como incendios, contaminación, epidemias, entre otros. Esto conlleva a un

aumento en la vulnerabilidad debido a la exposición, la precariedad y la falta de resiliencia (31).

Los acontecimientos de gran impacto alrededor de los últimos 40 años, en el Perú, según INDECI son:

- El terremoto acontecido en Ancash el 31 de mayo de 1970, se evaluó 67 mil cadáveres, 150 mil lesionados, 1 millón 500 mil perjudicados, ocasionando daños por un valor aproximados de 800 millones. Por aquel acontecimiento se dio origen a la creación de la Defensa Civil del Perú en el año 1972 (31).
- Fenómeno El niño del 1982 a1983, este evento calamitoso que dañó a los departamentos en la zona norte con tormentosas lluvias e inundaciones y con sequias en la zona sur del país. Este suceso registró 512 cadáveres, 1 millón 907 mil 720 damnificados, esto ocasionó un declive en la economía del país, lo cual cayó un 12%. Los gastos calculados por la CAF en base a cifras de CEPAL fue en 3 millones 283mil dólares (31).
- La inundación de los 2011 y 2012 producidas en la sierra y selva del Perú, las zonas afectadas fueron Ucayali y Loreto respectivamente, el 2011 en Ayacucho, 2004 y 2010 en Puno, 2007 en Junín y en el 2006 en San Martín (31).

2.6.1.3. Contexto histórico

A. Marco Yokohama

Es la primera Conferencia Internacional llevada a cabo la región de Yokohama, Japón; el 27 de mayo de 1994; reunión constituida por 138 países de todas partes del mundo, para discutir estrategias, medidas de prevención, mitigar los efectos de los desastres naturales y plantear un plan de acción. Resaltando el compromiso de cada país en responsabilizarse en la implementación de nuevas estrategias para la mitigación y prevención riesgos por desastres naturales que conlleven a fortalecer la resiliencia de las comunidades afectadas (32).

B. Marco de acción de Hyogo

Segunda Conferencia Mundial desarrollada en Kobe – Hyogo – Japón; el 18 de enero de 2005; uno de los puntos más relevantes a tomar en cuenta en la conferencia fue el aumento de la resiliencia de dichas naciones ya conformadas en Yokohama y sus comunidades, ante el desarrollo de desastres naturales (biológico, geológico, hidrometeorológico). Abarcando de forma excepcional en promover enfoques estratégicos y sistemáticos que ayuden a reducir la vulnerabilidad, peligros/amenazas y riesgos que lleguen a presentar los desastres. Igualmente, se busca promover el establecimiento y

el fortalecimiento de entidades frescas como medios para potenciar la habilidad de adaptación frente a dichos riesgos (33).

C. Marco Sendai

Tercera Conferencia de las Naciones Unidas llevada a cabo en Sendai, Japón; el 18 de marzo del 2015; donde se estableció prioridades tales como; invertir en la reducción del riesgo por desastres para una mejor resiliencia, fortalecer la gobernabilidad con enfoque en los riesgos de desastres para una mejora continua y adoptar medidas de preparación de todos los involucrados, frente a desastres, mejorando su reconstrucción, rehabilitación y recuperación, en futuros cercanos (34).

2.6.1.4. Marco legal

A. Política de estado N.º 32 “Gestión del Riesgo del Desastres”.

Su objetivo central radica en reforzar la administración de peligros catastróficos en la nación. Su propósito es estimular una mentalidad preventiva y la habilidad de gestionar crisis a través de la colaboración entre diversas esferas y niveles gubernamentales. Esto se realiza con la meta de resguardar la salud, supervivencia y bienestar de los individuos, así como preservar tanto los recursos públicos como los privados (35).

B. Ley N°29664 – SINAGERD

Es un sistema interconectado de múltiples instituciones que colaboran de manera coordinada y descentralizada, con la

participación activa de diversas partes interesadas. Su objetivo principal es reconocer y disminuir los peligros relacionados con las amenazas, o atenuar su influencia, al mismo tiempo que se previene la aparición de nuevas amenazas. Esto se logra mediante la formulación de directrices de manejo, principios de acción, componentes esenciales, procedimientos y herramientas operativas. La norma es de carácter obligatorio para todas las entidades y organizaciones públicas en todos los niveles gubernamentales, empresas privadas y la población en general. La entidad encargada de regular este sistema es la PCM (29).

C. Decreto supremo N° 048-2011-PCM, La normativa que valida la ley 29664 tiene como finalidad establecer directrices para la ejecución de los elementos, trámites y etapas; así como para definir las funciones de cada entidad que participe en el sistema (36).

D. Ley N° 30556. Establece las medidas excepcionales que el gobierno puede tomar en respuesta a situaciones de emergencia, y establece la formación de la entidad encargada de la reconstrucción con modificaciones. Su propósito es llevar a cabo y poner en marcha estrategias para la recuperación, remodelación y construcción de instalaciones de carácter público, además de revitalizar la actividad económica (37).

- E. Decreto supremo N° 003-2019-PCM.** Su propósito es definir las normativas derivadas de la Ley 30556 con el fin de supervisar el avance de los elementos presentes en el plan global de reconstrucción con modificaciones (38).
- F. Decreto supremo N°115-2022-PCM,** por medio de votación del Consejo de Ministros, se aprobó el PLANAGERD 2022-2030 como instrumento del SINAGERD. Cada nivel de gobierno local y regional debe implementar el plan con responsabilidad, actualizando y alineando sus instrumentos de acuerdo con la normativa vigente. Los entes encargados de coordinar, facilitar y supervisar el cumplimiento son: Consejo de ministros, CENEPRED e INDECI (39).
- G. Decreto supremo N.º 038-2021-PCM,** La presidencia del consejo de ministros aprobó la estrategia nacional de manejo de amenazas catastróficas hasta el año 2050, desempeñando el papel principal en la supervisión del SINAGERD como entidad directriz (39).
- H. Ley N° 28551,** Su propósito radica en definir el proceso destinado a llevar a cabo la creación de los planes de respuesta ante emergencias en concordancia con los metas y enfoque del Plan Nacional de Prevención y Respuesta ante Catástrofes (40).

2.2.1.5. Componentes y procesos de la GRD

A. Los componentes que comprenden la gestión de riesgos del desastre son:

- **G. Prospectiva**, En este contexto, se organiza y ejecuta una serie de medidas con el propósito de evitar y anticiparse a un posible peligro futuro, el cual podría surgir como consecuencia del incremento en las inversiones o iniciativas por venir (29).
- **G. Correctiva**, se llevan a cabo acciones premeditadas con la finalidad de corregir y reducir el riesgo potencial presente (29).
- **G. Reactiva**, medidas y pasos destinados a hacer frente a las situaciones catastróficas causadas por una amenaza próxima o por la manifestación del riesgo (29).

B. Las fases mediante las cuales se alcanzan la elaboración de planes, la coordinación, supervisión y gestión de las tareas y operaciones son:

- **Estimación del riesgo:** Comprende acciones y procedimientos realizados para originar conocimientos de peligro, estudiar la vulnerabilidad y establecer niveles de riesgo que permitirán tomar decisiones en la GRD (36). Sus subprocesos son:
 - o Directrices y regulaciones

- Involucramiento comunitario
 - Crear comprensión sobre peligros y/o amenazas
 - Evaluar la susceptibilidad
 - Estimación de riesgos
 - Divulgación
- **Prevención del riesgo:** Son acciones orientadas a evitar que nuevos riesgos se generen en la sociedad entorno a la gestión del desarrollo sostenible (36). Alcanza los siguientes subprocesos:
- Normas y lineamientos
 - Planificación preventiva
 - Participación de la comunidad
 - Indicador preventivo
 - Financiar la prevención
 - Anticipación mediante planificación en ámbitos territoriales y sectoriales
 - Prevención a través de normas urbanas y de construcción
 - Controlar y evaluar
- **Reducción del riesgo:** Son acciones realizadas para reducir la vulnerabilidad y el riesgo existente dentro de la gestión del desarrollo sostenible (36). Los subprocesos que comprende son:
- Pautas y directrices

- Análisis y acción
- Involucramiento comunitario
- Examinar iniciativas y proyectos
- Supervisión y datos
- Estrategizar la participación
- Planificación completa, coordinada e integrada
- Manejar recursos
- Ejecutar la disminución del peligro
- Monitoreo y revisión

- **Preparación:**

Se ejecutan actividades de planificación, organización comunitaria y gestión efectiva de las autoridades regionales y locales encargadas de la asistencia y auxilio. Se implementa la alerta temprana y otros recursos para prever y reaccionar de manera competente frente a una situación de catástrofe o amenaza inminente. El objetivo es lograr una respuesta óptima en todos los niveles gubernamentales y entre la comunidad (36). Comprende los siguientes subprocesos:

- Informar sobre los escenarios
- Planeamiento
- Ampliación de aptitudes para la reacción
- Administración de recursos para la reacción

- Preaviso y supervisión anticipada
- Divulgación de información y concienciación pública
- **Respuesta:** Compuesta por medidas y tareas que se llevan a cabo en respuesta a un desastre o emergencia reciente (36).
Contiene los siguientes subprocesos:
 - Dirigir y sincronizar la gestión de la crisis o emergencia
 - Evaluación de la operación
 - Rescate y búsqueda
 - Brindar atención médica
 - Comunicaciones
 - Gestión logística durante la respuesta
 - Ayuda humanitaria
 - Movilización
- **Rehabilitación:** Medidas que conducen a la restauración de los servicios esenciales y al comienzo de la reparación de los perjuicios ocasionados en términos sociales, físicos, económicos y ambientales en la región impactada por el desastre o situación de emergencia. Hay una interconexión entre el procedimiento de reacción y la reedificación (32).
Consiste en las siguientes etapas:
 - Recuperar los servicios esenciales y la infraestructura pública

- Reestablecer gradualmente las formas de sustento
 - Mantener la continuidad de los servicios
 - Involucrar al sector empresarial
- **Reconstrucción:** Se trata de medidas realizadas con el propósito de instaurar bases sostenibles de crecimiento en las zonas impactadas, con el fin de disminuir la vulnerabilidad previa a los desastres. Esto asegura la recuperación en términos sociales y físicos, así como el restablecimiento económico (36). Los principales subprocesos son:
- Definir el esquema institucional
 - Diseñar mecanismos técnicos y legales
 - Evaluar el impacto
 - Desarrollar la información
 - Priorizar las intervenciones
 - Planificación participativa
 - Inventario de las infraestructuras dañadas
 - Información pública
 - Seguimiento y evaluación

2.2.2. Peligro natural

Este conforma procesos relacionado en su totalidad con la existencia de fenómenos climáticos y meteorológicos ya sean extremos o severos, que al generar destrucción de las vidas humanas y sus medios para subsistir, se convierten en desastres naturales, aclarando que pueden manifestarse en todo

el mundo. Frente a eso la sociedad debe de enfocarse en su planificación para evitar su ocupación, de lo contrario se verían expuesto.

2.2.2.1. Susceptibilidad

Enfocando al ámbito geográfico como escenario, siempre existirá la idea de realizar una predisposición ya sea menor o mayor de que pueda ocurrir un evento resultante a partir de dos factores, ese mismo que va a contribuir favorablemente o no al desarrollo de los peligros de origen natural, cabe resaltar que son parámetros propios al área de estudio, por lo general están distribuidos en hidrología, edafología, fisiografía, geomorfología y geología; teniendo en cuenta de que estos son condicionantes. Además de ello existen otros que llegan a provocar eventos asociados a un lugar en específico, como las lluvias, actividad volcánica, explotación de recursos naturales; por lo general expresados en hidrometeorológicos, geológico e inducido por el humano respectivamente (41). Es por eso por lo que el estudio del comportamiento de estas amenazas es de suma importancia.

2.2.2.2. Clasificación

Esta depende de su vinculación.

A. Peligros geológicos

Por lo general son ocasionados por procesos geológicos, propios de la tierra; cabe resaltar el movimiento de placas tectónicas como el más representativo. Además, esta conforma otros tipos

de eventos tales como. Los movimientos de ladera, detritos, masas de rocas o de la propia tierra por efectos de gravedad, con rasgos muy peculiares resaltando la saturación de materiales, el grado de deformación que está presente en su cuerpo; algunos de ejemplos representativos tenemos a la avalancha de nieve o llamado alud, deslizamientos, reptación y los muchos flujos de (detritos, tierra, lodo, hiperconcentrado y avalancha de rocas). También están los llamados eventos provocados por actividad volcánica, cuyo excedente fundido asciende hacia la superficie terrestre perjudicando todo a su paso, algunos de ellos son (caída de cenizas, lava y gas volcánico). Y uno de los peligros más reconocidos mundialmente son los de interacción de fuerzas entre placas tectónicas llegando a provocar sismos y/o tsunami dependiendo de su epicentro (42).

B. Peligros hidrometeorológicos y/u oceanográficos

Se afirma que en este apartado se haya todo tipo de fenómenos consecuentes a las intensas precipitaciones que se logran manifestar por varias horas o incluso días, provocando inundaciones repentinas en llanuras o valles interandinos producto a la crecida de ríos. Llamemos por así anomalías, éstas se encuentran relacionadas al Fenómenos del Niño. Del otro lado también se hayan las sequias y heladas, generados a partir de la reducción de la temperatura del ambiente (debajo de cero)

y a la inexistencia de precipitaciones prolongadas respectivamente (42).

2.2.2.3. Fenomenología de peligros naturales en el Perú

Para tener un mejor alcance sobre los peligros en el Perú, se debe de entender primero su clasificación, ya sea de origen natural o antropológico. Innumerables de estos acontecimientos no pueden ser neutralizados, esto se debe a la forma en cómo se origina, pero en otros si existe una posibilidad de poder llegar a controlarlos. Estos fenómenos se han estado manifestando en la última década con mayor presencia, como el denominado terremoto de los 70 o tragedia de Yungay, uno de los más destructivos en su clase que haya sido registrado en el país. Provocado por un sismo de magnitud de 7.8 en la escala de Richter y un aluvión al lado nororiente del nevado Huascarán ocasionando muertes y desapariciones ascendiendo por encima de los 100000, además de afectar severamente las líneas de comunicación dentro de las regiones de Ancash, Huánuco, La Libertad y parte norte de Lima (43). Otro evento de similar grado de magnitud es el terremoto ocurrido en la región de Ica por el 2007, dejando un saldo de 549 fallecidos. Pero si cerca de las cien mil viviendas y 431 mil damnificados.

Otras anomalías presentadas en el litoral peruano son los tsunamis, en junio del 2001 ocurrió en las provincias que se encuentran en la parte costa de Arequipa un tsunami de entre 5 a 20 m de altura,

afectando significativamente a toda la población aledaña de dicha región. En el caso de referirnos a la región de la sierra peruana tenemos con mayor presencia a los aluviones o huaicos por así decirlo según una terminología peruana en quechua. Estos son originados en su pluralidad en épocas de invierno, donde las lluvias se llegan a desarrollarse con mayor intensidad, provocando su propagación y generación de inundaciones a lo largo de las cuencas hidrográficas, este último asentado en la región de la selva. Así mismo estos desencadenan la aparición de derrumbes producto de la interacción de varios factores como la gravedad, alta filtración o escasa cobertura vegetal entre otros. De la misma forma se presencia peligros por cambios de temperaturas extremas, como la helada, granizada, nevada en caso del frío; las inmensas olas de calor y sequías por temperaturas contrarias a esta.

Cabe resaltar que también existen peligros originados a partir del desarrollo de actividades del humano, entre los que destacan en el sector de la agricultura, el rose o preparación de terreno previo al sembrío de algún producto, llegando a ocasionar un incendio forestal que, si no se llega a controlar a tiempo, afectaría severamente al medio natural que lo rodea. En cuanto a al sector de transporte se puede hallar casos representativos como el derrame, producido por algún incidente durante la ruta, este mismo afectando de forma

directo a componentes, como agua, suelo, aire y a seres humanos, dependiendo de su naturaleza.

2.2.3. Vulnerabilidad

Se refiere al grado de perjuicio de un componente dado o a la agrupación de estos componentes de riesgo, que son muestra del resultado ante la presencia de un fenómeno natural o peligro ambiental de determinada importancia, INDECI (44). Por lo general se engloba a la población de estudio.

2.2.3.1. Dimensiones

A. Física

Es de gran importancia, ya que está relacionado de forma directa con el diseño de las viviendas, establecimientos de servicios de educación, salud, entidades públicas o actividades económicas (industria, comercio), e infraestructura de abastecimiento de servicios como pistas, puentes, canales de irrigación, centrales hidroeléctricas; para acomodarse frente a las consecuencias del peligro. Claro que teniendo en cuenta las características de suelo y materiales empleados durante su construcción, ya sea manual o mecanizada (45).

B. Social

Enfatiza a la población involucrada en analizar el grado de organización y participación que mantienen en colectivo para garantizar la acción de prevenir y responder durante el desarrollo de consecuencias de un desastre. Impulsando nuevos

propósitos, coherencia, participación, autonomía y trascendencia con el fin de enfatizar en nociones de resiliencia (46).

C. Económica

Referido a la capacidad que conforma el acceso de la población hacia un centro poblado determinado que ofrezca activos económicos como (servicios, infraestructura, oportunidades de empleo), frente a un desastre. Por lo general esta información se encuentra disponible en los sitios web de FONCODES, INEI; cabe resaltar que la población pobre es el más vulnerable por sus bajos ingresos económicos (45).

D. Ambiental

Guarda una relación directa entre población e instituciones y/o empresas que recurren al cómo utilizar los recursos que suministra el capital natural ubicado en el área de interacción directa del peligro, considerando la susceptibilidad y predisposición intrínseca que ofrece este medio ante un perjuicio o pérdida (47).

2.2.3.2. Factores

A. Exposición

En algunos casos este factor no es tomado en consideración respecto a modelos de evaluación de riesgo, por ende, está referido al conjunto de bienes o recursos a cuidar que pueden

llegar a ser afectados por la aparición de un peligro. Debe considerarse un estudio exhaustivo de este, teniendo en cuenta múltiples escenarios posibles que contengan una variabilidad diaria, estacional o anual (48).

B. Fragilidad

Centrado principalmente en las condiciones de debilidad y desventaja que presenta los seres humanos y todos sus medios de subsidio frente a un peligro. También se encuentra asociado a la capacidad que tiene la sociedad civil y el estado para enfrentar algún conflicto con suma legitimidad y efectividad (49).

C. Resiliencia

Se muestra enfocado al factor humano tales como las personas, grupos familiares, la agrupación de las comunidades, entidades gubernamentales privadas y/o públicas, estructuras físicas y actividades que velan por el desarrollo económico; que posean atributos para adaptarse, resistir, asimilar, recuperarse e incrementar su aprendizaje, teniendo en frente una amenaza o peligro inminente.

2.2.4. Riesgos

Es llamado también a la combinación que existe entre la probabilidad de que llegue a ocurrir un evento y a sus efectos negativos. Por ende, es definido en

función de la unión de amenaza, exposición y Vulnerabilidad según UNISDR (50).

2.2.4.1. Evaluación de riesgos

Se denomina así a la composición de tres tipos de procesos: primeramente, enfocada en la búsqueda, reconocimiento y descripción de riesgo como tal. Seguido por la comprensión de su naturaleza, origen y determinación de las causas para luego estimar el riesgo que comprende, ISO 31000 (51).

2.2.4.2. Instrumentos de evaluación

A. Metodología CENEPRED

Metodología que tiene la finalidad producir conocimientos que comprenda la estratificación de los niveles de peligro, vulnerabilidad, riesgo y su respectiva zonificación en áreas geográficas que se encuentren expuestas ante un peligro natural, mediante la aplicación de un análisis jerárquico con su propia ponderación e importancia a través de información cuantitativa y cualitativa. Para luego utilizar estos resultados como medidas de prevención, reducción y/o documento sustentatorio a favor de la población y entidades públicas como los gobiernos que ayuden a establecer una mejor decisión y gestión de riesgo (52).

B. Sistema de información geográfica (SIG)

Esta herramienta facilita la identificación de zonas vulnerables a los diversos peligros naturales por medio de la elaboración de

mapas representativos de riesgos que aceleren el desarrollo de toma de decisiones por medio de la integración de factores como la existencia de amenazas y diferentes vulnerabilidades, categorizándolos respectivamente según sus características. Para ello es de suma importancia la disponibilidad de datos históricos (53).

2.2.4.3. Metodologías aplicadas en el mundo

A. Quantitative risk assessment (QRA)

Definida en una función que resulta ser la multiplicación de variables como el escenario del peligro, la probabilidad de que suceda algún evento, la cuantificación en general de todos los elementos expuestos en riesgo dentro del escenario y la vulnerabilidad de los elementos de riesgo en el lugar específico. Para su mayor representación de riesgo, esta debe ser aplicada en al menos 6 escenarios, además de que estos deben de ser de diferentes periodos de retorno. Así mismo analizado posteriormente en GIS, FEMA (54).

B. Event-tree analysis (ETA)

Por lo general ejecutado en peligros ocurridos en serie de cadenas o también llamados como peligros concatenados; ya que este puede realizar una serie de análisis a la combinación y probabilidades que ocurran de forma asociada o vinculados

entre sí; su implementación espacial es una desventaja debido a los escasos de datos (54).

C. Risk matrix approach (RMA)

Ante la presencia de riesgos muy complejos y con escasos de enfoque numérico, surge la evaluación de éste, mediante la implementación de matrices del riesgo como tal o las que son denominadas como frecuencia de consecuencias (CFM), facilitando de dicha forma la clasificación del riesgo en base a datos cuantitativos limitados, la visualización de las consecuencia y efectos de las alternativas que se llegan a usar como medida de reducción, aplicado a un análisis mundial (55).

D. Indicator-based approach (IBA)

Diversos métodos semicuantitativos no son los adecuados en diversas oportunidades, frente a esto se basa en la para su evaluación en indicadores como el peligro, la vulnerabilidad, la exposición y la capacidad del factor humano, para posterior realizar una estandarización de cada uno de estos y elaboración de matriz multicriterio a gran escala, obteniendo un riesgo relativo, con el desconocimiento esperado de las pérdidas reales (54).

2.2.5. Aluviones como peligro natural

Un aluvión es un peligro natural que se caracteriza por la rápida y violenta inundación de agua, lodo y material sedimentario en una zona determinada. Este fenómeno se produce generalmente debido a fuertes lluvias, deshielos intensos, deslizamientos de tierra o erupciones volcánicas, entre otros factores. La fuerza del aluvión puede destruir infraestructuras, arrastrar vehículos y provocar daños significativos en la vida humana y la biodiversidad (56).

2.2.5.1. ¿Qué es un aluvión?

Un aluvión es un fenómeno natural caracterizado por la súbita e intensa inundación de agua, lodo y material sedimentario en una determinada área. Este evento se produce generalmente como resultado de fuertes lluvias, deslizamientos de tierra o deshielos rápidos. Los aluviones pueden ser extremadamente peligrosos, causando daños significativos en infraestructuras, pérdidas humanas y daños al medio ambiente (57).

2.2.5.2. Origen de un aluvión

El origen de un aluvión se debe a la acumulación de agua, lodo y material sedimentario que se desplaza de forma repentina y violenta por una zona determinada. Este fenómeno puede tener diversas causas, siendo las más comunes las intensas precipitaciones pluviales, deshielos acelerados, deslizamientos de tierra, erupciones volcánicas o colapsos de embalses.

La combinación de factores como la topografía del terreno, la saturación del suelo, la pendiente pronunciada y la cantidad y duración de las lluvias son determinantes en el origen y desarrollo de un aluvión (58).

2.2.5.3. Características

Las características de un aluvión incluyen la súbita y violenta inundación de agua, lodo y sedimentos que se desplaza con gran velocidad y fuerza. Pueden ser desencadenados por eventos naturales como lluvias intensas, deshielos rápidos o deslizamientos de tierra. Los aluviones son altamente destructivos, pudiendo arrasar infraestructuras, vehículos y causar pérdidas humanas. Tienen un alcance geográfico amplio y suceden de manera repentina, sin previo aviso. Dejan depósitos de material sedimentario en su recorrido y pueden variar en tamaño y volumen. Requieren medidas de prevención y planificación adecuadas para reducir sus impactos (59).

2.2.5.4. Condiciones

Las condiciones necesarias para la formación de un aluvión incluyen varios factores. En primer lugar, se requiere la presencia de una gran cantidad de agua, ya sea por precipitaciones intensas, deshielos acelerados o la ruptura de embalses. Además, el terreno debe ser propenso a la erosión y tener una pendiente lo suficientemente pronunciada para facilitar el desplazamiento del agua y los sedimentos. La saturación del suelo es otro elemento clave, ya que

contribuye a la inestabilidad y la facilidad de desprendimientos de tierra. También pueden influir factores geológicos, como la presencia de capas de suelo o rocas sueltas que se vuelven más propensas a deslizamientos. Estas condiciones combinadas generan un entorno propicio para la formación de un aluvión (60).

2.2.5.5. Sucesos relativos en el mundo

Los sucesos relativos a aluviones en el mundo son eventos naturales que implican la ocurrencia de aluviones en distintas regiones del planeta. Estos eventos pueden variar en magnitud y gravedad, causando impactos significativos en las áreas afectadas. Algunos ejemplos notables de aluviones ocurridos en el mundo incluyen la Tragedia de Vargas en Venezuela en 1999, el aluvión en Chaitén, Chile en 2008, y el deslizamiento de tierra y aluvión en Montecito, California en 2018. Estos sucesos destacan la importancia de la planificación y preparación ante aluviones para reducir sus efectos devastadores y proteger a las comunidades (32).

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Aluvión

Un aluvión es un fenómeno natural caracterizado por un flujo repentino y violento de agua, sedimentos y material rocoso a lo largo de una corriente o cauce. Generalmente ocurre después de fuertes lluvias, deshielos o eventos sísmicos que generan una gran cantidad de agua y sedimentos en movimiento. Los aluviones pueden ser extremadamente destructivos, ya que arrastran

consigo árboles, rocas y otros objetos a su paso, causando inundaciones repentinas, destrucción de viviendas, daños a la infraestructura y, en casos más graves, pérdida de vidas humanas. Estos eventos suelen ocurrir en zonas montañosas o en áreas cercanas a ríos y quebradas, donde la pendiente y la presencia de sedimentos facilitan el deslizamiento del material (61).

2.3.2. Desglaciación

La deglaciación se refiere al proceso gradual de retroceso y desaparición de los glaciares y masas de hielo en una región específica. Este fenómeno ocurre naturalmente en respuesta a cambios climáticos a largo plazo, como un aumento de la temperatura global. Durante el periodo de deshielo, los glaciares están experimentando un proceso de fusión a una tasa superior a la que se forma nueva capa de nieve y hielo. Esto conlleva a una reducción en las dimensiones y capacidad de almacenamiento de los glaciares. Los efectos resultantes pueden tener amplias implicaciones en el entorno natural y los sistemas biológicos, dado que puede influir en la cantidad de agua dulce disponible, intensificar la degradación del suelo y alterar la riqueza de especies en las áreas afectadas. Este fenómeno puede ser acelerado por influencias antropogénicas, como el cambio climático inducido por actividades humanas, que ha generado un aumento considerable en las temperaturas globales durante las últimas décadas (62).

2.3.3. Flujo de detritos

Un flujo de detritos es un tipo de movimiento en masa que involucra el desplazamiento de una mezcla de rocas, sedimentos, agua y otros materiales

a lo largo de una pendiente empinada. Es un proceso natural que ocurre en áreas montañosas y se desencadena por eventos como lluvias intensas, deshielo o terremotos. Durante un flujo de detritos, los materiales se desprenden y se deslizan en forma de una masa fluida y turbulenta. Puede presentar velocidades rápidas y capacidad destructiva, pudiendo arrastrar árboles, estructuras y obstruir cursos de agua. Estos flujos son comunes en regiones con terrenos empinados y suelen representar un peligro significativo para las comunidades cercanas (63).

2.3.4. Factor condicionante

Un factor condicionante se refiere a una variable o elemento que tiene influencia directa en el desarrollo o resultado de un fenómeno o proceso determinado. Estos factores pueden ser de diversa naturaleza, como geográficos, climáticos, económicos, sociales, culturales o tecnológicos, entre otros. Los factores condicionantes pueden actuar de manera individual o en combinación, y su presencia o ausencia puede limitar o favorecer determinadas situaciones o resultados. Estos factores pueden ser considerados como elementos clave que condicionan o determinan las características, el comportamiento o los resultados de un sistema, evento o situación en particular. Identificar y comprender los factores condicionantes es fundamental para analizar y comprender las dinámicas y los patrones de un fenómeno, así como para la toma de decisiones informadas y el diseño de estrategias efectivas (64).

2.3.5. Mapas

Los mapas son representaciones gráficas y simbólicas de la superficie de la Tierra u otras áreas geográficas. Utilizan símbolos, colores y diferentes elementos cartográficos para mostrar características geográficas como la topografía, la vegetación, los cuerpos de agua, los límites políticos y las infraestructuras. Los mapas permiten visualizar y comprender la distribución espacial de diversos elementos y fenómenos, facilitando la orientación, la planificación y el análisis geográfico. Pueden ser elaborados a diferentes escalas, desde mapas mundiales hasta mapas detallados de una ciudad o región. Los mapas pueden ser físicos, políticos, temáticos o topográficos, dependiendo de la información que se desee representar. También pueden ser creados en formato digital, permitiendo su visualización interactiva y análisis espacial mediante sistemas de información geográfica (65).

2.3.6. Medidas estructurales

Las acciones de tipo estructural se refieren a las intervenciones físicas o construcciones realizadas con el propósito de prevenir o disminuir los riesgos y amenazas vinculados a fenómenos naturales o situaciones adversas. Estas medidas están concebidas para robustecer o modificar las estructuras preexistentes, que pueden ser edificios, infraestructuras u elementos de protección, con el fin de incrementar su resistencia y aptitud para enfrentar contextos peligrosos. Algunos ejemplos de medidas estructurales comprenden la erección de barreras, muros de protección, sistemas de drenaje, reforzamiento de construcciones, instalación de salvaguardas, entre

otros. Estas acciones tienen como propósito reducir los perjuicios y deterioros materiales, al tiempo que aseguran la integridad y el bienestar de las personas expuestas a estos riesgos. Además, las intervenciones estructurales también pueden contribuir a la capacidad de adaptación de las comunidades y a la preservación del entorno ambiental (64).

2.3.7. Medidas no estructurales

Las medidas no estructurales son intervenciones o acciones implementadas para prevenir, reducir o gestionar los riesgos y peligros asociados a fenómenos naturales o eventos adversos, que no implican modificaciones físicas en las estructuras o infraestructuras existentes. Estas medidas se centran en estrategias y enfoques no físicos, como la planificación, la educación, la concienciación, la legislación, las políticas públicas y la coordinación entre los actores involucrados. Algunos ejemplos de medidas no estructurales incluyen la implementación de planes de emergencia, la difusión de información y campañas de sensibilización, la promoción de buenas prácticas de construcción y ordenamiento territorial, el establecimiento de normativas y regulaciones, el fortalecimiento de capacidades y la participación comunitaria. Estas medidas buscan fomentar una cultura de prevención, aumentar la capacidad de respuesta y adaptación de las comunidades, y mejorar la gestión integral de los riesgos, complementando así a las medidas estructurales (64).

2.3.8. Peligro

Un peligro es una situación o condición que tiene el potencial de causar daño, lesiones o pérdidas a personas, propiedades o el entorno. Puede provenir de agentes químicos, físicos, biológicos, naturales o relacionados con actividades humanas. Ejemplos comunes incluyen sustancias tóxicas, radiación, incendios, condiciones climáticas extremas, accidentes industriales y desastres naturales. Identificar y comprender los peligros es esencial para gestionar la seguridad y prevenir accidentes. Implica evaluar las características, la probabilidad de ocurrencia y el potencial de daño de cada peligro. Se deben implementar medidas de control y mitigación para minimizar o eliminar los peligros, promoviendo prácticas seguras y educación preventiva (64).

2.3.9. Riesgo

La noción de riesgo representa una evaluación de la posibilidad de que se presente un suceso indeseado, combinado con la evaluación de las consecuencias negativas asociadas a ese evento. Se refiere a la posibilidad de que algo adverso suceda y cause daño, pérdidas o perjuicios a las personas, propiedades, medio ambiente o cualquier otro aspecto relevante.

El riesgo implica la consideración de diferentes factores, como la probabilidad de que ocurra un evento peligroso y la magnitud del impacto que puede tener. Esto implica evaluar y comprender las amenazas o peligros existentes, así como la vulnerabilidad o exposición de las personas y los activos frente a esos peligros (66).

2.3.10. Simulación

La simulación es un método utilizado para imitar o representar el comportamiento de un sistema o fenómeno en un entorno controlado. Consiste en la creación de un modelo que replica las características esenciales del sistema en estudio, utilizando datos y parámetros relevantes. Mediante la simulación, se pueden realizar experimentos virtuales y observar cómo el sistema se comporta en diferentes escenarios o condiciones. Es una herramienta ampliamente utilizada en diversos campos, como la ingeniería, la medicina, la economía y la ciencia, para predecir resultados, evaluar opciones y tomar decisiones informadas. La simulación puede ser realizada mediante software especializado, modelos matemáticos o incluso simulaciones físicas (67).

2.3.11. Vulnerabilidad

La vulnerabilidad se refiere a la susceptibilidad o fragilidad de un individuo, comunidad o sistema ante la exposición a un peligro o evento adverso. Representa la capacidad limitada de resistir o recuperarse de los impactos negativos de dicho evento. La vulnerabilidad puede manifestarse en diferentes aspectos, como la salud, la seguridad, los recursos económicos o la infraestructura. Factores como la falta de recursos, la ubicación geográfica, la falta de preparación o la dependencia de servicios críticos pueden aumentar la vulnerabilidad. Identificar y comprender la vulnerabilidad es esencial para implementar medidas de mitigación y adaptación, y promover la resiliencia. La evaluación de la vulnerabilidad permite identificar las áreas o grupos más

vulnerables y diseñar estrategias efectivas para reducir su exposición y fortalecer su capacidad de respuesta (34).

2.3.12. Zona de influencia

La zona de influencia hace referencia al área geográfica que se ve afectada o influenciada por la presencia o actividad de un elemento o fenómeno específico. Puede estar asociada a diversos factores, como una empresa, una infraestructura, un centro comercial, un servicio público o un evento. Esta zona puede ser determinada por diferentes criterios, como la proximidad física, la accesibilidad, la conectividad o la dependencia económica. La extensión de la zona de influencia puede variar según el contexto y el alcance del elemento en cuestión (68).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Métodos, y alcance de la investigación

3.1.1. Método general

La presente investigación se desarrolla aplicando el método científico. Comienza con la definición del problema y los objetivos, tomando en consideración la fundamentación teórica y la predicción. A partir de esto, se recaba información necesaria para realizar la evaluación correspondiente de la variable independiente: el peligro por aluvión. Además, se analizan los factores relacionados, como los desencadenantes y condicionantes. En paralelo, se evalúa la vulnerabilidad de las viviendas. Esta evaluación considera sus dimensiones sociales, ambientales y económicas. El área de estudio abarca estos aspectos para obtener un resultado de forma integral con ayuda del geoprocesamiento se obtiene el riesgo por posible aluvión clasificado en cuatro niveles. A partir de este resultado, se proponen medidas estructurales y no estructurales para reducir y mitigar este riesgo comprendidas en el presente estudio (69).

3.1.2. Método específico

El método específico utilizado es el inductivo porque implica un proceso de razonamiento que analiza una parte de un conjunto en lugar de abordar el conjunto completo. Este método parte de lo particular para llegar hacia las conclusiones, por ende, comienza con la recolección de datos a partir del parámetro de evaluación, datos extraídos del modelo de software de RAMMS, herramientas de geoprocesamiento y data extraída a partir de

modelos cartográficos, geológicos, geomorfológicos y climáticos, relacionados netamente al peligro que abarca el área de estudio. Asimismo se obtiene datos a partir de la aplicación de un instrumento de recolección de datos como lo que es la encuesta abarcando temas sociales económicos y ambientales empezando desde lo que vendría a ser el grupo de personas a las que pertenece una edad determinada, sus creencias, actividades económicas a los que se dedican, su preparación frente al desarrollo de algún evento que implique algún tipo de riesgo de origen natural y la capacitación que recibe de parte de las autoridades estos algunos de los aspectos que contempla el estudio dentro de vulnerabilidad de viviendas. Para demostrar el nivel de riesgo a partir del desarrollo de una función que contemple el desarrollo de ambas variables en respuesta a la hipótesis general (70).

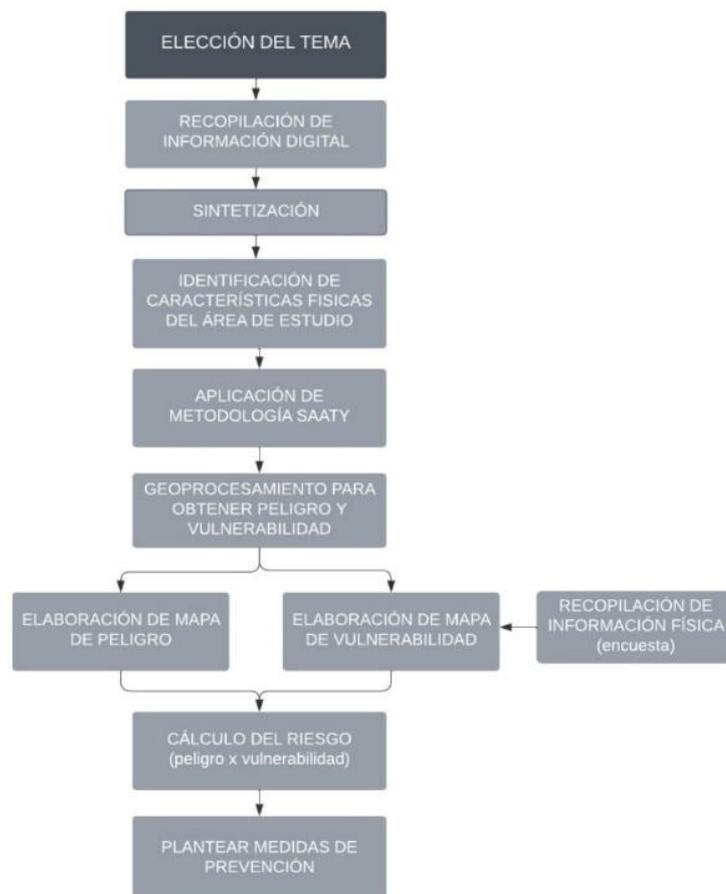
3.1.3. Alcance

La investigación tiene como alcance ser predictivo dado que su propósito principal es predecir la evaluación del peligro y su desarrollo en sí del comportamiento del parámetro de evaluación ya que los valores insertados son solo proyectados hacia el 2030 como también de la temperatura. Los estudios de vulnerabilidad vienen a tener una evolución dinámica ya que se ve sujeta a crecimiento y reducción constante de la población a través de los años. Por ende, el resultado del riesgo viene a ser la descripción de futuros análisis, explicaciones y comparación entre la evaluación de peligro y la vulnerabilidad de viviendas en años posteriores (71).

3.2. Diseño de la investigación

El diseño de la presente investigación es de naturaleza no experimental ya que no implica la manipulación de la evaluación de peligro y la evaluación de vulnerabilidad de viviendas dentro del área de estudio. Más bien tiene como objetivo explorar y analizar cómo estas dos variables interactúan y son esenciales para obtener la evaluación de riesgo en un punto específico, empleando desde la aplicación de la encuesta hasta la generación de un posible aluvión. (71).

Figura 1: Diagrama del proceso de investigación

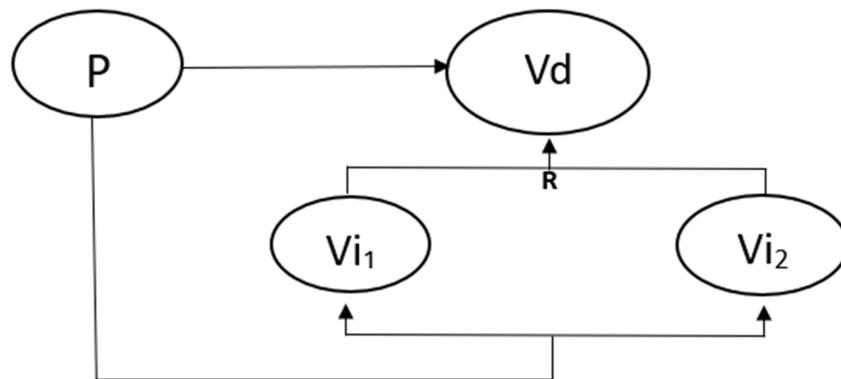


Fuente: Elaboración propia.

3.2.1. Tipo de diseño de investigación

El tipo de investigación es transeccional correlacional, debido a que se realizó la descripción en función de una relación entre las variable independiente y dependiente en un momento determinado (71).

Figura 2: Esquema de investigación.



Fuente: Elaboración propia.

Donde:

P: Evaluación de riesgos de desastres por aluvión a partir de la desglaciación del nevado Suerococha en el distrito de Andamarca

Vi₁: Peligro por aluvión

Vi₂: Vulnerabilidad por aluvión

Vd: Evaluación de riesgos

R: Relación entre variable independiente y dependiente.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Área de estudio

3.3.1.1. Localización

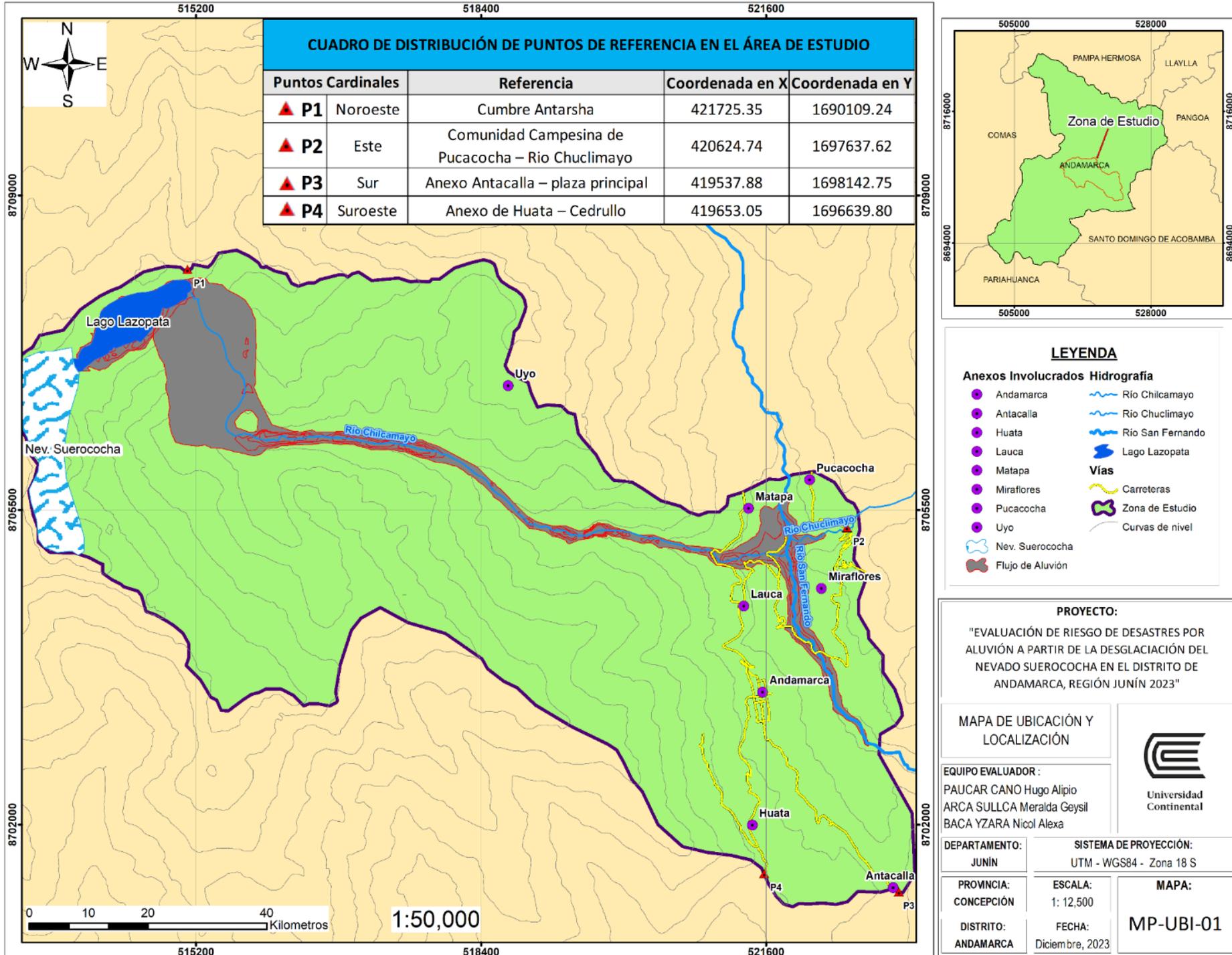
El distrito de Andamarca se encuentra ubicado en la zona central de los Andes; departamento de Junín, provincia de Concepción.

Limitando por el Norte con el distrito de Comas, por el Sur con el distrito de Santo Domingo de Acobamba, por el Este con los distritos de Pampa Hermosa, Llaylla y Pangoa; y por el Oeste con el distrito de Pariahuanca. A una altitud de entre 1900 y 5075 m.s.n.m. aproximadamente, abarcando una extensión de 50 500 hectáreas (72). Las actividades económicas de la población que se encuentra dentro del área de estudio se basan principalmente en actividades agrícolas y ganaderas. Los principales cultivos que destacan incluyen: palta, maíz, hortalizas y tubérculos, además, la crianza de ganado vacuno y ovino.

La microcuenca del río Chilcamayo, se encuentra ubicada en lado noroeste de la capital del distrito de Andamarca, la extensión de la cabecera de esta microcuenca comprende desde la parte de norte del anexo de Huata, extendiéndose hacia al oeste del anexo de Uyo. El recorrido del río Chilcamayo inicia desde su nacimiento a partir del lago Lazopata (lago originario producto de la desglaciación del nevado Suerococha), atravesando parte de los sectores denominados Chuspiu y Lima-Limai (anexo de Huata y Uyo) respetivamente, ya en la parte baja atraviesa por los anexos de Matapa y Lauca, hasta desembocar en el río San Fernando. El área de estudio contempla unos 3799.95 Has. Para el cual se estableció cuatro puntos de referencia (Ver mapa 01). El estudio realizado comprende zonas

desde el origen del aluvión, hasta su desarrollo y fin; el cual concluye en el río San Fernando sector Miraflores-Andamarca.

Mapa 1: Ubicación del área de estudio.



CUADRO DE DISTRIBUCIÓN DE PUNTOS DE REFERENCIA EN EL ÁREA DE ESTUDIO				
Puntos Cardinales		Referencia	Coordenada en X	Coordenada en Y
▲ P1	Noroeste	Cumbre Antarsha	421725.35	1690109.24
▲ P2	Este	Comunidad Campesina de Pucacocha – Río Chuclimayo	420624.74	1697637.62
▲ P3	Sur	Anexo Antacalla – plaza principal	419537.88	1698142.75
▲ P4	Suroeste	Anexo de Huata – Cedrullo	419653.05	1696639.80



LEYENDA

Anexos Involucrados Hidrografía

- Andamarca
- Antacalla
- Huata
- Lauca
- Matapa
- Miraflores
- Pucacocha
- Uyo

Vías

- Carreteras
- Zona de Estudio
- Curvas de nivel

Hidrografía

- Río Chicamayo
- Río Chuclimayo
- Río San Fernando
- Lago Lazopata

Otros Elementos

- Nev. Suerochocha
- Flujo de Aluvión

PROYECTO:

"EVALUACIÓN DE RIESGO DE DESASTRES POR ALUVIÓN A PARTIR DE LA DESGLACIACIÓN DEL NEVADO SUEROCHOCHA EN EL DISTRITO DE ANDAMARCA, REGIÓN JUNÍN 2023"

MAPA DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN

EQUIPO EVALUADOR:
 PAUCAR CANO Hugo Alipio
 ARCA SULLCA Meralda Geysil
 BACA YZARA Nicol Alexa



DEPARTAMENTO: JUNÍN	SISTEMA DE PROYECCIÓN: UTM - WGS84 - Zona 18 S	
PROVINCIA: CONCEPCIÓN	ESCALA: 1: 12,500	MAPA: MP-UBI-01
DISTRITO: ANDAMARCA	FECHA: Diciembre, 2023	

3.3.2. Población

En el distrito de Andamarca, según el censo realizado el 2017 por el INEI, cuenta con una población de 3502 habitantes y una proyección poblacional de 3371 habitantes al año 2020 (73). El distrito cuenta con 42 anexos, de los cuales, ocho de estos se encuentran dentro del área de estudios delimitado para evaluar el riesgo por el posible aluvión.

3.3.3. Muestra

Se escogió el tipo de muestreo no probabilístico (71), debido a que se extrajo de muestra a todas las viviendas que comprenden a los ocho anexos que se encuentran dentro del área de estudios delimitado, teniendo un total de 248 viviendas.

Tabla 2: Número de viviendas dentro del área de estudio.

ANEXOS	NÚMERO DE VIVIENDA
Andamarca	85
Huata	67
Lauca	40
Matapa	15
Miraflores	15
Antacalla	12
Pucacocha	10
Uyo	4

Fuente: Elaboración propia

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Encuestas

Se realizó la encuesta con la finalidad de recolectar información acerca de las viviendas y de los pobladores que habitan dentro de la zona de estudio, enfocándose en la vulnerabilidad (variable independiente) considerando las dimensiones sociales, económicas y ambientales, mediante factores de exposición, fragilidad y resiliencia. (Ver los anexos N°01, 02 y 03)

3.4.2. Cuestionario

Este instrumento abarca características como; la edad, disponibilidad, tipología de vivienda, ingreso promedio, fuente de actividad económica, opinión respecto a la pérdida de suelos y agua, conocimientos ancestrales sobre e aprovechamiento de recursos, actitud tomada frente a la generación de riesgos de desastre de origen natural y conocer si la municipalidad tiene una participación activa ante estos riesgos por desastre. Dirigido a la población para realizar el análisis de vulnerabilidad. (Ver anexo N°04)

3.4.3. Análisis jerárquico SAATY

En el contexto de la evaluación de riesgos por desastres naturales, como un aluvión, Esta técnica desarrollada por Thomas L. Saaty (1980), permite ponderar y solucionar problemas de múltiples criterios y comparar factores críticos, como el peligro y vulnerabilidad en áreas específicas, a partir de generar juicios y valoraciones enfocadas a escalas de razón. De esta forma permite estimar la importancia relativa a cada uno de los factores involucrados, mediante la comparación de pares; el cual facilita a la generación de matrices basadas en ello. facilitando la toma de decisiones estratégicas de forma eficaz (74). Es de suma importancia debido a que facilita la obtención de datos para hallar el riesgo por aluvión.

3.4.4. Software RAMMS

El modelamiento del flujo del aluvión se obtiene mediante el módulo Debris Flow del software RAMMS, diseñado exclusivamente para este tipo de eventos, realizando el uso de la ley de fricción de Voellmy para fluidos

viscosos en terrenos muy complejos. A continuación, se presencia los diferentes procedimientos para el modelamiento del posible aluvión dentro de la microcuenca del río Chilcamayo en el distrito de Andamarca.

3.4.5. ArcGIS 10.8 como herramienta para la elaboración de mapas

Los recursos del ArcGIS es bastante amplio, para este caso investigación se empleó el uso de uno de sus software, el ArcMap en su versión 10.8; cuyo proceso empezó desde definir todos los propósitos, tales como ubicación, distribución de datos que se haya recabado a partir de fuentes externas, ya una vez considerando esto recabar datos madre de modelos digitales de terreno “DEM” provenientes de Alos Palsar e información de orthophotos de SAS Planet, Shapefile desde la web, datos obtenidos a través de la encuesta, para luego poder utilizar la caja de herramientas ArcToolbox en sus apartados como de Spatial Analyst Tools, Data Management Tools, 3D Analyst Tools, Conversión Tools y AnalystTools poder añadir información mediante las tablas de atributos correspondientes a cada capa requerida previamente agregada. Luego se puede, unir e interpolar cada capa, para de esta forma permitir o llegar a conseguir los mapas de peligro, vulnerabilidad y al final el de la evaluación de riesgo por aluvión.

3.4.6. Microsoft Excel

La herramienta de office aplicada para esta investigación sirvió exclusivamente para la elaboración del instrumento de recolección (encuesta) y la validación de datos en conjunto con las herramientas GIS; especialmente

a elaborar y recabar datos de matrices de comparación para obtener el estudio y caracterización del peligro y vulnerabilidad dentro de la zona de estudio.

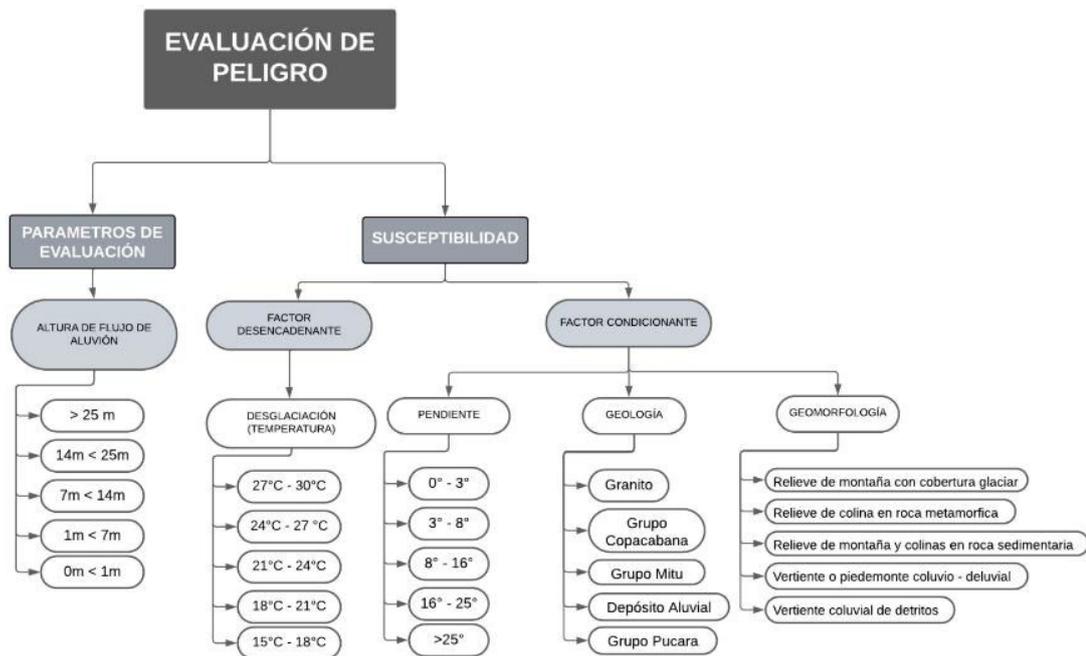
3.5. Procedimiento de la metodología

3.5.1. Determinación de los escenarios del nivel de peligro

3.5.1.1. Identificación del peligro

En el desarrollo de la investigación se ha llegado a reconocer que el flujo de detritos (aluvión) es ocasionado por desglaciación del nevado Suerococha este último por el incremento de temperatura. Se ha llegado a reconocer que este peligro es generado a partir de lo que vendría a ser geodinámica externa (Movimiento de masa de tipo complejo) y fenómenos hidrometeorológicos y oceánicos (desglaciación e incremento de temperatura), La desglaciación es complejo para identificar un valor exacto, por ende, se asume un escenario crítico en donde actúa primero la temperatura. Los factores condicionantes son la presencia de pendientes pronunciadas y bajas en la parte final de la microcuenca dentro del área de estudio, La geología (Grupo Copacabana y depósito aluvial) y en geomorfología preexistente (relieve de montaña y colinas en roca sedimentaria, relieve de colina en roca metamórfica y vertiente coluvial de detritos).

Figura 3: Diagrama de Evaluación de Peligro.



Fuente: Elaboración propia

3.5.1.2. Altura de flujo de aluvión y su ponderación (parámetro de evaluación)

La cota máxima alcanzada por el posible aluvión es calculada a partir de una simulación realizada por medio del uso del software RAMMS. Para obtener este resultado justamente se tuvo que centrarse en el apartado de flujo de detritos de este programa en conjunto con la información recaudada del volumen del lago Lazopata, Dicho volumen es asumido a partir de un escenario crítico de 8 millones de metros cúbicos que estaría siendo generado a partir del incremento de la temperatura y la desglaciación del nevado Suerococha, Considerando unos parámetros de simulación a una resolución del modelo digital de elevación de terreno a 12.50 metros,

una densidad de 1800 kg/m³ y un tiempo de ejecución de 22,000 segundos y valores de fricción de 200 m/s²; considerando una dirección de flujo de 345 grados y optando por un hidrograma de 3 puntos donde El primero es considerado a partir del caudal máximo que abarca este escenario, el tiempo de inicio y final. Demostrando que hacia la parte baja de la microcuenca se llega a manifestar múltiples alturas de flujo que abarcan desde los 0 metros hasta los 58.39 metros como altura máxima.

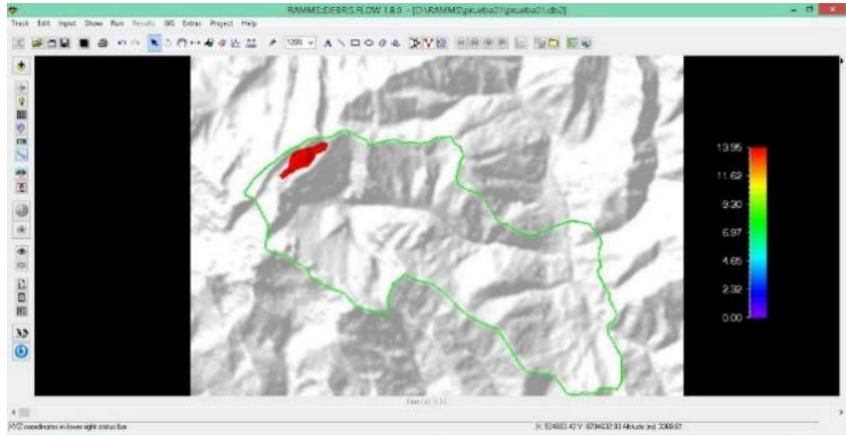
A. Configuración para la simulación y área de detonación

Para comenzar, se requiere de unos aspectos importantes como el ingreso del modelo digital del terreno DEM, esto en archivo GeoTIFF; georreferenciada respectivamente en el sistema de coordenadas GSW084. Esta información se obtiene a partir de ALOS PALSAR con una resolución de 12.5 metros. Respecto al área de detonación se sabe que está a una altitud promedio de 3450 m.s.n.m. con una pendiente de 36° aproximadamente.

B. Delimitación del área de domino

Se puede llegar a insertar este dato manualmente en el mismo software o ya desde un archivo shapefile trabajado desde el ArcGIS. Se visualiza una línea trazada de color verde.

Figura 4: Delimitación del área de dominio en RAMMS.

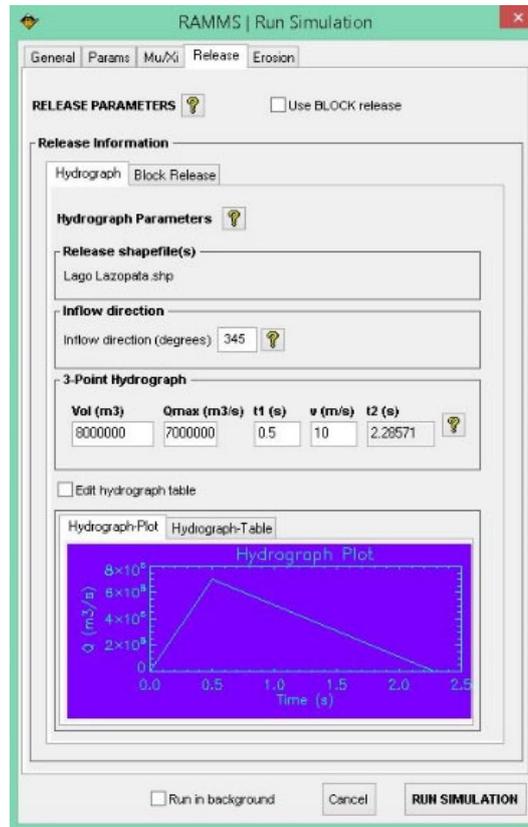


Fuente: Elaboración propia

C. Hidrograma de entrada

Para continuar con el proceso de simulación se debe de ingresar los datos de un hidrograma, en este caso se prefirió el insertar una segunda área (lago Lazopata), correspondiente a un hidrograma de tres puntos respectivamente; con un volumen de desembalse de 8 millones de m³ de agua, estableciendo un caudal pico de 7 millones de m³ y teniendo una velocidad del flujo de 10m/s, con una dirección de entrada en 345°, llegándose a visualizar en la siguiente ilustración.

Figura 5: Hidrograma de entrada en RAMMS.

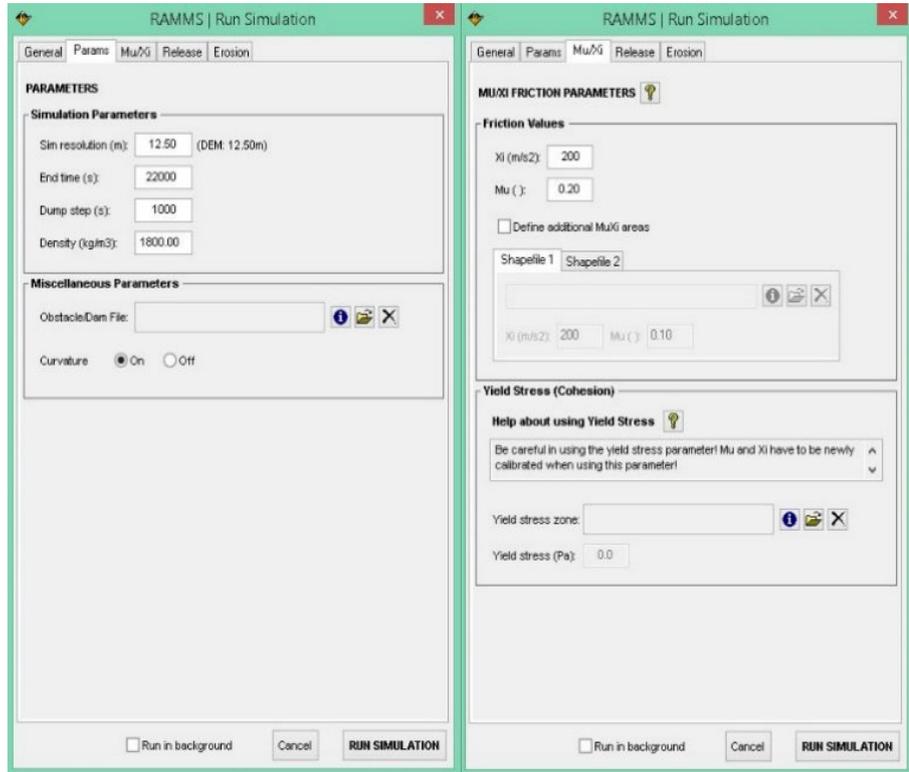


Fuente: Elaboración propia

D. Calibración de parámetros

Dichos parámetros requieren principalmente del tipo de densidad del flujo del aluvión y de los coeficientes de la fricción Voellmy (fricción tipo Coulomb seca μ y fricción viscosa turbulenta ξ); por lo general el software recomienda el uso de información sobre de densidad de 2000 kg/m³, $\mu = 0.2$ y $\xi = 200$ m/s², según lo que corresponda a la presencia de los suelos dentro del área en mención. En el caso del área de estudio, se establecieron como parámetros de densidad y de fricción 1800 kg/m³, $\mu = 0.2$ y $\xi = 200$ m/s² respectivamente.

Figura 6: Calibración de los parámetros en RAMMS.



Fuente: Elaboración propia

E. Resultado de la simulación

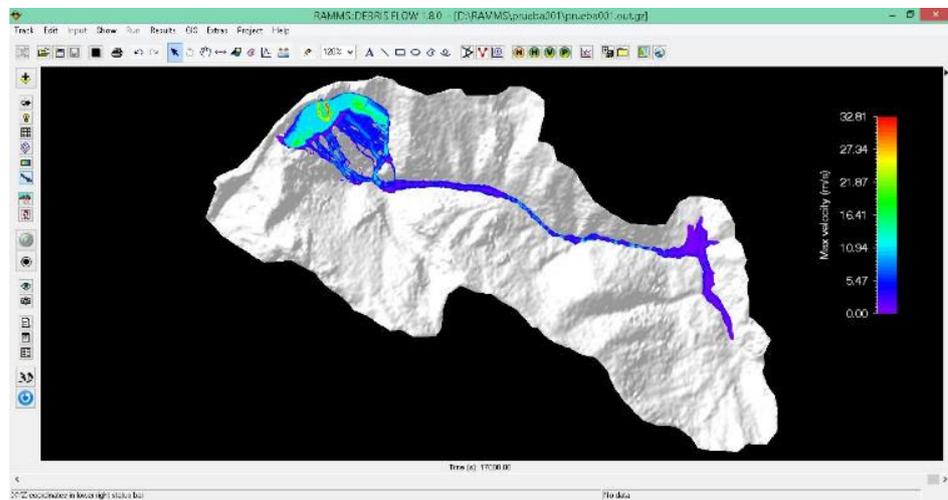
Para obtener dichos resultados, primero se estableció un límite de tiempo para la ejecución, el cual fue de 17000 segundos; entre otros datos obtenidos también figuran la altura, presión, velocidad del flujo del aluvión; claro añadiendo por otro lado sus valores máximos respectivamente.

Figura 7: Datos obtenidos de la simulación con el software RAMMS.



Fuente: Elaboración propia

Figura 8: Mapa de la simulación con el software RAMMS.



Fuente: Elaboración propia

Ponderación de la altura de aluvión por SAATY

Para el presente trabajo de investigación se consideró como parámetro de evaluación la altura del flujo de aluvión y se asignó un peso de 1 por ser el parámetro de mayor importancia en la generación del peligro. Se realizó la ponderación mediante el análisis multicriterio SAATY de una matriz de 5x5 según las alturas de flujo estimadas por la simulación del software RAMMS.

Se muestra el vector de priorización (peso ponderado) de cada una de las alturas de flujo estimadas en el software RAMMS, determinando así el nivel de peligro en porcentaje considerando un 46.111% el más crítico por ser una altura mayor a 25m y el más bajo con un 3.967% (Ver tabla 3).

Tabla 3: Matriz de normalización – Altura de flujo de aluvión.

ALTURA DE FLUJO DE ALUVIÓN (m)	> 25 m (Muy Alto)	14 m a 25 m (Alto)	7 m < 14 m (Medio)	1 m a 7 m (Bajo)	< 1 m (Muy Bajo)	Vector Priorizacion	Porcentaje (%)
> 25 m (Muy Alto)	0.502	0.544	0.524	0.387	0.348	0.461	46.111
14 m a 25 m (Alto)	0.251	0.272	0.315	0.323	0.304	0.293	29.294
7 m < 14 m (Medio)	0.100	0.091	0.105	0.194	0.217	0.141	14.139
1 m a 7 m (Bajo)	0.084	0.054	0.035	0.065	0.087	0.065	6.490
< 1 m (Muy Bajo)	0.063	0.039	0.021	0.032	0.043	0.040	3.967

Fuente: Elaboración propia

Se calcula la Relación de Consistencia, la misma debe estar por debajo del 10% ($RC < 0.1$), lo que significa que los parámetros empleados en el cotejo entre pares son los más apropiados. Los resultados dan un valor de 0.041 para IC (índice de consistencia) y un valor para RC (relación de consistencia) de 0.037 (Ver tabla 4).

Tabla 4: Índice y relación de consistencia – Altura de flujo de aluvión.

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.041
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.037

Fuente: Elaboración propia

3.5.1.3. Factor desencadenante

Se llegó a considerar solo un factor, el nivel de temperatura máximo dentro de la microcuenca del Río Chilcamayo y el Distrito de Andamarca correspondiente al área de estudio.

A. Desglaciación (Temperatura)

Dado que el incremento de temperatura es el principal causante para la acelerada pérdida de cobertura glaciar dentro del Nevado Suerococha (desglaciación), para la presente investigación según criterio se estableció valores máximos de temperatura en un rango de entre 15 °C y 30° C, proyectados hacia el 2030, información recopilada de la base de datos del SENAMHI. Asumiendo la existencia de un escenario crítico, se optó por trabajar con temperaturas de 27°C a 30°C para facilitar la obtención del nivel peligro.

Ponderación del factor desencadenante (desglaciación) por SAATY

Se consideró como factor desencadenante a la desglaciación (temperatura) y se asignó un peso de **0.6** por ser el parámetro de mayor importancia dentro de la susceptibilidad del peligro. Se realizó la ponderación mediante el análisis multicriterio SAATY de una matriz de 5x5 según los valores de temperatura proyectadas de SENAMHI al 2030.

Se muestra el vector de priorización (peso ponderado) de cada una de las temperaturas estimadas según la base de datos de SENAMHI al 2030, determinando así el nivel de peligro en porcentaje considerando un 57.370% el más crítico por considerarse una temperatura de 27°C a 30°C y el más bajo con un 3.376% (Ver tabla 5).

Tabla 5: Matriz de normalización – Desglaciación.

DESGLACIACIÓN (Temperatura)	27°C - 30°C	24°C - 27 °C	21°C - 24°C	18°C - 21°C	15°C - 18°C	Vector Priorizacion	Porcentaje (%)
27°C - 30°C	0.639	0.743	0.607	0.519	0.360	0.574	57.370
24°C - 27 °C	0.128	0.149	0.260	0.231	0.280	0.209	20.947
21°C - 24°C	0.091	0.050	0.087	0.173	0.200	0.120	12.012
18°C - 21°C	0.071	0.037	0.029	0.058	0.120	0.063	6.295
15°C - 18°C	0.071	0.021	0.017	0.019	0.040	0.034	3.376

Fuente: Elaboración propia

Se calcula la relación de consistencia, la misma debe estar por debajo del 10% ($RC < 0.1$), lo que significa que los parámetros empleados en el cotejo entre pares son los más apropiados. Los resultados dan un valor de 0.092 para IC (índice de consistencia) y un valor para RC (relación de consistencia) de 0.083 (Ver tabla 6).

Tabla 6: Índice y relación de consistencia – Desglaciación.

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.092
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.083

Fuente: Elaboración propia

3.5.1.4. Factor condicionante

Estos factores son de suma relevancia, debido a que serán participes o también no de la ocurrencia del fenómeno; en esta investigación se considera: pendiente, geología y geomorfología respectivamente.

Ponderación del factor condicionante por SAATY

Se consideró como factor condicionante a la pendiente por ser el componente con mayor relevancia en el desarrollo del aluvión, sigo de la geología y geomorfología, para el cual se asignó un peso de 0.4. Se realizó la ponderación mediante el análisis multicriterio SAATY de una matriz de 3x3.

Se presenta el vector de priorización, el cual expresa la jerarquía de los parámetros en el análisis del fenómeno; considerando un 63.335% para pendiente, 26.050% para geología y 10.616 para geomorfología (Ver tabla 7).

Tabla 7: Matriz de normalización – Factor condicionante.

FACTORES CONDICIONANTES	GEOLOGIA	GEOLOGIA	GEOMORFOLOGIA	Vector Priorización	Porcentaje (%)
PENDIENTE	0.652	0.692	0.556	0.633	63.335
GEOLOGIA	0.217	0.231	0.333	0.260	26.050
GEOMORFOLOGIA	0.130	0.077	0.111	0.106	10.616

Fuente: Elaboración propia

Se muestra un valor de 0.019 para IC (índice de consistencia) y un valor para RC (relación de consistencia) de 0.037. La cual está por debajo del 10% ($RC < 0.1$), lo que significa que los parámetros empleados en el cotejo entre pares son los más apropiados (Ver tabla 8).

Tabla 8: Índice y relación de consistencia – Factor condicionante.

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.019
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.037

Fuente: Elaboración propia

A. Pendiente

Las pendientes mostradas en la zona de estudio son muy variadas a consecuencia de las condiciones ambientales, geológicas que han ido modificando los terrenos en distintas formas, es por esto por lo que son clasificadas en 5 principales rangos:

- **Pendiente menor a 3%:** Está conformado por espacios de terrenos que contienen una mínima inclinación, en ciertos casos podrían llegar a ser denominados terrenos planos.
- **Pendiente entre 3 a 8%:** Las áreas identificadas consideradas en este rango de pendientes son aquellos sitios ligeramente inclinados, lugares en donde se desarrollan actividades diversas y antrópicas.
- **Pendiente entre 8 a 16%:** Los espacios definidos son un poco más ligeramente inclinados, ahí se pueden encontrar gran parte de las viviendas, estadios y terrenos destinados al uso agrícola.
- **Pendiente entre 16 a 25%:** Estas áreas son las que mayor predomina en la zona de estudio con características accidentadas y moderadamente empinadas. Así mismo se puede detallar en que las construcciones de vivienda y gran mayoría de terrenos agrícolas se encuentran aquí.

- **Pendiente mayor a 25%:** Las áreas identificadas son caracterizadas principalmente por ser muy empinadas, en su mayoría son terrenos pocos accesibles dado que están compuestos por rocas.

Ponderación de pendiente por SAATY

Se presenta el vector de priorización que expresa la jerarquía de los parámetros; considerando un 47.37% para una pendiente de $<3^\circ$, 26.382% para una pendiente de $3^\circ - 8^\circ$, 14.894% para una pendiente de $8^\circ-16^\circ$, 7.851% para una pendiente de $16^\circ-25^\circ$ y 3.546% para una pendiente de $>25^\circ$ (Ver tabla 9).

Tabla 9: Matriz de normalización – Pendiente.

PENDIENTE	$< 3^\circ$	$3^\circ-8^\circ$	$8^\circ-16^\circ$	$16^\circ-25^\circ$	$> 25^\circ$	Vector Priorizacion	Porcentaje (%)
$< 3^\circ$	0.528	0.635	0.469	0.375	0.360	0.473	47.327
$3^\circ-8^\circ$	0.176	0.212	0.352	0.300	0.280	0.264	26.382
$8^\circ-16^\circ$	0.132	0.071	0.117	0.225	0.200	0.149	14.894
$16^\circ-25^\circ$	0.106	0.053	0.039	0.075	0.120	0.079	7.851
$> 25^\circ$	0.059	0.030	0.023	0.025	0.040	0.035	3.546

Fuente: Elaboración propia

Los parámetros empleados en el cotejo entre pares son los más apropiados, resultando un valor de 0.059 para IC (índice de consistencia) y un valor para RC (relación de consistencia) de 0.053 (Ver tabla 10).

Tabla 10: Índice y relación de consistencia – Pendiente.

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.059
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.053

Fuente: Elaboración propia

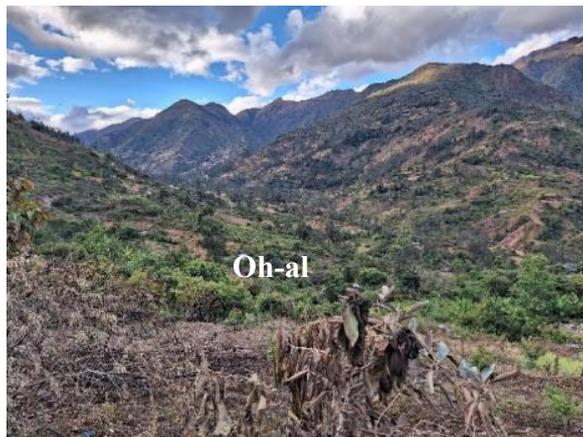
B. Unidades geológicas

Dentro de la subcuenca del río Chilcamayo y los anexos que corresponde al área de estudio, se han clasificado 5 unidades

geológicas mediante la intersección del área de estudio delimitado y la cartografía base en ArcGIS:

- **Formación farrat deposito aluvial (Oh-al):** Están conformadas por Gravas por su gran mayoría muy variable en cuestión heterométricas y tamaños. En el área de estudio podemos ubicarlas en gran parte de los anexos de Matapa parte del sector llamado “Antacucho”, Lauca, Andamarca y al inferior del anexo de Huata.

Figura 9: Formación farrat deposito aluvial.



Fuente: Elaboración propia

- **Formación grupo Copacabana (Pec-c):** Constituida por calizas grises negruzcas intercaladas con lutitas grises delgadas y macizas en la parte media de la capa. Su afloración se extiende desde la parte superior de Cedruyo y la comunidad campesina de Huata hasta el fundo denominado “chuspíou”, incluyendo sitio denominado Ventanallo (Lauca), considerando la sección Chilcamayo -

Huancapata - Lilishs - Limalimai – Lazopata dentro de la comunidad campesina de Uyo.

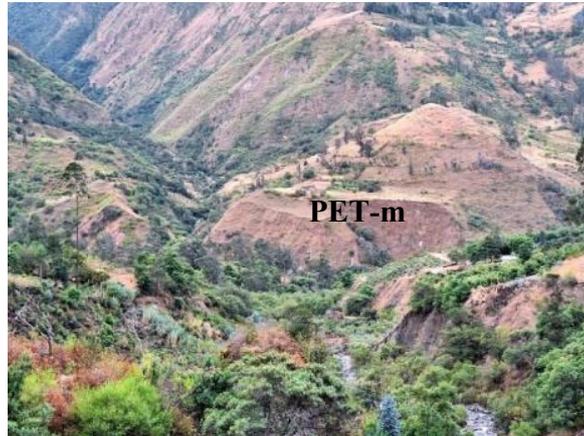
Figura 10: Formación grupo Copacabana.



Fuente: Elaboración propia

- **Formación grupo mitu (PET-m):** Conformado por arsénicos rojos intercalados con limos arcillas y limolitas en medios estratificados. Además, con presencia en lo superior de lavas andesíticas en arsénicos calcáreos. Su aparición puede revelarse en ciertos tramos de la quebrada Chilcamayo, extendiéndose por los anexos de Lauca, Huata, Antacalla y Andamarca por la margen derecha del río San Fernando mientras por su margen derecha comienza en considerando parte del Centro Poblado de Pucacocha, incluyendo quebrada del río Chuclimayo y el anexo de Miraflores respectivamente.

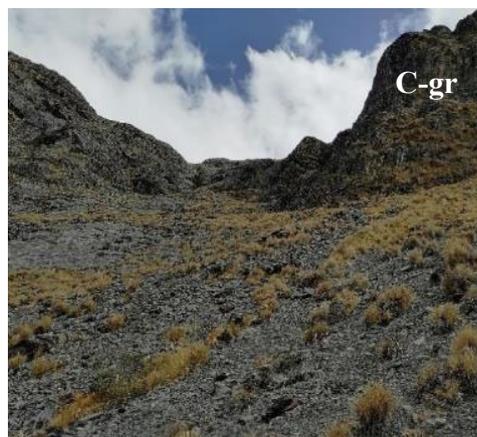
Figura 11: Formación grupo mitu.



Fuente: Elaboración propia

- **Formación grupo pucara (Tsji-p):** Se presencia calizas grises y oscuras, estratificados con bancos medianamente gruesos, intercalados con limolitas y arsénicas, en su mayoría con capas delgadas y otras gruesas; podemos encontrarlas en su mayoría en la parte noreste del anexo de Antacalla, extendiéndose hasta el anexo de Miraflores y parte sur del Centro Poblado de Pucacocha.
- **Formación granito (C-gr):** Compuestos por cuarzo, feldespatos y mica. Abarcando parte superior del sitio Ventanallo y fundo denominado “Chuspíou”, extendiéndose hasta las orillas de la laguna Warmicocha.

Figura 12: Formación granito.



Fuente: Elaboración propia

Ponderación de las unidades geológicas por SAATY

Se expresa la jerarquía de los parámetros con un 48.380% para la unidad geológica formación depósito aluvial, 23.897% para la unidad geológica formación grupo Copacabana, 15.995% para la unidad geológica formación grupo Mitu, 8.013% para la unidad geológica formación grupo Pucará y 3.715% para la unidad geológica formación granito (Ver tabla 11).

Tabla 11: Matriz de normalización – Unidades geológicas.

UNIDADES GEOLÓGICAS	Formación Farrat Depósito aluvial (Qh-al)	Formación Grupo Copacabana (Pec-c)	Formación Grupo Mitu (PET-m)	Formación Grupo Pucará (Tsj-p)	Formación Granito (C-gr)	Vector Priorización	Porcentaje (%)
Formación Farrat Depósito aluvial (Qh-al)	0.528	0.610	0.531	0.375	0.375	0.484	48.380
Formación Grupo Copacabana (Pec-c)	0.176	0.203	0.265	0.300	0.250	0.239	23.897
Formación Grupo Mitu (PET-m)	0.132	0.102	0.133	0.225	0.208	0.160	15.995
Formación Grupo Pucará (Tsj-p)	0.106	0.051	0.044	0.075	0.125	0.080	8.013
Formación Granito (C-gr)	0.059	0.034	0.027	0.025	0.042	0.037	3.715

Fuente: Elaboración propia

Los parámetros empleados en el cotejo entre pares son los más apropiados porque el resultado da un valor de 0.044 para índice de consistencia (IC) y un valor para relación de consistencia (RC) de 0.040 (Ver tabla 12).

Tabla 12: Índice y relación de consistencia – Unidades geológicas.

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.044
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.040

Fuente: Elaboración propia

C. Geomorfología

Las unidades geomorfológicas detalladas en la zona de estudio han sido clasificados en 5 tipos, considerando la escala de elaboración de mapas (1/41000).

- **Vertiente coluvial de detritos (V-d):** En su gran mayoría su formación se da debido a la geodinámica del río Chilcamayo, las lagunas Lazopata y Warmicocha siendo sus principales afluentes; extendiéndose hacia la parte más baja del área de estudio, considerando también las geodinámicas que conlleva los río Chuclimayo, San Fernando y la formación demás quebradas y puquiales ubicadas en el parte intermedio bajo del anexo de Lauca, Andamarca y Miraflores.

Figura 13: Vertiente coluvial de detritos.

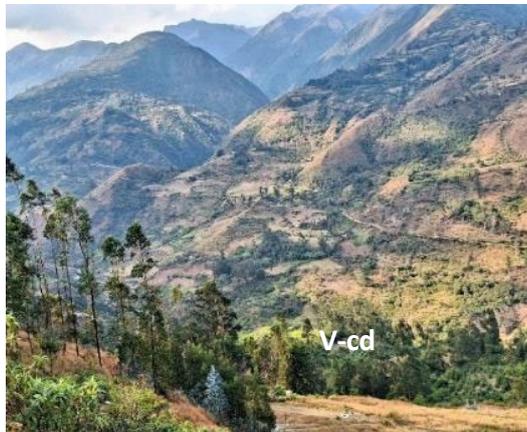


Fuente: Elaboración propia

- **Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial (V-cd):**
Representa a la acumulación de sedimentos y fragmentos de

roca en la base de una pendiente montañosa debido a la erosión y sedimentación causada por las intensas lluvias en zonas con altas pendientes. Estos depósitos pueden afectar el paisaje, el suelo y la vegetación. Dentro de la zona de estudio comprende la parte sur del Centro Poblado de Pucacocha, gran parte del anexo de Miraflores y Antacalla.

Figura 14: Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial.



Fuente: Elaboración propia

- **Relieve de montaña y colinas en roca sedimentaria (RMC-rs):** Los afloramientos se dan por formaciones geológicas propensas a menudo a la caída de rocas, derrumbes y deslizamientos. Así mismo se pueden encontrar en el intermedio de la microcuenca por el sector de (Huancapata - Lilishs) en Uyo, (Chuspíou- Ventanallo) en Huata y Lauca y anexos de Antacalla y Miraflores.

Figura 15: Relieve de montaña y colinas en roca sedimentaria.



Fuente: Elaboración propia

- **Relieve de colina en roca metamórfica (RM-rm):** Suelen estar compuestas de rocas que han adquirido una mayor dureza debido a un proceso de metamorfosis de éstas; en gran parte de su dominio predomina el crecimiento de arbustos de pequeño tamaño. Es por eso por lo que su utilidad es aprovechada en lo general para abastecer con actividades ganaderas. Predominan en el fundo denominado “Limalimai” y parte superior de “Chuspíou”.

Figura 16: Relieve de colina en roca metamórfica.



Fuente: Elaboración propia

- **Relieve de montaña con cobertura glaciaria (RM-cgl):**

Conformada principalmente por terrenos muy empinados y rocosos, en su totalidad está comprendida desde la parte superior de la cabecera de la microcuenca del río Chilcamayo, extendiéndose desde el Abra denominado “Antarsha” y todas las cumbres que conllevan hacia el pico más alto del nevado Suerococha, superando los 5000m.s.n.m.

Figura 17: Relieve de montaña con cobertura glaciaria.



Fuente: Elaboración propia

Ponderación de las unidades geomorfológicas por SAATY

La matriz expresa la jerarquía de los parámetros en el análisis del fenómeno; considerando un 48.785% para la unidad geomorfológica vertiente coluvial de detritos, 22.694% para la unidad geomorfológica vertiente o pie de monte coluvio - deluvial, 16.326% para la unidad geomorfológica relieve de montaña y colinas en roca sedimentaria, 8.451% para la unidad geomorfológica relieve de colina en roca metaformica y

3.745% para la unidad geomorfológica relieve de montaña con cobertura glaciar (Ver tabla 13).

Tabla 13: Matriz de normalización – Geomorfología.

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	Vertiente coluvial de detritos (V-d)	Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial (V-cd)	Relieve de Montaña y Colinas en Roca Sedimentaria (RMC-rs)	Relieve de Colina en Roca Matamórfica (RM-rm)	Relieve de Montaña con Cobertura Glaciar (RM-cgl)	Vector Priorización
Vertiente coluvial de detritos (V-d)	0.528	0.600	0.531	0.405	0.375	0.488
Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial (V-cd)	0.176	0.200	0.265	0.243	0.250	0.227
Relieve de Montaña y Colinas en Roca Sedimentaria (RMC-rs)	0.132	0.100	0.133	0.243	0.208	0.163
Relieve de Colina en Roca Matamórfica (RM-rm)	0.106	0.067	0.044	0.081	0.125	0.085
Relieve de Montaña con Cobertura Glaciar (RM-cgl)	0.059	0.033	0.027	0.027	0.042	0.037

Fuente: Elaboración propia

Muestra el valor de 0.040 para índice de consistencia (IC) y un valor para relación de consistencia (RC) de 0.036 lo cual significa que los parámetros empleados en el cotejo son los más apropiados (Ver tabla 14).

Tabla 14: Índice y relación de consistencia – Geomorfología.

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.040
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.036

Fuente: Elaboración propia

3.5.2. Determinación de los niveles de vulnerabilidad

Para determinar de los niveles de vulnerabilidad se realizó la ponderación de los factores respecto a cada dimensión e indicador, mediante el análisis de multicriterio SAATY en colaboración con Excel, la elaboración de matrices de comparación de pares y su posterior normalización para cada factor, dimensión e indicador son de 3x3 y 5x5 respectivamente, con la finalidad de llegar a obtener una serie de ponderaciones por cada factor representado en porcentajes. El cálculo del índice y relación de consistencia se realizó

mediante la suma de los vectores de priorización, el resultado debe ser menor al 10% (Ver tabla 16).

En este caso se consideró la dimensión económica como la más prioritaria por encima de las otras dos dimensiones, debido a su grado de impacto para la evaluación de la vulnerabilidad, teniendo en cuenta que la población considera a la agricultura y ganadería como únicos medios de ingreso para subsistir, seguido de la dimensión social ya que se llegó a contemplar la afectación de viviendas, dificultad de acceso a servicios básicos y de salud, y conocimientos para afrontar riesgos futuros (Ver tabla 15).

Tabla 15: Matriz de normalización - Dimensiones de vulnerabilidad.

VULNERABILIDAD	DIMENSION ECONOMICA	DIMENSION SOCIAL	DIMENSION AMBIENTAL	Vector Priorización	Porcentaje (%)
DIMENSION ECONOMICA	0.485	0.420	0.581	0.496	49.552
DIMENSION SOCIAL	0.348	0.302	0.218	0.289	28.931
DIMENSION AMBIENTAL	0.167	0.278	0.201	0.215	21.518

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16: Índice y relación de consistencia - Dimensiones de vulnerabilidad.

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.024
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.045

Fuente: Elaboración propia

3.5.2.1. Dimensión económica

Este apartado se considera por encima de los otros como el más importante puesto que posibilitará el conocimiento y análisis sobre la actividad económica de los jefes de hogar y la tipología de vivienda que está presente dentro del área de estudio. Además, como comprender los ingresos promedios, que ayudarán al entendimiento del cual sea la capacidad para afrontar y recuperarse frente al acontecimiento de un desastre.

Ponderación de la dimensión económica por SAATY

Se presenta el vector de priorización; considerando un 64.795% para exposición, 22.987% para fragilidad y 12.218% para resiliencia (Ver tabla 17).

Tabla 17: Matriz de normalización - Dimensión económica.

DIMENSIÓN SOCIAL	Exposición	Fragilidad (D. Económica)	Resiliencia (D. Económica)	Vector Priorización	Porcentaje (%)
Exposición	0.652	0.667	0.625	0.648	64.795
Fragilidad (D. Económica)	0.217	0.222	0.250	0.230	22.987
Resiliencia (D. Económica)	0.130	0.111	0.125	0.122	12.218

Fuente: Elaboración propia

Se obtiene un valor de 0.002 para índice de consistencia (IC) y un valor para la relación de consistencia (RC) de 0.004, demostrando que los parámetros empleados en el cotejo son los más adecuados (Ver tabla 18).

Tabla 18: Índice y relación de consistencia - Dimensión económica.

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.002
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.004

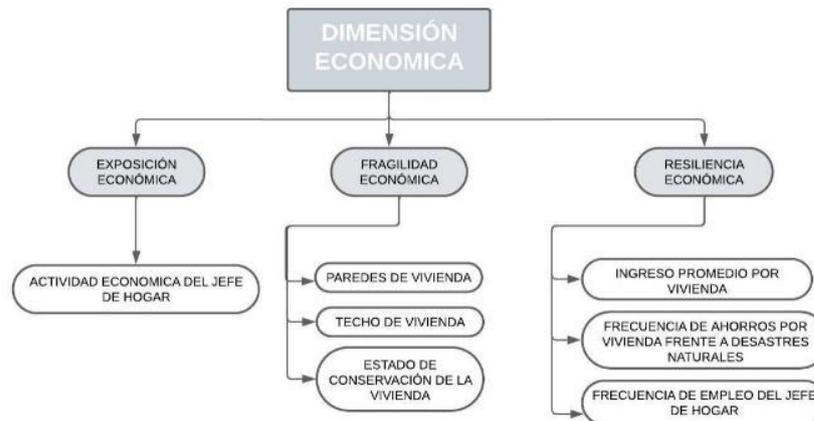
Fuente: Elaboración propia

Ponderación de los indicadores de la dimensión económica

Se realizó una encuesta en las que se consideraron ítems dentro de los indicadores de exposición, fragilidad y resiliencia para evaluar la dimensión económica tales como: actividad económica del jefe de hogar, paredes de vivienda, techo de vivienda, estado de conservación de vivienda, ingreso promedio por vivienda, frecuencia de ahorro de vivienda frente a desastres naturales, frecuencia de empleo del jefe de hogar (Ver figura 19); la cual

también fue ponderada mediante el análisis multicriterio SAATY en una matriz de 5x5 respectivamente.

Figura 18: Flujograma del análisis de vulnerabilidad social.



Fuente: Elaboración propia

Ponderación de la exposición económica por SAATY

Presenta la jerarquía de los parámetros en el análisis de la dimensión económica en cuanto a la actividad económica del jefe de hogar; considerando un 47.244% para obrero eventual, 24.351% para agricultura y ganadería, 16.374% para comercio, 8.241% para pesca y 3.791% para otros (Ver tabla 19).

Tabla 19: Matriz de normalización – Actividad económica del jefe de hogar.

ACTIVIDAD ECONÓMICA DEL JEFE DE HOGAR	Obrero eventual	Agricultura y ganadería	Comercio	Pesca	Otros	Vector Priorización	Porcentaje (%)
Obrero eventual	0.528	0.610	0.531	0.375	0.318	0.472	47.244
Agricultura y ganadería	0.176	0.203	0.265	0.300	0.273	0.244	24.351
Comercio	0.132	0.102	0.133	0.225	0.227	0.164	16.374
Pesca	0.106	0.051	0.044	0.075	0.136	0.082	8.241
Otros	0.059	0.034	0.027	0.025	0.045	0.038	3.791

Fuente: Elaboración propia

El resultado muestra un valor de 0.037 para IC y un valor para RC de 0.034. Por la tanto, los parámetros aplicados en el cotejo son los

más apropiados porque la relación de consistencia se encuentra por debajo de 0.1 (Ver tabla 20).

Tabla 20: Índice y relación de consistencia – Actividad económica del jefe de hogar.

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.037
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.034

Fuente: Elaboración propia

Ponderación de la fragilidad económica por SAATY

Se presenta el vector de priorización para paredes de viviendas considerando un 48.380% en material de madera, 23.897% en material de piedra con mortero de barro, 15.995% en material de quincha (caña con barro), 8.013% en material de adobe y 3.715% en ladrillo o bloque de cemento (Ver tabla 21).

Tabla 21: Matriz de normalización – Paredes de vivienda

PAREDES DE VIVIENDA	Madera	Piedra con mortero de barro	Quincha (caña con barro)	Adobe	Ladrillo o bloque de cemento	Vector Priorizacion	Porcentaje (%)
Madera	0.528	0.610	0.531	0.375	0.375	0.484	48.380
Piedra con mortero de barro	0.176	0.203	0.265	0.300	0.250	0.239	23.897
Quincha (caña con barro)	0.132	0.102	0.133	0.225	0.208	0.160	15.995
Adobe	0.106	0.051	0.044	0.075	0.125	0.080	8.013
Ladrillo o bloque de cemento	0.059	0.034	0.027	0.025	0.042	0.037	3.715

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo un valor de 0.044 para IC y un valor para RC de 0.040. Demostrando así que los parámetros utilizados fueron los más apropiados porque el RC se encuentra por debajo de 0.1 (Ver tabla 22).

Tabla 22: Índice y relación de consistencia – Paredes de vivienda.

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.044
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.040

Fuente: Elaboración propia

Expresa la jerarquía de los parámetros en el análisis de la fragilidad económica (techo de vivienda); considerando un 48.380% en material de cobertura vegetal con barro, 23.897% en material de teja,

15.995% en material de calamina, 8.013% en material de eternit y 3.715% en concreto (Ver tabla 23).

Tabla 23: Matriz de normalización – Techo de vivienda.

TECHO DE VIVIENDA	Coberura vegetal con barro	Teja	Calamina	Eternit	Concreto	Vector Priorizacion	Porcentaje (%)
Coberura vegetal con barro	0.528	0.610	0.531	0.375	0.375	0.484	48.380
Teja	0.176	0.203	0.265	0.300	0.250	0.239	23.897
Calamina	0.132	0.102	0.133	0.225	0.208	0.160	15.995
Eternit	0.106	0.051	0.044	0.075	0.125	0.080	8.013
Concreto	0.059	0.034	0.027	0.025	0.042	0.037	3.715

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo un valor de 0.044 para IC y un valor para RC de 0.040 siendo menor a 0.1, determinando así que los parámetros empleados en el cotejo son los correctos (Ver tabla 24).

Tabla 24: Índice y relación de consistencia – Techo de vivienda.

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.044
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.040

Fuente: Elaboración propia

Presenta el análisis de la fragilidad económica (estado de conservación); considerando un 47.880 % para estado muy malo, 23.897 % para estado malo, 15.828 % para estado muy regular, 8.513% para estado bueno y 3.882 % para estado muy bueno (Ver tabla 25).

Tabla 25: Matriz de normalización – Estado de conservación de vivienda.

ESTADO DE CONSERVACIÓN DE	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno	Vector Priorizacio	Porcentaje (%)
Muy malo	0.528	0.610	0.531	0.375	0.350	0.479	47.880
Malo	0.176	0.203	0.265	0.300	0.250	0.239	23.897
Regular	0.132	0.102	0.133	0.225	0.200	0.158	15.828
Bueno	0.106	0.051	0.044	0.075	0.150	0.085	8.513
Muy bueno	0.059	0.034	0.027	0.025	0.050	0.039	3.882

Fuente: Elaboración propia

Se calcula la relación de consistencia como se muestra (Ver tabla 26), obteniendo un valor de 0.018 para IC y un valor para RC de

0.017 la misma que está por debajo del 10% ($RC < 0.1$), lo que significa que los parámetros empleados en el cotejo entre pares son los más apropiados.

Tabla 26: Índice y relación de consistencia – Estado de conservación de vivienda.

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.018
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.017

Fuente: Elaboración propia

Ponderación de la resiliencia económica por SAATY

La matriz de normalización expresa la jerarquía de los parámetros en el análisis de la fragilidad económica (ingreso promedio por vivienda); considerando un 49.654 % para un ingreso menor a 200 soles, 25.814 % para un ingreso 200 a 500 soles, 14.043 % para para un ingreso de 500 a 750 soles, 6.939 % para un ingreso de 750 a 1000 soles y 3.549 % para un ingreso mayor a 1000 soles (Ver tabla 27).

Tabla 27: Matriz de normalización – Ingreso promedio por vivienda.

INGRESO PROMEDIO POR VIVIENDA	Menor 200 soles	200 a 500 soles	500 a 750 soles	750 a 1000 soles	Mayor a 1000 soles	Vector Priorizacion	Porcentaje (%)
Menor 200 soles	0.560	0.610	0.524	0.429	0.360	0.497	49.654
200 a 500 soles	0.187	0.203	0.315	0.306	0.280	0.258	25.814
500 a 750 soles	0.112	0.102	0.105	0.184	0.200	0.140	14.043
750 a 1000 soles	0.080	0.051	0.035	0.061	0.120	0.069	6.939
Mayor a 1000 soles	0.062	0.034	0.021	0.020	0.040	0.035	3.549

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo un valor de 0.096 para IC y un valor para RC de 0.086, debajo del 10% ($RC < 0.1$), lo que significa que los parámetros empleados en el cotejo entre pares son apropiados (Ver tabla 28).

Tabla 28: Índice y relación de consistencia – Ingreso promedio por vivienda.

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.096
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.086

Fuente: Elaboración propia

Se presenta la jerarquía de los parámetros en el análisis de la fragilidad económica (paredes de vivienda); considerando un 48.380% en material de madera, 23.897% en material de piedra con mortero de barro, 15.995% en material de quincha (caña con barro), 8.013% en material de adobe y 3.715% en ladrillo o bloque de cemento (Ver tabla 29).

Tabla 29: Matriz de normalización – Frecuencia de ahorro de vivienda frente a desastres naturales.

FRECUENCIA DE AHORRO DE VIVIENDA FRENTE A DESASTRES NATURALES	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre	Vector Priorización	Porcentaje (%)
Nunca	0.528	0.610	0.531	0.375	0.375	0.484	48.380
Casi nunca	0.176	0.203	0.265	0.300	0.250	0.239	23.897
A veces	0.132	0.102	0.133	0.225	0.208	0.160	15.995
Casi siempre	0.106	0.051	0.044	0.075	0.125	0.080	8.013
Siempre	0.059	0.034	0.027	0.025	0.042	0.037	3.715

Fuente: Elaboración propia

Los parámetros empleados en el cotejo entre pares son los más apropiados. resultando un valor de 0.044 para IC y un valor para RC de 0.042 (Ver tabla 30).

Tabla 30: Índice y relación de consistencia – Frecuencia de ahorro de vivienda frente a desastres naturales.

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.044
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.042

Fuente: Elaboración propia

Se muestra el análisis de fragilidad económica (frecuencia de empleo del jefe de hogar); considerando un 48.380% para la opción nunca tuvo un empleo, 23.897 % para casi nunca tuvo un empleo, 15.995 % para a veces tiene empleo, 8.013% para casi siempre tiene empleo y 3.715% en ladrillo o bloque de cemento (Ver tabla 31)

Tabla 31: Matriz de normalización – Frecuencia de empleo del jefe de hogar.

FRECUENCIA DE EMPLEO DEL JEFE DE HOGAR	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre	Vector Priorizacion	Porcentaje (%)
Nunca	0.528	0.610	0.531	0.375	0.375	0.484	48.380
Casi nunca	0.176	0.203	0.265	0.300	0.250	0.239	23.897
A veces	0.132	0.102	0.133	0.225	0.208	0.160	15.995
Casi siempre	0.106	0.051	0.044	0.075	0.125	0.080	8.013
Siempre	0.059	0.034	0.027	0.025	0.042	0.037	3.715

Fuente: Elaboración propia

Se muestra el valor de 0.044 para IC (índice de consistencia) y un valor para RC (relación de consistencia) de 0.042 (Ver tabla 32).

Tabla 32: Índice y relación de consistencia – Frecuencia de empleo del jefe de hogar.

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.044
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.042

Fuente: Elaboración propia

3.5.2.2. Dimensión social

Permitirá caracterizar al grupo de población, lugar donde habitan; a comprender los servicios básicos, tipo de seguro que poseen y organización frente al desarrollo de un desastre natural dentro del área de estudio. También a conocer si la Municipalidad Distrital de Andamarca está proporcionando capacitaciones en temas sobre riesgos por desastres.

Ponderación de la dimensión social por SAATY

La matriz de normalización (Ver tabla 33), presenta la jerarquía de los parámetros en el análisis del fenómeno; considerando un 64.795% para exposición, 22.987% para fragilidad y 12.218% para resiliencia. Aceptando que los parámetros ejecutados son correctos según el resultado de RC (Ver tabla 34).

Tabla 33: Matriz de normalización - Dimensión social.

DIMENSIÓN SOCIAL	Exposición	Fragilidad (D. Social)	Resiliencia (D. Social)	Vector Priorización	Porcentaje (%)
Exposición	0.652	0.667	0.625	0.648	64.795
Fragilidad (D. Social)	0.217	0.222	0.250	0.230	22.987
Resiliencia (D. Social)	0.130	0.111	0.125	0.122	12.218

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34: Índice y relación de consistencia - Dimensión social.

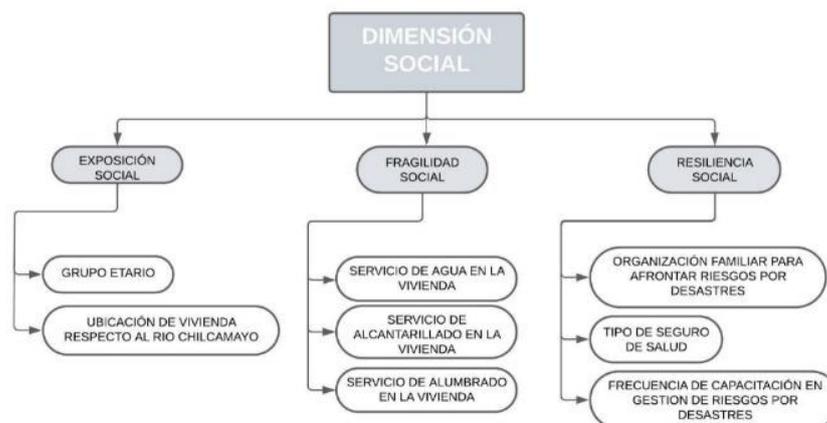
INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.002
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.004

Fuente: Elaboración propia

Ponderación de los indicadores de la dimensión social

Se realizó una encuesta en las que se consideraron ítems tales como: grupo etario, ubicación de la vivienda respecto al río Chilcamayo, servicios de agua, servicios de alcantarillado, servicios de alumbrado, tipos de seguro de salud, frecuencia de capacitación en GRD y organización familiar para afrontar riesgos por desastres dentro de los indicadores de exposición, fragilidad y resiliencia para evaluar la dimensión social, ponderada mediante el análisis multicriterio SAATY en una matriz de 5x5.

Figura 19: Flujograma del análisis de vulnerabilidad económica.



Fuente: Elaboración propia

Ponderación de la exposición social por SAATY

Expresa la jerarquía de los parámetros en el análisis del grupo etario; considerando un 41.006% para un grupo etario de entre 0 a 5 y mayor de 65 años, un 27.549% para un grupo etario de entre 6 a 12 y 55 a 64 años, un 17.944% para un grupo etario de entre 13 a 18 y 40 a 54 años, 8.836% para un grupo etario de entre 19 a 25 años y 4.665% entre de 26 a 39 años (Ver tabla 35). Se acepta que los parámetros en el cotejo entre pares es el apropiado por la resultante de la relación de consistencia 0.059 (Ver tabla 36)

Tabla 35: Matriz de normalización – Grupo etario.

GRUPO ETARIO	0 a 5 y mayor a 65 años	6 a 12 y entre 55 a 64 años	13 a 18 y entre 40 a 54 años	19 a 25 años	26 a 39 años	Vector Priorizacion	Porcentaje (%)
0 a 5 y mayor a 65 años	0.438	0.511	0.459	0.324	0.318	0.410	41.006
6 a 12 y entre 55 a 64 años	0.219	0.255	0.306	0.324	0.273	0.275	27.549
13 a 18 y entre 40 a 54 años	0.146	0.128	0.153	0.243	0.227	0.179	17.944
19 a 25 años	0.109	0.064	0.051	0.081	0.136	0.088	8.836
26 a 39 años	0.088	0.043	0.031	0.027	0.045	0.047	4.665

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36: Índice y relación de consistencia – Grupo etario.

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.066
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.059

Fuente: Elaboración propia

Se considera un 43.380% para el descriptor dentro del río Chilcamayo, 23.897% para el descriptor muy cerca del río Chilcamayo, 15.995% para el descriptor cerca del río Chilcamayo, 8.013% para el descriptor lejos del río Chilcamayo y 3.715% para el descriptor muy lejos del río Chilcamayo para la ubicación de las viviendas respecto al río Chilcamayo (Ver tabla 37).

Tabla 37: Matriz de normalización – Ubicación de vivienda respecto al río Chilcamayo.

UBICACIÓN DE DE VIVIENDA RESPECTO AL RÍO CHILCAMAYO	Dentro	Muy cerca	Cerca	Lejos	Muy lejos	Vector Priorizacion	Porcentaje (%)
Dentro	0.528	0.610	0.531	0.375	0.375	0.484	48.380
Muy cerca	0.176	0.203	0.265	0.300	0.250	0.239	23.897
Cerca	0.132	0.102	0.133	0.225	0.208	0.160	15.995
Lejos	0.106	0.051	0.044	0.075	0.125	0.080	8.013
Muy lejos	0.059	0.034	0.027	0.025	0.042	0.037	3.715

Fuente: Elaboración propia

Los parámetros empleados en el cotejo entre pares son los más apropiados porque el resultado obtenido para relación de consistencia (RC) es de 0.042 (Ver tabla 38).

Tabla 38: Índice y relación de consistencia – Ubicación de vivienda respecto al río Chilcamayo.

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.044
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.042

Fuente: Elaboración propia

Ponderación de la fragilidad social por SAATY

Expresa la jerarquía de los parámetros en el análisis (servicios de agua de vivienda); considerando un 47.837% para el descriptor no tiene servicio de agua, 24.114% para abastecimiento de agua de acequia, 16.176% para abastecimiento de agua de manantial, 8.122% para abastecimiento de agua de cisterna u otro similar y 3.752% para abastecimiento de agua por red pública (Ver tabla 39).

Tabla 39: Matriz de normalización – Servicios de agua en la vivienda.

SERVICIOS DE AGUA EN LA VIVIENDA	No tiene	Acequia	Manantial	Cisterna u otro similar	Red pública	Vector Priorizacion	Porcentaje (%)
No tiene	0.528	0.610	0.531	0.375	0.348	0.478	47.837
Acequia	0.176	0.203	0.265	0.300	0.261	0.241	24.114
Manantial	0.132	0.102	0.133	0.225	0.217	0.162	16.176
Cisterna u otro similar	0.106	0.051	0.044	0.075	0.130	0.081	8.122
Red pública	0.059	0.034	0.027	0.025	0.043	0.038	3.752

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40: Índice y relación de consistencia – Servicios de agua en la vivienda.

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.041
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.037

Fuente: Elaboración propia

La jerarquía de los parámetros en el análisis (servicio de alcantarillado); considerando un 47.244% para el descriptor no tiene servicio de alcantarillado, 24.351% para uso de pozo ciego, 16.374% para uso de pozo séptico, 8.241% uso de unidad básica de saneamiento y 3.791% para uso de red pública de alcantarillado (Ver tabla 41).

Tabla 41: Matriz de normalización – Servicios de alcantarillado en la vivienda.

SERVICIOS DE ALCANTARILLADO EN LA VIVIENDA	No tiene	Pozo ciego	Pozo séptico	Unidad básica de saneamiento	Red pública de alcantarillado	Vector Priorizacion	Porcentaje (%)
No tiene	0.528	0.610	0.531	0.375	0.318	0.472	47.244
Pozo ciego	0.176	0.203	0.265	0.300	0.273	0.244	24.351
Pozo séptico	0.132	0.102	0.133	0.225	0.227	0.164	16.374
Unidad básica de saneamiento	0.106	0.051	0.044	0.075	0.136	0.082	8.241
Red pública de alcantarillado	0.059	0.034	0.027	0.025	0.045	0.038	3.791

Fuente: Elaboración propia

Se calcula la relación de consistencia dando como resultado un valor de 0.034, lo que significa que los parámetros empleados en el cotejo entre pares son los más apropiados (Ver tabla 42).

Tabla 42: Índice y relación de consistencia – Servicios de alcantarillado en la vivienda.

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.037
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.034

Fuente: Elaboración propia

La tabla 43, presenta la jerarquía de los parámetros (servicios de alumbrado); con un 47.837% para el descriptor no tiene servicio de alumbrado, 24.114% para uso de vela, 16.176% para uso de kerosene y/o lámparas, 8.122% para uso de panel solar y 3.752% para uso de electricidad. Dando como resulta para la relación de consistencia un valor de 0.037 por lo que el cotejo entre pares es el apropiado (Ver tabla 44)

Tabla 43: Matriz de normalización – Servicios de alumbrado en la vivienda.

SERVICIOS DE ALUMBRADO EN LA VIVIENDA	No tiene	Vela	Kerosene, lámpara	Panel solar	Electricidad	Vector Priorizacion	Porcentaje (%)
No tiene	0.528	0.610	0.531	0.375	0.348	0.478	47.837
Vela	0.176	0.203	0.265	0.300	0.261	0.241	24.114
Kerosene, lámpara	0.132	0.102	0.133	0.225	0.217	0.162	16.176
Panel solar	0.106	0.051	0.044	0.075	0.130	0.081	8.122
Electricidad	0.059	0.034	0.027	0.025	0.043	0.038	3.752

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44: Índice y relación de consistencia – Servicios de alumbrado en la vivienda.

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.041
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.037

Fuente: Elaboración propia

Ponderación de la resiliencia social por SAATY

Expresa la jerarquía de los parámetros (tipo de seguro); considerando un 48.380% para el descriptor no tiene algún tipo de seguro, 23.897% para cuenta con SIS en otro centro poblado, 15.995% para cuenta con SIS en el mismo centro poblado, 8.013% para cuenta con seguro en ESSALUD y 3.715% para cuenta con seguro de salud privado (Ver tabla 45). El cotejo de pares es el apropiado porque la relación de consistencia se encuentra por debajo del límite (0.1) (Ver tabla 46)

Tabla 45: Matriz de normalización – Tipo de seguro de salud.

TIPO DE SEGURO DE SALUD	No tiene	SIS en otro centro poblado	SIS en el mismo centro poblado	ESSALUD	Privado	Vector Priorizacion	Porcentaje (%)
No tiene	0.528	0.610	0.531	0.375	0.375	0.484	48.380
SIS en otro centro poblado	0.176	0.203	0.265	0.300	0.250	0.239	23.897
SIS en el mismo centro poblado	0.132	0.102	0.133	0.225	0.208	0.160	15.995
ESSALUD	0.106	0.051	0.044	0.075	0.125	0.080	8.013
Privado	0.059	0.034	0.027	0.025	0.042	0.037	3.715

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46: Índice y relación de consistencia – Tipo de seguro de salud.

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.044
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.040

Fuente: Elaboración propia

Para los parámetros en el análisis Frecuencia de capacitación en Gestión de Riesgos por Desastres (GRD) se ha considerado un ponderado de 48.380% para el descriptor nunca recibió capacitación, 23.897% para casi nunca recibió capacitación, 15.995% para a veces recibe capacitación, 8.013% para casi siempre recibe capacitación y 3.715% para siempre recibe capacitación (Ver tabla 47). El cotejo de pares es el apropiado porque la relación de consistencia se encuentra por debajo de 0.1(Ver tabla 48)

Tabla 47: Matriz de normalización – Frecuencia de capacitación en GRD.

FRECUENCIA DE CAPACITACIÓN EN GESTIÓN DE RIESGOS POR DESASTRES	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre	Vector Priorizacion	Porcentaje (%)
Nunca	0.528	0.610	0.531	0.375	0.375	0.484	48.380
Casi nunca	0.176	0.203	0.265	0.300	0.250	0.239	23.897
A veces	0.132	0.102	0.133	0.225	0.208	0.160	15.995
Casi siempre	0.106	0.051	0.044	0.075	0.125	0.080	8.013
Siempre	0.059	0.034	0.027	0.025	0.042	0.037	3.715

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48: Índice y relación de consistencia – Frecuencia de capacitación en GRD.

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.044
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.040

Fuente: Elaboración propia

Presenta el vector de priorización (peso ponderado) y expresa la jerarquía de los parámetros en el análisis (organización familiar para afrontar riesgos por desastres) (Ver tabla 49); considerando un 48.380% para el descriptor NUNCA hay organización familiar, 23.897% para el descriptor CASI NUNCA hay organización familiar, 15.995% para el descriptor A VECES hay organización familiar, 8.013 para el descriptor CASI SIEMPPRE hay organización familiar, y 3.715% para el descriptor SIEMPRE hay

organización familiar. El cotejo de pares es el apropiado porque la relación de consistencia se encuentra por debajo de 0.1 (Ver tabla 50)

Tabla 49: Matriz de normalización – Organización familiar para afrontar riesgos por desastres.

ORGANIZACIÓN FAMILIAR PARA AFRONTAR RIESGOS POR DESASTRES	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre	Vector Priorizacion	Porcentaje (%)
Nunca	0.528	0.610	0.531	0.375	0.375	0.484	48.380
Casi nunca	0.176	0.203	0.265	0.300	0.250	0.239	23.897
A veces	0.132	0.102	0.133	0.225	0.208	0.160	15.995
Casi siempre	0.106	0.051	0.044	0.075	0.125	0.080	8.013
Siempre	0.059	0.034	0.027	0.025	0.042	0.037	3.715

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50: Índice y relación de consistencia – Organización familiar para afrontar riesgos por desastres.

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.044
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.040

Fuente: Elaboración propia

3.5.2.3. Dimensión ambiental

Esta dimensión también es de importancia debido a que permitirá entender y conocer cómo es que se manifiesta la erosión del suelo y la escasez de agua dentro del área de estudio. Así mismo saber la opinión del poblador en conocimientos acerca del aprovechamiento sostenible de los recursos y la ubicación de su anexo respecto al área de impacto directo, con un peso de **0.215**.

Ponderación de la dimensión ambiental por SAATY

La tabla 51, presenta el vector de priorización, los parámetros en el análisis (dimensión ambiental); considerando un 64.795% para exposición, 2.987% para fragilidad y 12.218% para resiliencia. Por otro lado, el cotejo de pares el adecuado por el resultado de RC con un 0.004 (Ver tabla 52).

Tabla 51: Matriz de normalización - Dimensión ambiental.

DIMENSIÓN AMBIENTAL	Exposición	Fragilidad (D. Ambiental)	Resiliencia (D. Ambiental)	Vector Priorización	Porcentaje (%)
Exposición	0.652	0.667	0.625	0.648	64.795
Fragilidad (D. Ambiental)	0.217	0.222	0.250	0.230	22.987
Resiliencia (D. Ambiental)	0.130	0.111	0.125	0.122	12.218

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52: Índice y relación de consistencia - Dimensión ambiental.

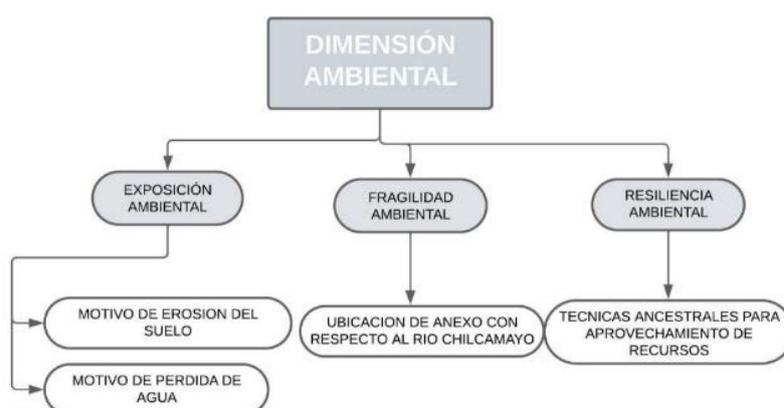
INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.002
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.004

Fuente: Elaboración propia

Ponderación de los indicadores de la dimensión ambiental

Se realizó una encuesta en las que se consideraron ítems como: motivo de la erosión del suelo, motivo de pérdida de agua, ubicación del anexo respecto al río Chilcamayo y técnicas ancestrales para el aprovechamiento de los recursos dentro de los indicadores de exposición, fragilidad y resiliencia para evaluar la dimensión social, también fue ponderada mediante el análisis multicriterio SAATY en una matriz de 5x5 respectivamente.

Figura 20: Flujograma del análisis de vulnerabilidad ambiental.



Fuente: Elaboración propia

Ponderación de la exposición ambiental por SAATY

Presenta la jerarquía de los parámetros en el análisis (motivo de erosión del suelo) (Ver tabla 53); considerando un 47.837% para el descriptor agricultura, 24.114% para el descriptor SOBREPASTOREO, 16.176% para el descriptor lluvias, 8.122% para el descriptor construcción de carreteras y 3.752% para el descriptor ninguna. Por otro lado, el cotejo de pares el adecuado por el resultado de RC con un 0.037 (Ver tabla 54).

Tabla 53: Matriz de normalización – Motivo de erosión del suelo.

MOTIVO DE EROSIÓN DE SUELO	agricultura	sobrepastoreo	lluvias	construccion de carreteras	ninguna	Vector Priorizacion	Porcentaje (%)
agricultura	0.528	0.610	0.531	0.375	0.348	0.478	47.837
sobrepastoreo	0.176	0.203	0.265	0.300	0.261	0.241	24.114
lluvias	0.132	0.102	0.133	0.225	0.217	0.162	16.176
construccion de carreteras	0.106	0.051	0.044	0.075	0.130	0.081	8.122
ninguna	0.059	0.034	0.027	0.025	0.043	0.038	3.752

Fuente: Elaboración propia

Tabla 54: Índice y relación de consistencia – Motivo de erosión del suelo.

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.041
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.037

Fuente: Elaboración propia

Presenta el vector de priorización y expresa la jerarquía de los parámetros en el análisis (motivo de pérdida de agua) (Ver tabla 55); considerando un 47.244% para el descriptor agricultura, 24.351% para el descriptor obstaculización en las redes de distribución, 16.374% para el descriptor avería de tuberías, 8.241% para el descriptor escasez de lluvia y 3.791% para el descriptor ninguna. Por otro lado, el cotejo de pares el adecuado por el resultado de RC con un 0.034 (Ver tabla 56).

Tabla 55: Matriz de normalización – Motivo de pérdida de agua.

MOTIVO DE PERDIDA DE AGUA	agricultura	obstaculización en las redes de distribución	avería de tuberías	escasez de lluvias	ninguna	Vector Priorización	Porcentaje (%)
agricultura	0.528	0.610	0.531	0.375	0.318	0.472	47.244
obstaculización en las redes de distribución	0.176	0.203	0.265	0.300	0.273	0.244	24.351
avería de tuberías	0.132	0.102	0.133	0.225	0.227	0.164	16.374
escasez de lluvias	0.106	0.051	0.044	0.075	0.136	0.082	8.241
ninguna	0.059	0.034	0.027	0.025	0.045	0.038	3.791

Fuente: Elaboración propia

Tabla 56: Índice y relación de consistencia – Motivo de pérdida de agua.

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.037
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.034

Fuente: Elaboración propia

ponderación de la fragilidad ambiental por SAATY

Expresa la jerarquía de los parámetros (ubicación del anexo respecto al río Chilcamayo); considerando un 47.837% para el descriptor muy cerca, 24.114% para el descriptor cercano, 16.176% para el descriptor medianamente cerca, 8.122% para el descriptor alejada y 3.752% para el descriptor muy alejada (Ver tabla 57).

Tabla 57: Matriz de normalización – Ubicación del anexo respecto al río Chilcamayo.

UBICACIÓN DE DE ANEXO RESPECTO AL RÍO CHILCAMAYO	Muy cerca	Cercano	Medianamente cerca	Alejada	Muy alejada	Vector Priorización	Porcentaje (%)
Muy cerca	0.528	0.610	0.531	0.375	0.348	0.478	47.837
Cercano	0.176	0.203	0.265	0.300	0.261	0.241	24.114
Medianamente cerca	0.132	0.102	0.133	0.225	0.217	0.162	16.176
Alejada	0.106	0.051	0.044	0.075	0.130	0.081	8.122
Muy alejada	0.059	0.034	0.027	0.025	0.043	0.038	3.752

Fuente: Elaboración propia

Los parámetros empleados en el cotejo entre pares son apropiados con un valor para RC de 0.037 (Ver tabla 58).

Tabla 58: Índice y relación de consistencia – Ubicación del anexo respecto al río Chilcamayo.

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.041
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.037

Fuente: Elaboración propia

Ponderación de la resiliencia ambiental por SAATY

Presenta el vector de priorización expresando la jerarquía de los parámetros en el análisis (técnicas ancestrales para el aprovechamiento de recursos); considerando un 48.380% para el descriptor rotación de cultivos, 23.897% para el descriptor labranza/arado, 15.995% para el descriptor manejo de calendario agrícola, 8.013% para el descriptor reforestación y 3.715% para el descriptor ninguno (Ver tabla 59). Los parámetros empleados en el cotejo entre pares son los más apropiados con un valor para relación de consistencia (RC) de 0.040 (Ver tabla 60).

Tabla 59: Matriz de normalización – Técnicas ancestrales para el aprovechamiento de recursos.

TÉCNICAS ANCESTRALES PARA EL APROVECHAMIENTO DE RECURSOS	Rotacion de cultivos	Labranza/ arado	Manejo de calendario agrícola	Reforestación	ninguno	Vector Priorizacion	Porcentaje (%)
Rotacion de cultivos	0.528	0.610	0.531	0.375	0.375	0.484	48.380
Labranza/ arado	0.176	0.203	0.265	0.300	0.250	0.239	23.897
Manejo de calendario agrícola	0.132	0.102	0.133	0.225	0.208	0.160	15.995
Reforestación	0.106	0.051	0.044	0.075	0.125	0.080	8.013
ninguno	0.059	0.034	0.027	0.025	0.042	0.037	3.715

Fuente: Elaboración propia

Tabla 60: Índice y relación de consistencia – Técnicas ancestrales para el aprovechamiento de recursos.

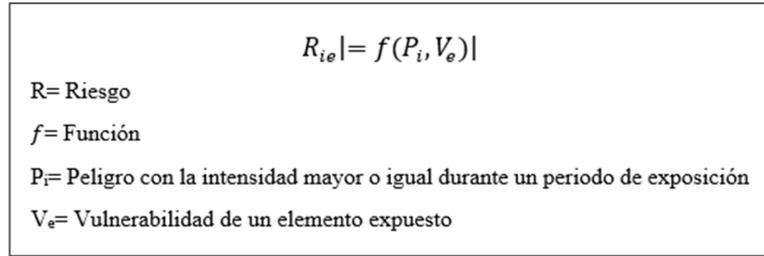
INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.044
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.040

Fuente: Elaboración propia

3.5.3. Estimación del nivel de riesgo

Para la estimación del nivel de riesgo, se realizó el cálculo con resultados obtenidos de los niveles de peligro y los niveles de vulnerabilidad. Mediante la siguiente fórmula, ver figura 19:

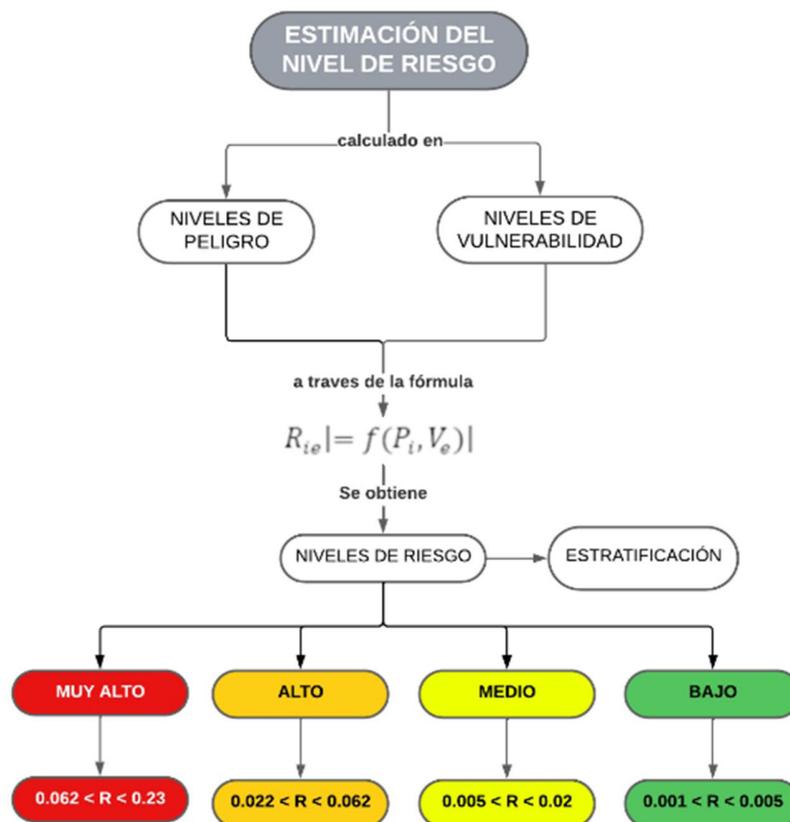
Figura 21:Formula para el cálculo de los niveles de riesgo.



Fuente: Manual CENEPRED

Para realizar el cálculo se utilizó el programa Excel. Una vez obtenidos los resultados, se procedió a realizar la estratificación de los niveles de riesgo obtenidos.

Figura 22: Estimación del nivel de riesgo



Fuente: Elaboración propia

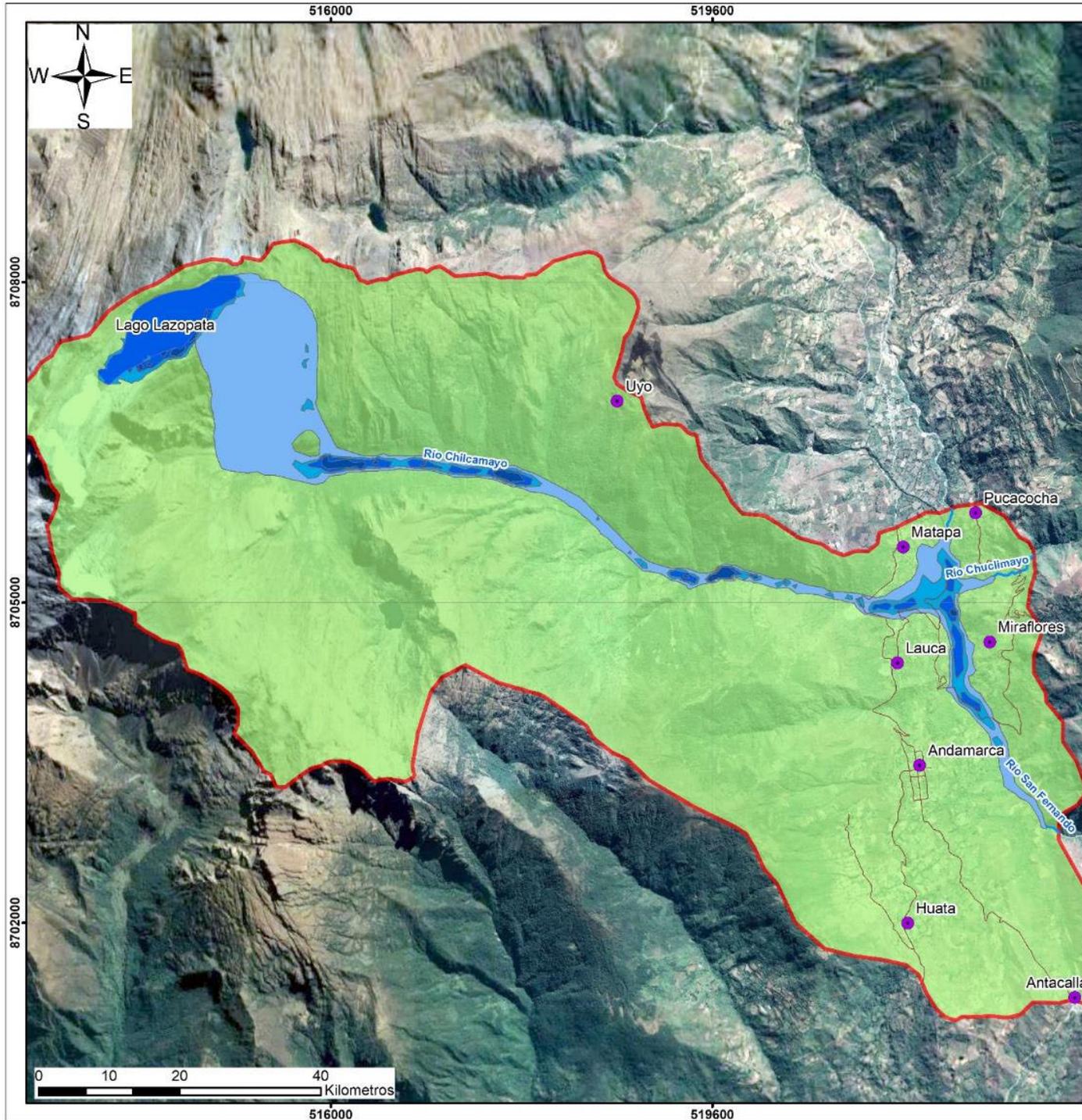
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Nivel de peligro

4.1.1. Mapa del flujo de aluvión (parámetro)

Presenta la delimitación de la zona de influencia, y el recorrido del flujo; así mismo también denota las diferentes alturas que van desde los 0 metros hasta llegar a más de 58.39 metros; diferenciadas entre las variadas tonalidades; donde 25 metros representa una altura muy alta y 0 metros muy baja; también para el desarrollo del estudio se consideró la afluencia de ríos como el de Chuclimayo y San Fernando todo ello constituye el resultado derivado del modelado del software, específicamente en la sección de flujo de detritos y en colaboración con la información recolectada del nevado Suerococha, la laguna Lazopata y la microcuenca del río Chilcamayo, dentro del distrito de Andamarca y anexos involucrados (Uyo, Pucacocha, Matapa, Miraflores, Lauca, Andamarca, Huata y Antacalla) (Ver Mapa 2).

Mapa 2: Altura de flujo de aluvión.



SIMBOLOGÍA

- Anexos Involucrados
- Lago Lazopata
- Carreteras
- Rios
- Zona de Estudio

LEYENDA
ALTURA DE FLUJO DE ALUVIÓN

	> 25 m	Muy Alto
	14 m < 25 m	Alto
	7 m < 14 m	Medio
	1 m < 7 m	Bajo
	0 m < 1 m	Muy Bajo

PROYECTO:
"EVALUACIÓN DE RIESGO DE DESASTRES POR ALUVIÓN A PARTIR DE LA DESGLACIACIÓN DEL NEVADO SUEROCOCHA EN EL DISTRITO DE ANDAMARCA, REGIÓN JUNÍN 2023"

MAPA DE ALTURA DE FLUJO DE ALUVIÓN		 Universidad Continental
EQUIPO EVALUADOR: PAUCAR CANO Hugo Alipio ARCA SULLCA Meralda Geysil BACA YZARA Nicol Alexa		
DEPARTAMENTO: JUNÍN	SISTEMA DE PROYECCIÓN: UTM - WGS84 - Zona 18 S	
PROVINCIA: CONCEPCIÓN	ESCALA: 1: 50.000	MAPA: MP-AFA-02
DISTRITO: ANDAMARCA	FECHA: Diciembre, 2023	

4.1.2. Susceptibilidad del ámbito geográfico

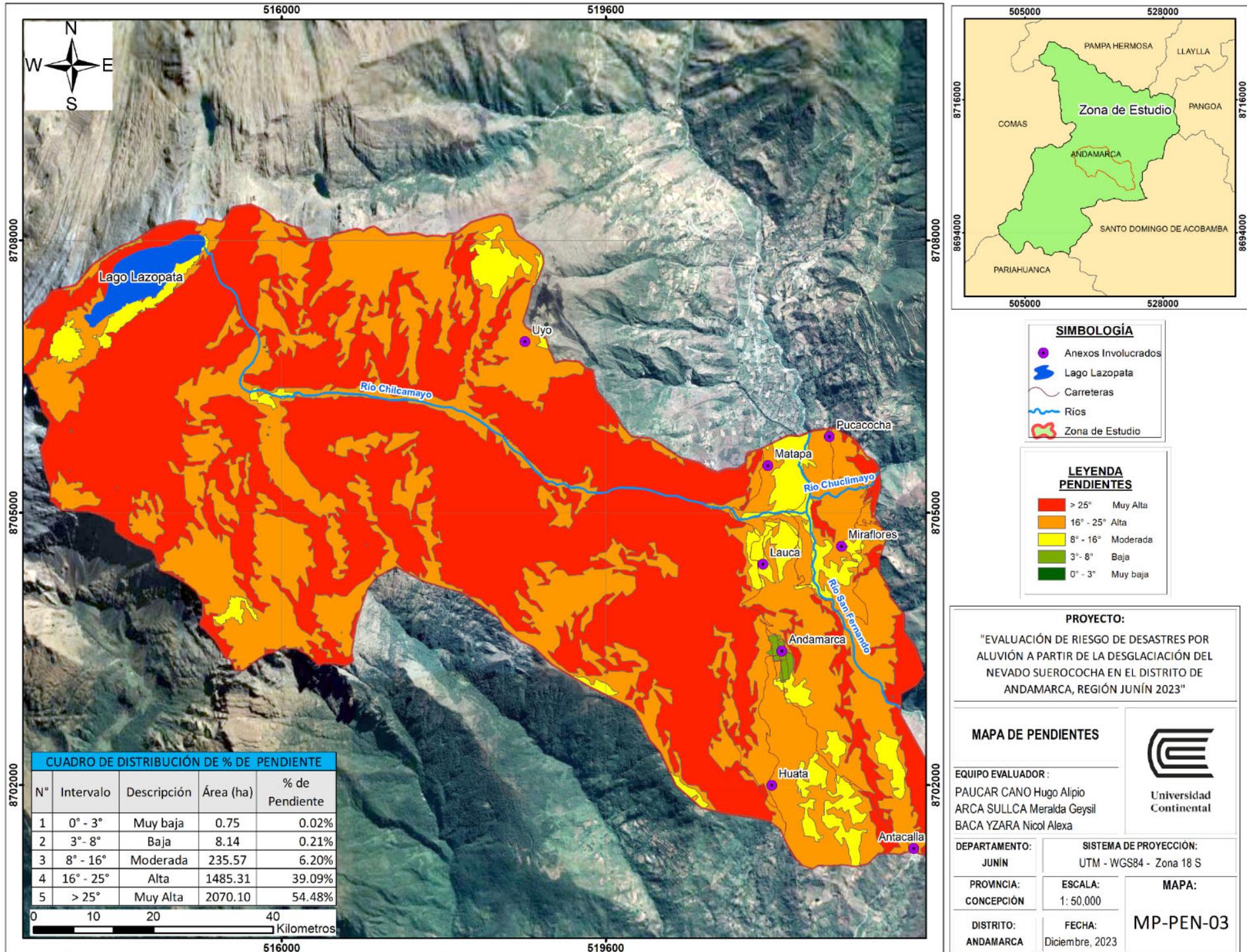
4.1.2.1. Factor condicionante

Estos factores son de suma relevancia, debido a que serán participes de alguna u otra forma en la ocurrencia del fenómeno; en esta investigación se considera en el orden de importancia: pendiente, geología y geomorfología respectivamente.

Pendiente

En la delimitación del área de estudio, se identificó pendientes distribuidas en distintos 5 niveles, representado en su mayoría por pendientes a los 25°, denominado como MUY ALTA, ocupando un total de 20270.10 hectáreas; seguido de las pendientes que se encuentran en un intervalo entre 16° a 25°, denominado como ALTAS ocupando un total de 1485.31 hectáreas; las que se encuentran en un intervalo de entre 8° a 16°, se denominó como MODERADO y ocupando un total de 235.07 hectáreas; un intervalo entre 3° a 8°, denominado como BAJO ocupando un total de 8.14 hectáreas; y el intervalo entre 0° a 3°, se denominó como MUY BAJO ocupando un total de 0.75 hectáreas respectivamente (Ver mapa 3).

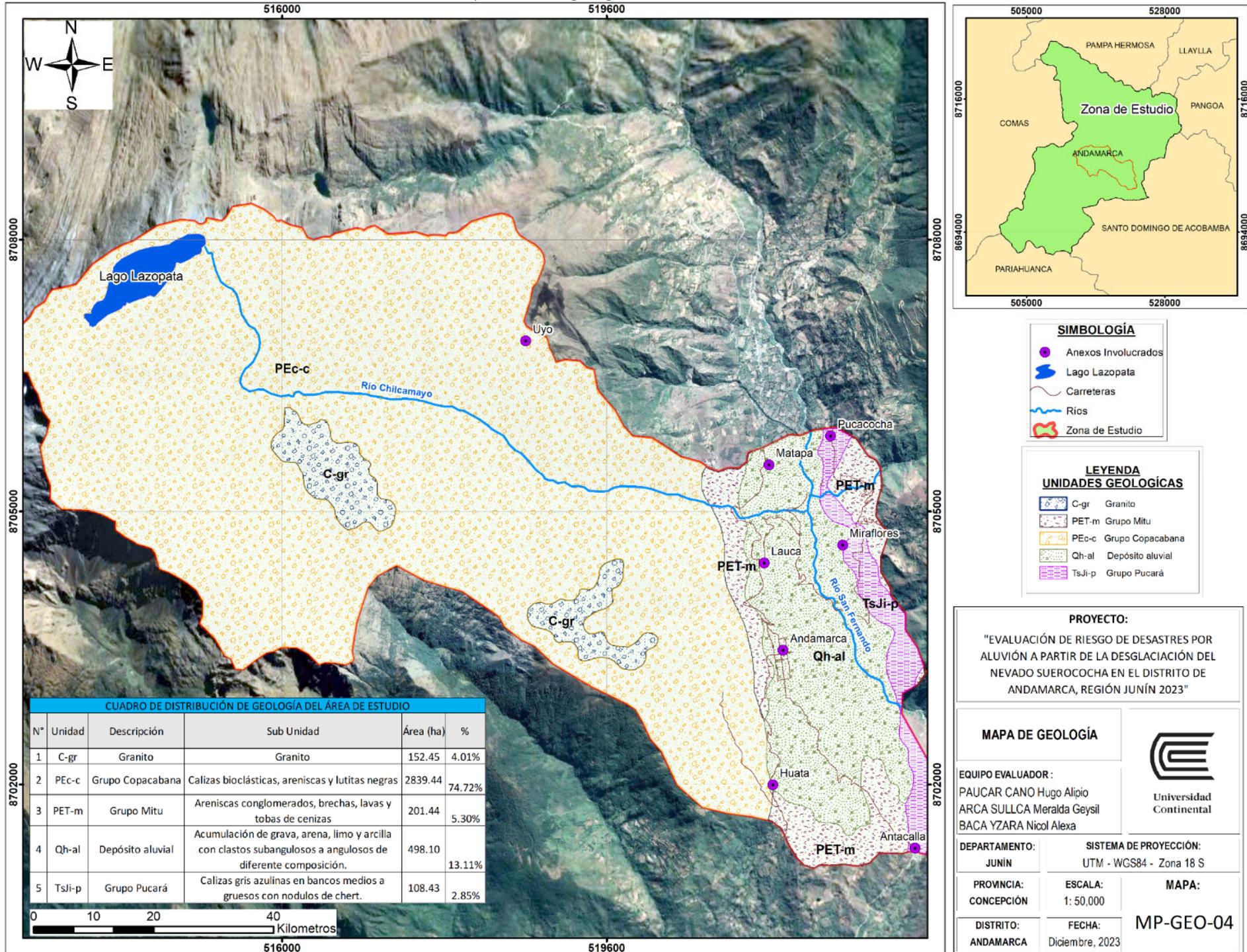
Mapa 3: Pendiente del área de estudio.



Unidades geológicas

El mapa de geología representa las unidades geológicas que predominan en la zona de estudio, constituidas por el grupo Copacabana, con presencia de calizas, bioclásticas, areniscas y lutitas negras llegando a comprender un área de 839.44 hectáreas que representa un 74.72% del terreno total; el grupo Depósito aluvial compuesto de acumulación de grava, arena, limo y arcilla con clastos subangulosos a angulosos de diferente composición alcanzando los 498.10 hectáreas que representa un 13.11% del terreno total; el grupo mitu formado de acumulación de areniscas conglomeradas, brechas, lavas y tobos de cenizas llegando a comprender un área de 201.44 hectáreas que representa un 5.30% del terreno total, la formación granito llegando a comprender un área de 152.45 hectáreas que representa un 13.11% del terreno total; el grupo Pucará compuesto de calizas grises en bancos medios a gruesos con nódulos de chert llegando a comprender un área 108.43 hectáreas que representa un 2.85% del terreno total (Ver Mapa 4).

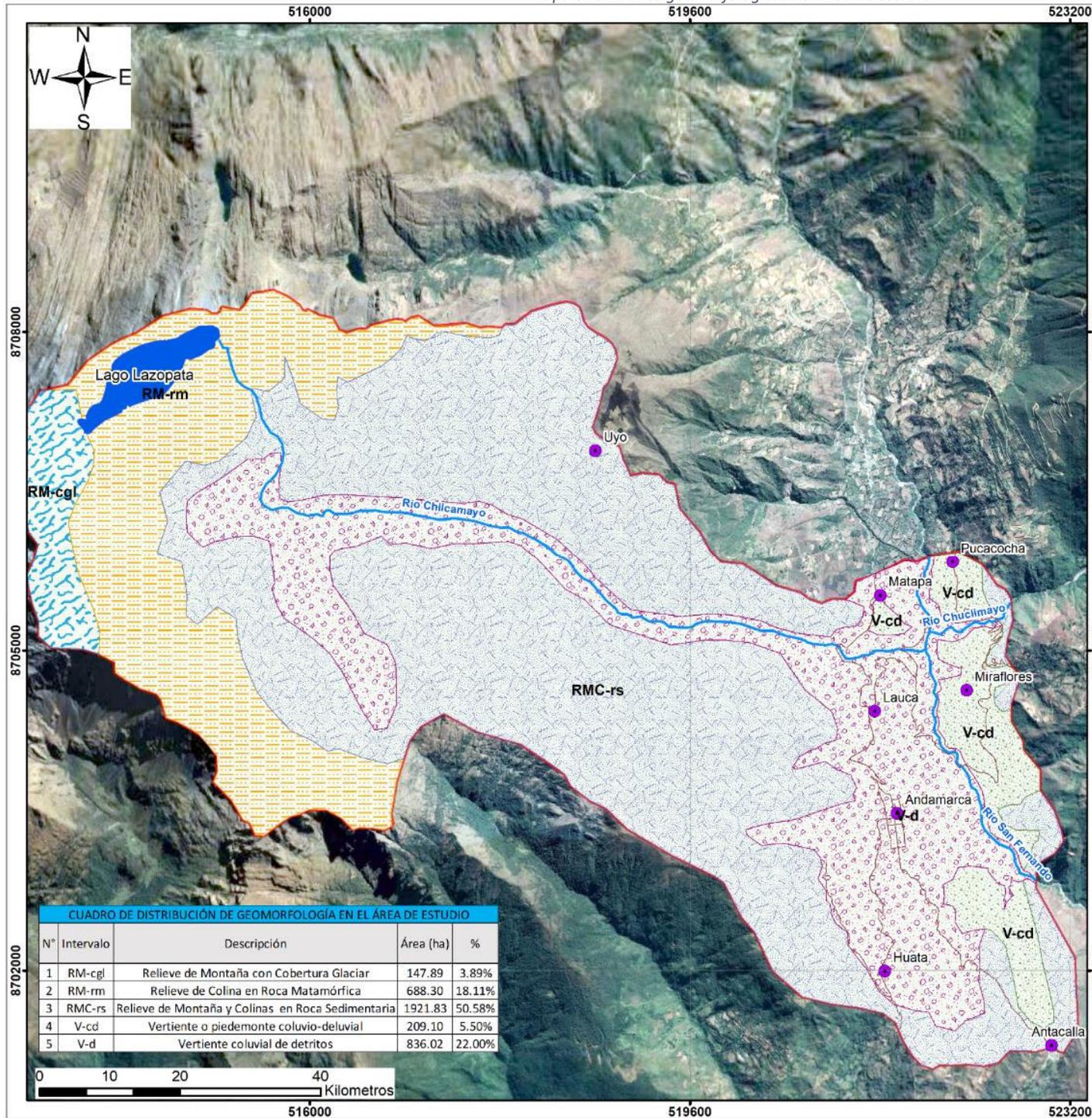
Mapa 4: Unidades geológicas del área de estudio



Unidades geomorfológicas

En la geomorfología del área de estudio, se encontró al Relieve de Montaña con Cobertura Glaciar (RM-cgl) situado al lado oeste cabecera de la microcuenca, con una extensión de 147.89 hectáreas representando el 3.89% del total, siendo la unidad con menor extensión dentro del área, esta colinda por el noroeste con el lago Lazopata y con la unidad geomorfológica de Relieve de Colina en Roca Metamórfica (RM-rm), el cual cuenta con una extensión de 688.30 hectáreas, comprendiendo el 18.11% del área total. También se encontró al Relieve de Montaña y Colinas en Roca Sedimentaria con una extensión de 1921.83 hectáreas en el sector Uyo, Huata y Antacalla, siendo la unidad con mayor extensión dentro del área de estudio con el 50.58%. Por último, las unidades Vertiente Coluvial de Detritos (V-d) con una extensión de 836.02 hectáreas siendo el 22% del área total, encontrándose en su mayoría dentro del cauce del río Chilcamayo y dentro de los anexos de Matapa, Lauca y Andamarca; de tal forma que termina colindando con la unidad Vertiente o Piedemonte Coluvial-Deluvial (V-cd) con una extensión de 209.10 hectáreas siendo así el 5.5% del área total, se presencia se extiende dentro de los anexos de Miraflores, Pucacocha y Antacalla (Ver mapa 5).

Mapa 5: Unidades geomorfológicas del área de estudio.



SIMBOLOGÍA

- Anexos Involucrados
- Lago Lazopata
- Carreteras
- ~ Ríos
- Zona de Estudio

LEYENDA

- RM-cgl Relieve de Montaña con Cobertura Glaciar
- RM-rm Relieve de Colina en Roca Matamórfica
- RMC-rs Relieve de Montaña y Colinas en Roca Sedimentaria
- V-cd Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial
- V-d Vertiente coluvial de detritos

PROYECTO:
 "EVALUACIÓN DE RIESGO DE DESASTRES POR ALUVIÓN A PARTIR DE LA DESGLACIACIÓN DEL NEVADO SUEROCOCHA EN EL DISTRITO DE ANDAMARCA, REGIÓN JUNÍN 2023"

MAPA DE GEOMORFOLOGÍA

EQUIPO EVALUADOR:
 PAUCAR CANO Hugo Alipio
 ARCA SULLCA Meralda Geysil
 BACA YZARA Nicol Alexa



DEPARTAMENTO: JUNÍN		SISTEMA DE PROYECCIÓN: UTM - WGS84 - Zona 18 S	
PROVINCIA: CONCEPCIÓN		ESCALA: 1: 50,000	
DISTRITO: ANDAMARCA		FECHA: Diciembre, 2023	
MAPA: MP-GEM-05			

CUADRO DE DISTRIBUCIÓN DE GEOMORFOLOGÍA EN EL ÁREA DE ESTUDIO				
N°	Intervalo	Descripción	Área (ha)	%
1	RM-cgl	Relieve de Montaña con Cobertura Glaciar	147.89	3.89%
2	RM-rm	Relieve de Colina en Roca Matamórfica	688.30	18.11%
3	RMC-rs	Relieve de Montaña y Colinas en Roca Sedimentaria	1921.83	50.58%
4	V-cd	Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial	209.10	5.50%
5	V-d	Vertiente coluvial de detritos	836.02	22.00%

4.1.3. Nivel de peligro

Cálculo de los niveles de peligro en Excel

Muestra el valor peligro que determina los niveles de peligrosidad, que derivan de las operaciones establecidas en las matrices de normalización, vector de priorización, de: parámetro de evaluación (altura de flujo de aluvión) obteniendo valores de 0.461, 0.293, 0.141, 0.065 y 0.040 (Ver tabla 3); factores condicionantes: pendiente obteniendo valores de 0.473, 0.264, 0.149, 0.079 y 0.035 (Ver tabla 9), unidades geológicas con valores de 0.484, 0.239, 0.160, 0.080 y 0.037 (Ver tabla 11), y unidades geomorfológicas con valores de 0.488, 0.227, 0.163, 0.085 y 0.037 (Ver tabla 13); y factor desencadenante (desglaciación) obteniendo valores de 0.574, 0.209, 0.120, 0.063 y 0.034 (Ver tabla 5); para la obtención de los valores de peligro se realizó el cálculo para cada descriptor mostrado, resultando para el peligro valores de 0.498, 0.260, 0.137, 0.067 y 0.037 respectivamente (Ver tabla 61). Los valores se obtuvieron con la siguiente fórmula (Ver figura 24)

Figura 23: Fórmula para cálculo de niveles de peligro

$$\text{Fac. Condicionante. Peso} + \text{Fac Descendante. Peso} = \text{Valor}$$

Fuente: Manual CENEPRED

.De esto modo se determinan los niveles MUY ALTO que se encuentra dentro de un rango de $0.260 < P \leq 0.498$, ALTO en un rango $0.137 < P \leq 0.260$, MEDIO en un rango de $0.067 < P \leq 0.137$ y BAJO en un rango de $0.037 < P \leq 0.067$ (Ver tabla 62).).

Tabla 61: Calculo de los niveles de peligro en Excel.

PESO	0.5	0.5						
PESO	1.0	0.4			0.6			
		SUCEPTIBILIDAD						
	PARAMETRO DE EVALUACION	FACTORES CONDICIONANTES			FACTOR DESENCADENANTE			
PESO	1	0.260	0.107	0.633	1			
	ALTURA DE FLUJO DE ALUVIÓN (m)	UNIDADES GEOLÓGICAS	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	PENDIENTE	DESGLACIACIÓN (Temperatura)	VALOR PELIGRO		
Descriptor 1	0.461	0.484	0.488	0.473	0.574	0.498	VP1	
Descriptor 2	0.293	0.239	0.227	0.264	0.209	0.260	VP2	
Descriptor 3	0.141	0.160	0.163	0.149	0.120	0.137	VP3	
Descriptor 4	0.065	0.080	0.085	0.079	0.063	0.067	VP4	
Descriptor 5	0.040	0.037	0.037	0.035	0.034	0.037	VP5	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 62: Niveles y rangos de peligro.

Niveles de Peligro	Rangos
MUYALTO	0.260 < P ≤ 0.498
ALTO	0.137 < P ≤ 0.260
MEDIO	0.067 < P ≤ 0.137
BAJO	0.037 < P ≤ 0.067

Fuente: Elaboración propia

4.1.3.1. Estratificación del peligro por posible aluvión

Tabla 63: Estratificación del nivel de peligro por aluvión.

NIVELES DE PELIGRO	DESCRIPCIÓN	RANGO
Peligro Muy Alto	Terrenos con presencia de flujos muy altos de aluvión que comprenden desde 1m hasta 58.39m, compuesto en su mayoría por rocas, gravas y arcillas. Así mismo con contenido bajo de cobertura vegetal en la parte alta y media de la microcuenca, registrando pendientes que se extienden a lo largo de 8° a 25 ° respectivamente, posibilitando su inundación en áreas que comprenden la formación geológica de depósito aluvial (Qh-al) y geomorfológica de vertiente coluvial de detritos (V-d) y Relieve de Colina en Roca Metamórfica (RM-rm); considerando escenarios críticos de temperatura que abarcan los 27 °C a 30°C, acelerando de esta forma el proceso de desglaciación.	0.260 < P ≤ 0.498

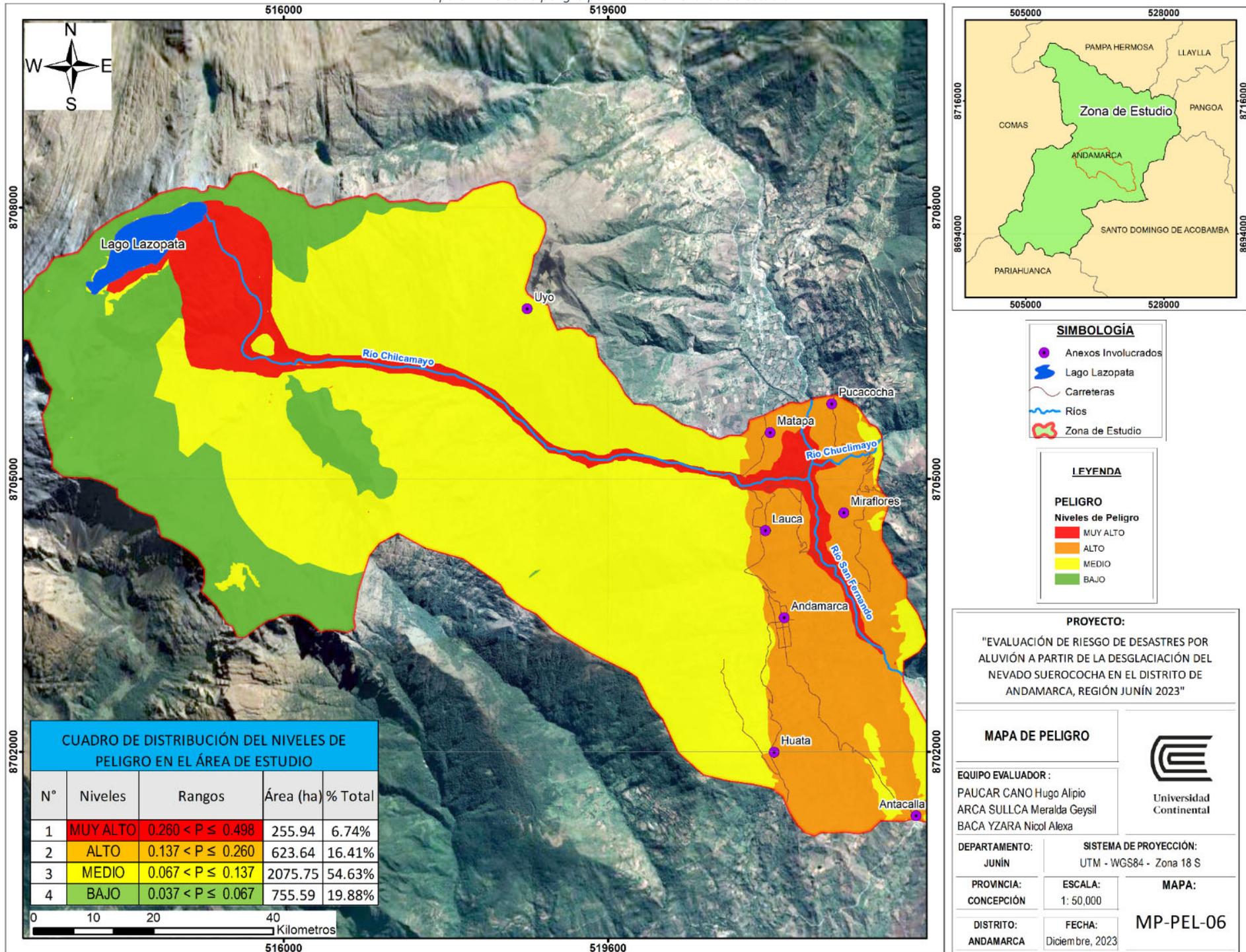
Peligro Alto	Terrenos con alta probabilidad de inundación a causa de la presencia de altos flujos de aluvión por encima de los 1m, compuesto por rocas, gravas y arcillas. Además de poseer alto contenido de cobertura vegetal y pendiente que se extienden desde los 8° a 25°; situados en formaciones geológicas como los depósitos aluviales (Qh-al) y geomorfológicas destacándose la vertiente coluvial de detritos (V-d) y Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial (V-cd); considerando escenarios críticos de temperatura que abarcan los 27 °C a 30°C, acelerando de esta forma el proceso de desglaciación.	0.137<P≤ 0.260
Peligro Medio	Terrenos continuos al flujo de cauce de la microcuenca, constituido por calizas grises y oscuras, arcillas y rocas; con cobertura vegetal media, que engloba en su extensión pendientes medias y moderadamente escarpadas desde 16° a 25°. Abarcado formaciones geológicas como el Grupo Mitu (PET-m), Grupo Copacabana (PEc-c) y Grupo Pucará (TsJi-p); geomorfológicas como el Relieve de Montaña con Cobertura Glaciar (RM-cgl), Relieve de Colina en Roca Metamórfica (RM-rm) y Relieve de Montaña y Colinas en Roca Sedimentaria (RMC-rs); considerando escenarios críticos de temperatura que abarcan los 27 °C a 30°C, acelerando de esta forma el proceso de desglaciación.	0.067<P≤ 0.137
Peligro Bajo	Terrenos adyacentes al flujo de cauce de la microcuenca, compuesto por cuarzo , feldespatos, rocas y calizas; con cobertura vegetal escasa y pendiente s escarpadas y muy empinadas por encima de los 25°, limitados la posibilidad de una inundación; situado en formaciones geológicas como; Granito (C-gr), Grupo Copacabana (PEc-c), Grupo Pucará (TsJi-p); geomorfológicas como; Relieve de Montaña con Cobertura Glaciar (RM-cgl), Relieve de Colina en Roca Metamórfica (RM-rm) y Relieve de Montaña y Colinas en Roca Sedimentaria (RMC-rs) considerando escenarios críticos de temperatura que abarcan los 27 °C a 30°C, acelerando de esta forma el proceso de desglaciación.	0.037<P≤ 0.067

Fuente: Elaboración propia

4.1.4. Mapa de zonificación del nivel de peligro

Los niveles de peligro son el resultado del cálculo de parámetro de evaluación y la susceptibilidad que comprenden los dos factores desencadenantes y condicionantes. El nivel muy alto, abarcando una extensión de 255.94 hectáreas (6.74%) que comprende la desembocadura del lago Lazopata y el cauce del río Chilcamayo y San Fernando; el nivel alto con una extensión de 623.64 hectáreas (16.41%) encontrándose en este nivel parte de los anexos de Matapa, Pucacocha, Lauca, Andamarca, Miraflores, Huata y Antacalla; es el nivel medio con mayor predominancia dentro del área de estudio debido a que abarca 2075.75 hectáreas (54.63%), comprende el sector de Chuspi-Huata, Uyo (en su mayoría) y una parte de los anexos de Pucacocha, Miraflores y Antacalla; Por último, el nivel bajo abarca una extensión de 755.59 hectáreas (19.88%), alcanza toda la cabecera de la microcuenca (Ver Mapa 6).

Mapa 6: Niveles de peligro por aluvión en el área de estudio.



4.2. Nivel de vulnerabilidad

4.2.1. Cálculo del nivel de vulnerabilidad

Al utilizar la metodología sugerida por el CENEPRED, se obtiene como resultado el nivel de vulnerabilidad de viviendas ya categorizada: Muy alta, alta, media, baja, cuyos rangos son producto de la evaluación de las dimensiones tanto social, económica y ambiental.

Cálculo de los niveles de vulnerabilidad en Excel

Se analiza los factores de exposición, fragilidad y la resiliencia en función al nivel de peligrosidad determinada anteriormente. La vulnerabilidad es explicada por tres factores: exposición, fragilidad y resiliencia que se evalúan a través de la dimensión social, económica y ambiental. Para calcular el valor total de la dimensión social se consideró los datos de cada uno de los factores evaluados a través de la encuesta; obteniendo valores de 0.458, 0.251, 0.167, 0.083 y 0.040 respectivamente; de la misma manera para dimensión económica obteniendo valores de 0.457, 0.233, 0.155, 0.078 y 0.038 respectivamente; y para la dimensión ambiental valores de 0.477, 0.242, 0.162, 0.081 y 0.038 (Ver tabla 64) mediante la siguiente formula (Ver figura 25,26,27)

Figura 24: Fórmula para determinar Dimensión Ambiental

Exposición Ambiental. Peso + Fragilidad Ambiental. Peso + Resiliencia Ambiental = Valor

Fuente: Manual CENEPRED

Figura 25: Fórmula para determinar Dimensión Económica

Exposición Económica. Peso + Fragilidad Económica. Peso + Resiliencia Económica = Valor

Fuente: Manual CENEPRED

Figura 26: Fórmula para determinar Dimensión Social

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

Fuente: Manual CENEPRED

Posteriormente, para los valores de vulnerabilidad general se multiplican los valores totales obtenidos anteriormente de cada dimensión y se multiplican por el peso de cada uno (Ver figura 28), resultando para la vulnerabilidad general valores de 0.461, 0.240, 0.160, 0.080 y 0.038 (Ver tabla 64).

Figura 27: Fórmula para determinar valores de Vulnerabilidad

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

Fuente: Manual CENEPRED

Determinando los niveles de vulnerabilidad; en este caso se considera vulnerabilidad muy alta a un rango de $0.240 \leq V \leq 0.461$, alta a un rango de $0.160 \leq V < 0.240$, media a un rango de $0.080 \leq V < 0.160$ y baja a un rango de $0.038 \leq V < 0.080$ (Ver tabla 65).

Tabla 64: Calculo de los niveles de vulnerabilidad en Excel.

DIMENSIÓN SOCIAL									DIMENSIÓN ECONÓMICA						DIMENSIÓN AMBIENTAL							
0.289									0.496						0.215							
EXPOSICIÓN SOCIAL		FRAGILIDAD SOCIAL			RESILIENCIA SOCIAL				EXPOSICIÓN ECONÓMICA	FRAGILIDAD ECONÓMICA			RESILIENCIA ECONÓMICA			EXPOSICIÓN AMBIENTAL	FRAGILIDAD AMBIENTAL	RESILIENCIA AMBIENTAL				
0.648		0.230			0.122				0.648	0.230			0.122			0.648	0.230	0.122				
GRUPO ETARIO	UBICACIÓN DE VIVIENDA RESPECTO AL RÍO CHILCAMAYO	SERVICIOS DE AGUA EN LA VIVIENDA	SERVICIOS DE ALCANTARILLADO EN LA VIVIENDA	SERVICIOS DE ALUMBRADO EN LA VIVIENDA	TIPO DE SEGURO DE SALUD	FRECUENCIA DE CAPACITACIÓN EN GESTIÓN DE RIESGOS POR DESASTRES	ORGANIZACIÓN FAMILIAR PARA AFRONTAR RIESGOS POR DESASTRES	ACTIVIDAD ECONÓMICA DEL JEFE DE HOGAR	PAREDES DE VIVIENDA	TECHO DE VIVIENDA	ESTADO DE CONSERVACIÓN DE VIVIENDA	INGRESO PROMEDIO POR VIVIENDA	FRECUENCIA DE AHORRO DE VIVIENDA FRENTE A DESASTRES NATURALES	FRECUENCIA DE EMPLEO DEL JEFE DE HOGAR	MOTIVO DE EROSIÓN DE SUELO	MOTIVO DE PERDIDA DE AGUA	UBICACIÓN DE DE ANEXO RESPECTO AL RÍO CHILCAMAYO	TÉCNICAS ANCESTRALES PARA EL APROVECHAMIENTO DE RECURSOS	DIMENSIÓN SOCIAL	DIMENSIÓN ECONÓMICA	DIMENSIÓN AMBIENTAL	VULNERABILIDAD GENERAL
																			0.410	0.484	0.478	0.472
0.275	0.239	0.241	0.244	0.241	0.239	0.239	0.239	0.244	0.239	0.239	0.239	0.258	0.239	0.239	0.241	0.244	0.241	0.239	0.251	0.233	0.242	0.240
0.179	0.160	0.162	0.164	0.162	0.160	0.160	0.160	0.164	0.160	0.160	0.158	0.140	0.160	0.160	0.162	0.164	0.162	0.160	0.167	0.155	0.162	0.160
0.088	0.080	0.081	0.082	0.081	0.080	0.080	0.080	0.082	0.080	0.080	0.085	0.069	0.080	0.080	0.081	0.082	0.081	0.080	0.083	0.078	0.081	0.080
0.047	0.037	0.038	0.038	0.038	0.037	0.037	0.037	0.038	0.037	0.037	0.039	0.035	0.037	0.037	0.038	0.038	0.038	0.037	0.040	0.036	0.038	0.038

Fuente: Elaboración propia

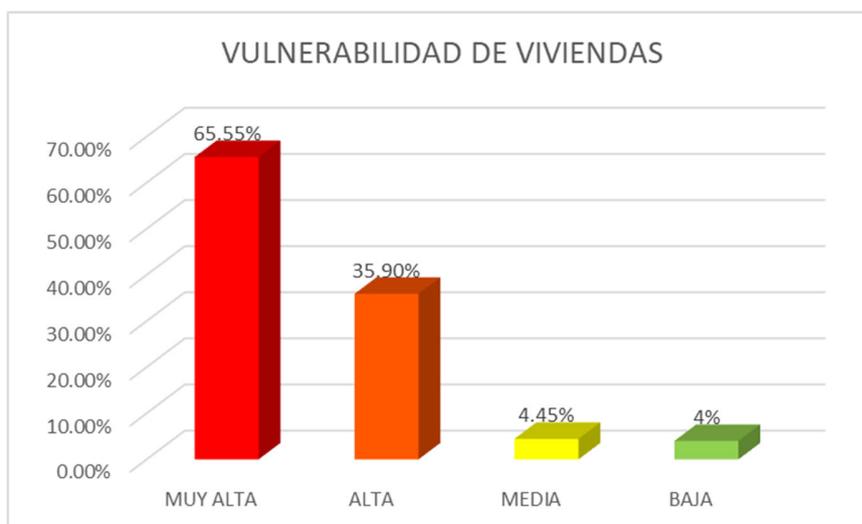
Tabla 65: Rangos y niveles de vulnerabilidad.

Rangos			Niveles de vulnerabilidad
0.240	≤ V ≤	0.461	MUY ALTA
0.160	≤ V <	0.240	ALTA
0.080	≤ V <	0.160	MEDIA
0.038	≤ V <	0.080	BAJA

Fuente: Elaboración propia

Los resultados que se muestran que el 55.65% de hogares disponen de una vulnerabilidad muy alta, el 35.9% una vulnerabilidad alta, el 4.45% una vulnerabilidad media, y el 4% de una vulnerabilidad baja dentro del área de estudio (Ver Figura 29).

Figura 28: División porcentual de los niveles de vulnerabilidad de las viviendas.



Fuente: Elaboración propia

4.2.1.1. Estratificación de los niveles de vulnerabilidad

Tabla 66: Estratificación del nivel de vulnerabilidad de las viviendas.

NIVELES	DESCRIPCIÓN	RANGO
MUY ALTA	Del 55.65% del total de viviendas correspondientes a los anexos de Lauca, Huata, Andamarca, Miraflores, Matapa y Pucacocha; el 36.29% de las viviendas se encuentran ubicadas muy cerca respecto al Rio Chilcamayo, mientras que el 19.36% se encuentra cerca; constituido por un grupo etario de 6 a 12 y entre 55 a 64 años, y de 0 a 5 y mayor a 65 años que cuentan con servicios básicos de agua potable, electricidad, unidad básica de saneamiento y solo el anexo de Andamarca cuenta con red pública de alcantarillado. Con material predominante en las paredes de vivienda al adobe y en los techos entre teja y calamina, en estado de conservación buena. Las actividades ocupacionales del jefe de hogar se centran en obrero eventual, la agricultura y ganadería, conservando técnicas ancestrales en los que se destaca labranza y/o arado y el manejo del calendario agrícola, con una frecuencia de	$0.24 \leq V \leq 0.461$

	<p>empleo de casi nunca de parte de los jefes de hogar por el cual sus ingresos abarcan un promedio de entre los 200 a 500 soles mensuales. El 11.3% de viviendas poseen un SIS en la capital del distrito, mientras que el 44.35% restante se le dificulta tener una atención inmediata frente a la presencia de algún desastre debido a la distancia en la que se encuentra respecto a la capital del distrito. Así mismo el 41.53% afirman que la pérdida de agua se debe a la agricultura, el 6.86% a la obstaculización de redes de distribución, el 4.44% a la avería de las tuberías, y el 2.82% a su escasez. Además, afirman que la erosión del suelo se da por la construcción de carreteras, lluvias y sobrepastoreo. Por otro lado, la población en su mayoría no ha recibido ningún tipo de capacitación sobre GRD por parte de la Municipalidad Distrital de Andamarca, teniendo como consecuencia que la organización frente a posibles desastres sea nula.</p>	
<p>ALTA</p>	<p>Del 35.9% del total de viviendas correspondiente a los anexos de Andamarca, Huata, Antacalla y Uyo; el 33.9% está lejos y el 2% está muy lejos respecto al Rio Chilcamayo; constituido por un grupo etario de 6 a 12 y entre 55 a 64 años, y de 0 a 5 y mayor a 65 años, 13 a 18 y entre 40 a 54 años, y 26 a 39 años; cuentan con servicios básicos de agua potable, electricidad, unidad básica de saneamiento, el único anexo que cuenta con una red pública de alcantarillado es Andamarca, mientras que el anexo de Uyo no cuenta con ningún servicio básico. Con material predominante en las paredes de vivienda al adobe en un 31.9% y 4% al material noble; en los techos entre teja y calamina a excepción del anexo de Uyo (Ichu) con un estado de conservación regular. Las actividades ocupacionales del jefe de hogar se centran en el comercio y la agricultura, obrero eventual y ganadería, conservando técnicas ancestrales en los que se destaca con el manejo del calendario agrícola, labranza y/o arado, y la reforestación; con una frecuencia de empleo de a veces por el cual sus ingresos abarcan un promedio mayor a los 500 soles mensuales, el 23.4% de viviendas poseen un SIS en la capital del distrito, mientras que al restante se le dificulta tener una atención inmediata frente a la presencia de algún desastre debido a la distancia en la que se encuentran respecto a la capital del distrito. Así mismo el 68.64% afirman que la pérdida de agua se debe a la avería de tuberías, la obstaculización de redes de distribución, la escasez de lluvias y la agricultura. Además, afirman que la erosión del suelo se da por las lluvias, construcción de</p>	<p>0.16≤V≤0.24</p>

	carreteras, agricultura y sobrepastoreo. Por otro lado, la población de la capital distrital en su mayoría ha recibido capacitaciones en GRD pocas veces, a diferencia del resto que no ha recibido ningún tipo de capacitación por parte de la Municipalidad Distrital de Andamarca, teniendo como consecuencia la pobre organización frente a posibles desastres.	
MEDIA	Del 4.45% del total de viviendas correspondiente a los anexos de Pucacocha, Matapa, Uyo y Huata; encontrándose muy lejos respecto al Rio Chilcamayo; constituido por un grupo etario de 13 a 18 y entre 40 a 54 años, y 19 a 25 años; cuentan con servicios básicos de agua potable, electricidad, unidad básica de saneamiento, mientras que el anexo de Uyo cuenta con el alumbrado por vela, obtención de agua mediante manantial, y pozo séptico. Con material en las paredes de vivienda al adobe, a excepción de los anexos de Uyo y Huata (piedra); en los techos entre teja y ichu (Huata y Uyo) en un estado de conservación malo. Las actividades ocupacionales del jefe de hogar se centran en la ganadería, agricultura y comercio, conservando técnicas ancestrales en los que se destaca la rotación de cultivos, el manejo del calendario agrícola, y labranza y/o arado; con una frecuencia de empleo de casi siempre por el cual sus ingresos abarcan un promedio de 500 a 1000 soles mensuales. Cuentan con SIS dentro de la capital para una atención inmediata frente a la presencia de algún desastre. Así mismo los jefes de vivienda afirman que la pérdida de agua se debe a la avería de tuberías, la obstaculización de redes de distribución, y la agricultura. Además, afirman que la erosión del suelo se da por la agricultura y sobrepastoreo. Por otro lado, la población ha recibido capacitaciones en GRD por parte de la Municipalidad Distrital de Andamarca, de esta forma se organizan mejor frente a posibles desastres.	0.08≤V≤0.16
BAJA	Del 4% del total de viviendas correspondiente a los anexos de Antacalla y Huata se encuentran muy lejos del rio Chilcamayo; constituido por un grupo etario de 0 a 5 y mayor a 65 años, y de 26 a 39 años; con servicios básicos de agua potable, electricidad y unidad básica de saneamiento. El material predominante de las paredes al adobe y ladrillo, y en los techos con calamina con un estado de conservación muy bueno. Las actividades ocupacionales del jefe de hogar se rigen netamente al comercio, con una frecuencia de empleo de casi siempre por lo cual sus ingresos abarcan entre los 1000 a 2000	0.038≤V≤0.08

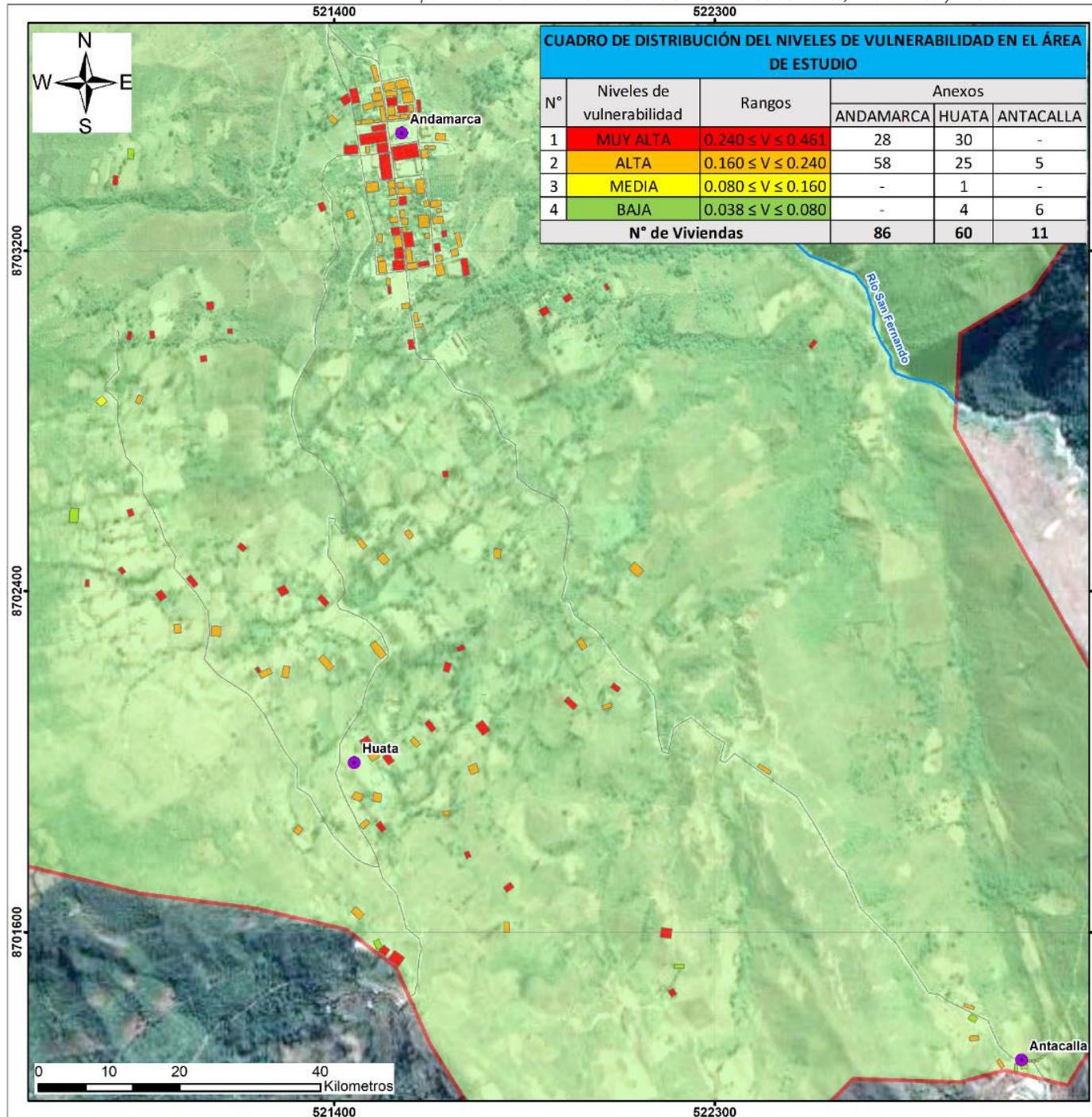
	soles y cuentan con SIS y ESSALUD. Así mismo, afirman que la pérdida de agua se debe a la escasez de lluvia. La población ha recibido capacitaciones en GRD por parte de la Municipalidad Distrital de Andamarca y están comprometidos a organizar mejor frente a posibles desastres.	
--	---	--

Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Mapa de zonificación del nivel de vulnerabilidad

El mapa presentado para vulnerabilidad muestra la delimitación de la zona y evalúa los grados de vulnerabilidad a los que están expuesto los anexos involucrados; se considera niveles de vulnerabilidad desde muy alta a baja; diferenciados en distintos rangos, para nivel muy alta se considera un rango entre $0.240 < R < 0.461$, para el nivel alta un rango entre $0.160 < R < 0.240$, para el nivel media un rango entre $0.080 < R < 0.160$ y para el nivel baja un rango entre $0.038 < R < 0.080$. En cuanto a los anexos involucrados tenemos a 40, 37, 28, 15, 12 y 6 viviendas de los anexos de Lauca, Huata, Andamarca, Miraflores, Matapa y Pucacocha son considerados dentro de nivel muy alta correspondientemente. Así mismo 58, 25, 5 y 1 viviendas de los anexos de Andamarca, Huata, Antacalla y Uyo respetivamente se encuentran en un nivel alta; seguido se tiene 4, 3, 3, 1 viviendas de los anexos de Pucacocha, Matapa, Uyo y Huata correspondientemente están en nivel media; y por último se determinó a 6 viviendas dentro del anexos de Antacalla y 4 en Huata tiene un nivel bajo de vulnerabilidad (ver mapa 7-1, 7-2 y 7-3).

Mapa 7: Vulnerabilidad de viviendas en los anexos de Huata, Andamarca y Antacalla.



SIMBOLOGÍA

- Anexos Involucrados
- Carreteras
- Rios
- Zona de Estudio

LEYENDA

VULNERABILIDAD DE VIVIENDAS

- MUY ALTA
- ALTA
- MEDIA
- BAJA

PROYECTO:
 "EVALUACIÓN DE RIESGO DE DESASTRES POR ALUVIÓN A PARTIR DE LA DESGLACIACIÓN DEL NEVADO SUEROCOCHA EN EL DISTRITO DE ANDAMARCA, REGIÓN JUNÍN 2023"

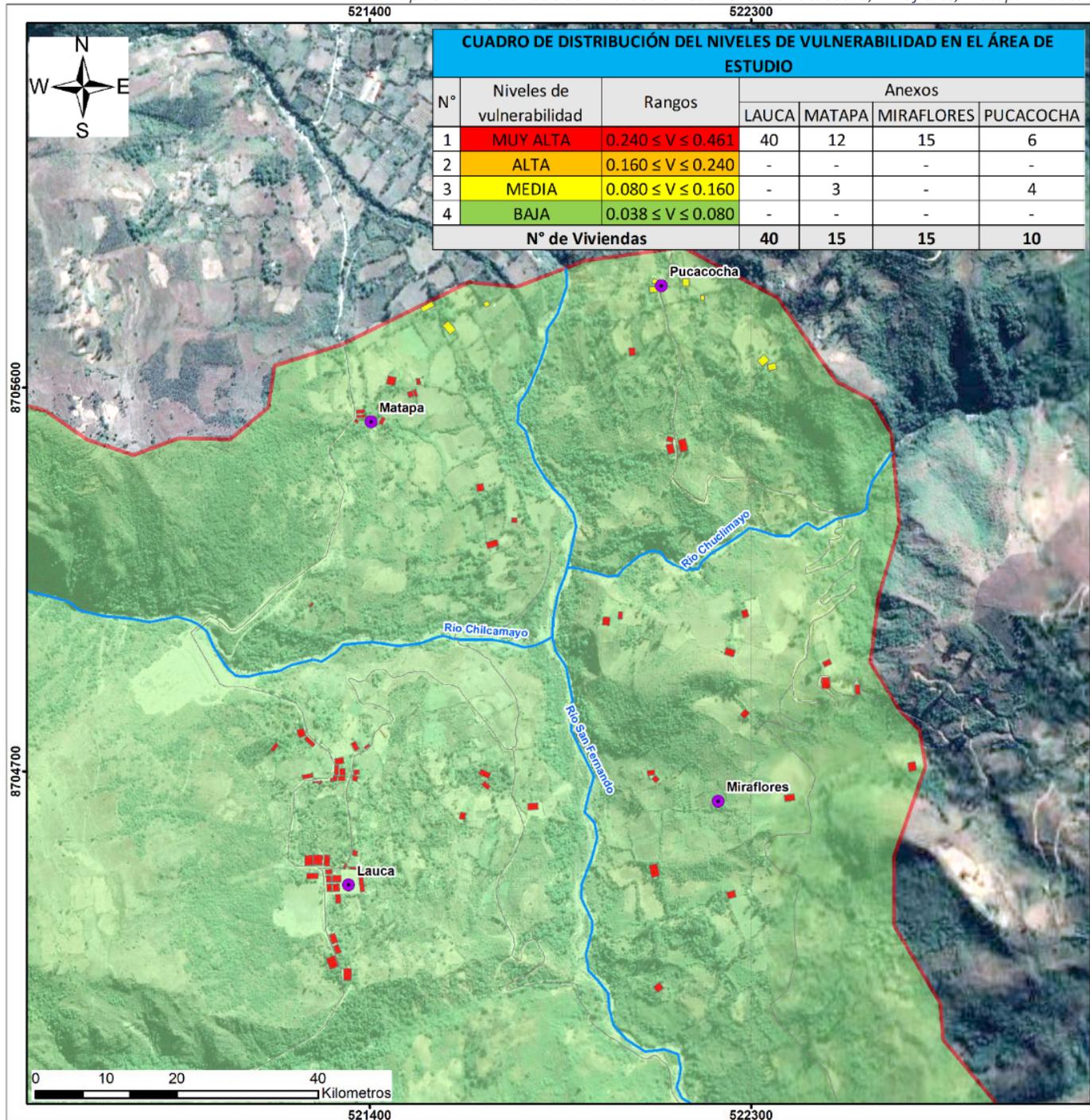
MAPA DE VULNERABILIDAD DE VIVIENDAS - ZONA 01

EQUIPO EVALUADOR:
 PAUCAR CANO Hugo Alipio
 ARCA SULLCA Meralda Geysil
 BACA YZARA Nicol Alexa



DEPARTAMENTO: JUNÍN	SISTEMA DE PROYECCIÓN: UTM - WGS84 - Zona 18 S	
PROVINCIA: CONCEPCION	ESCALA: 1: 12,500	MAPA: MP-VUL-07
DISTRITO: ANDAMARCA	FECHA: Diciembre, 2023	

Mapa 8: Vulnerabilidad de viviendas en los anexos de Pucacocha, Miraflores, Matapa Y Lauca



CUADRO DE DISTRIBUCIÓN DEL NIVELES DE VULNERABILIDAD EN EL ÁREA DE ESTUDIO						
N°	Niveles de vulnerabilidad	Rangos	Anexos			
			LAUCA	MATAPA	MIRAFLORES	PUCACOCHA
1	MUY ALTA	$0.240 \leq V \leq 0.461$	40	12	15	6
2	ALTA	$0.160 \leq V \leq 0.240$	-	-	-	-
3	MEDIA	$0.080 \leq V \leq 0.160$	-	3	-	4
4	BAJA	$0.038 \leq V \leq 0.080$	-	-	-	-
N° de Viviendas			40	15	15	10



SIMBOLOGÍA

- Anexos Involucrados
- Carreteras
- Rios
- Zona de Estudio

LEYENDA

VULNERABILIDAD DE VIVIENDAS

- MUY ALTA
- ALTA
- MEDIA
- BAJA

PROYECTO:
 "EVALUACIÓN DE RIESGO DE DESASTRES POR ALUVIÓN A PARTIR DE LA DESGLACIACIÓN DEL NEVADO SUEROCOCHA EN EL DISTRITO DE ANDAMARCA, REGIÓN JUNÍN 2023"

MAPA DE VULNERABILIDAD DE VIVIENDAS - ZONA 02



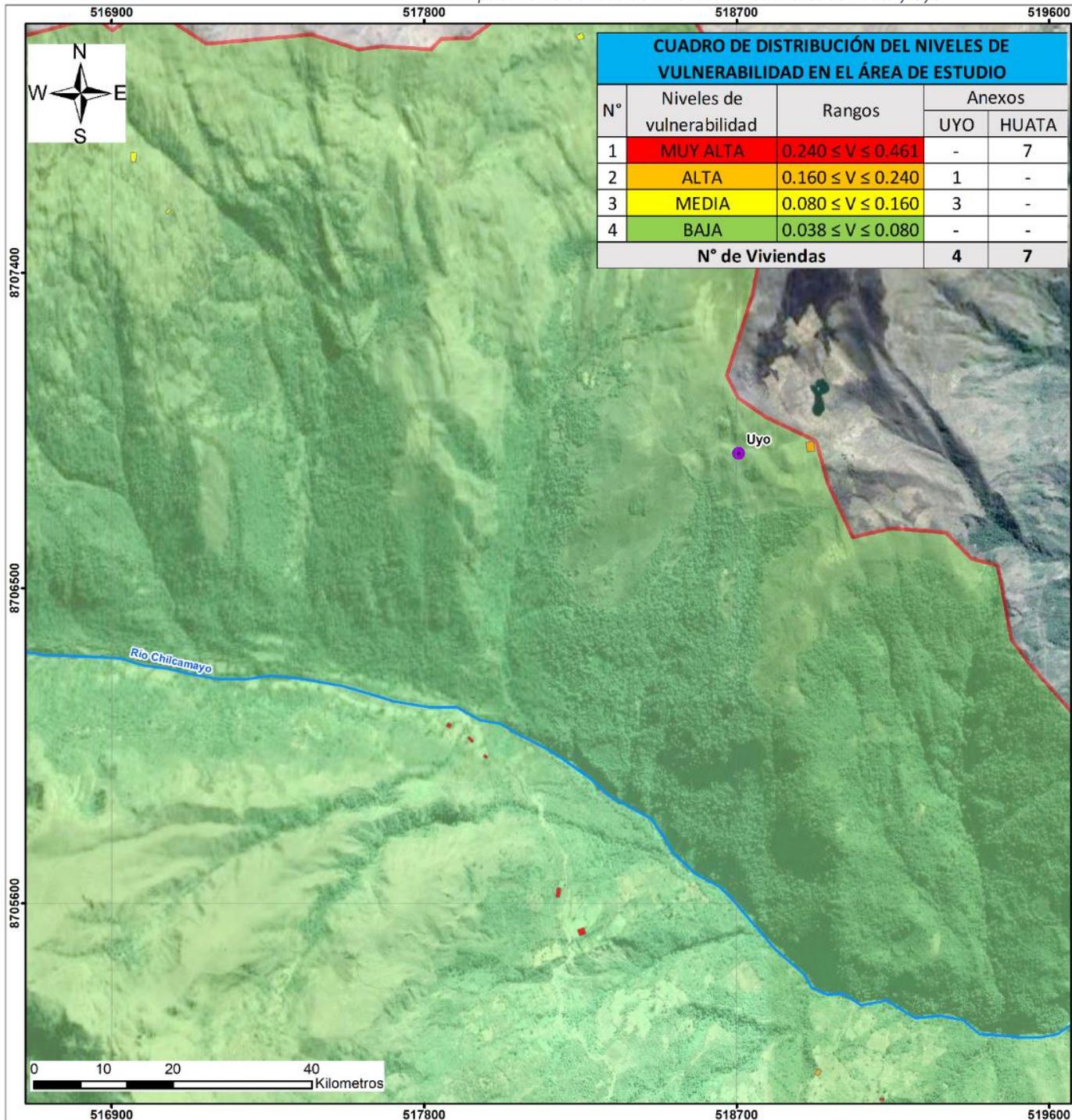
EQUIPO EVALUADOR:
 PAUCAR CANO Hugo Alipio
 ARCA SULLCA Meralda Geysil
 BACA YZARA Nicol Alexa

DEPARTAMENTO: JUNIN
SISTEMA DE PROYECCIÓN: UTM - WGS84 - Zona 18 S

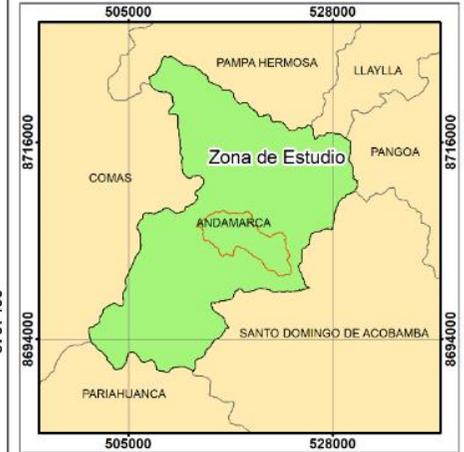
PROVINCIA: CONCEPCIÓN
ESCALA: 1:12,500
MAPA:

DISTRITO: ANDAMARCA
FECHA: Diciembre, 2023
MP-VUL-07

Mapa 9: Vulnerabilidad de viviendas en los anexos de Huata y Uyo.



CUADRO DE DISTRIBUCIÓN DEL NIVELES DE VULNERABILIDAD EN EL ÁREA DE ESTUDIO				
N°	Niveles de vulnerabilidad	Rangos	Anexos	
			UYO	HUATA
1	MUY ALTA	$0.240 \leq V \leq 0.461$	-	7
2	ALTA	$0.160 \leq V \leq 0.240$	1	-
3	MEDIA	$0.080 \leq V \leq 0.160$	3	-
4	BAJA	$0.038 \leq V \leq 0.080$	-	-
N° de Viviendas			4	7



SIMBOLOGÍA

- Anexos Involucrados
- Carreteras
- Rios
- Zona de Estudio

LEYENDA

VULNERABILIDAD DE VIVIENDAS

- MUY ALTA
- ALTA
- MEDIA
- BAJA

PROYECTO:
 "EVALUACIÓN DE RIESGO DE DESASTRES POR ALUVIÓN A PARTIR DE LA DESGLACIACIÓN DEL NEVADO SUEROCOCHA EN EL DISTRITO DE ANDAMARCA, REGIÓN JUNÍN 2023"

MAPA DE VULNERABILIDAD DE VIVIENDAS - ZONA 03

EQUIPO EVALUADOR:
 PAUCAR CANO Hugo Alipio
 ARCA SULLCA Meralda Geysil
 BACA YZARA Nicol Alexa



DEPARTAMENTO: JUNÍN
SISTEMA DE PROYECCIÓN: UTM - WGS84 - Zona 18 S

PROVINCIA: CONCEPCIÓN
ESCALA: 1: 15,000

MAPA: MP-VUL-07

DISTRITO: ANDAMARCA
FECHA: Diciembre, 2023

4.3. Determinación del nivel de riesgo

Bien se sabe que el resultado del riesgo se obtiene a partir de la función de la multiplicación del peligro por el aluvión y la vulnerabilidad de los elementos que se encuentran expuestos dentro del área de estudio. Para esto se considera los estudios previos del volumen de desembalse de la laguna Lazopata (parámetro de evaluación), factores condicionantes (pendiente, geología, geomorfología) y desglaciación, asumiendo un escenario crítico de presencia de temperatura (desencadenantes); posteriormente se realizó el cálculo de la vulnerabilidad, teniendo en cuenta la aplicación del instrumento de recolección de datos (encuesta) a las viviendas ubicadas en los anexos y parte de la cabecera de la microcuenca del río Chilcamayo. Por último, se realizó la relación respectiva entre el peligro y vulnerabilidad para estimar el riesgo por aluvión dentro del área de estudio.

4.3.1. Nivel de riesgo

Los valores de riesgo, que derivan de la operación entre el peligro y la vulnerabilidad ($P*V=R$) (Ver tabla 67); resultando en el valor riesgo desde un valor de $0.062 < R \leq 0.23$ determinado para un nivel de riesgo muy alto, $0.022 < R \leq 0.062$ para un nivel de riesgo alto, $0.005 < R \leq 0.022$ para un nivel de riesgo medio y $0.001 < R \leq 0.0050$ para un nivel de riesgo bajo (Ver tabla 68).

Tabla 67: Cálculo del nivel de riesgo.

VALOR DE PELIGRO (P)	VALOR DE LA VULNERABILIDAD (V)	RIESGO ($P*V=R$)
0.498	0.461	0.230
0.260	0.240	0.062
0.137	0.160	0.022
0.067	0.080	0.005
0.037	0.038	0.001

Fuente: Elaboración propia

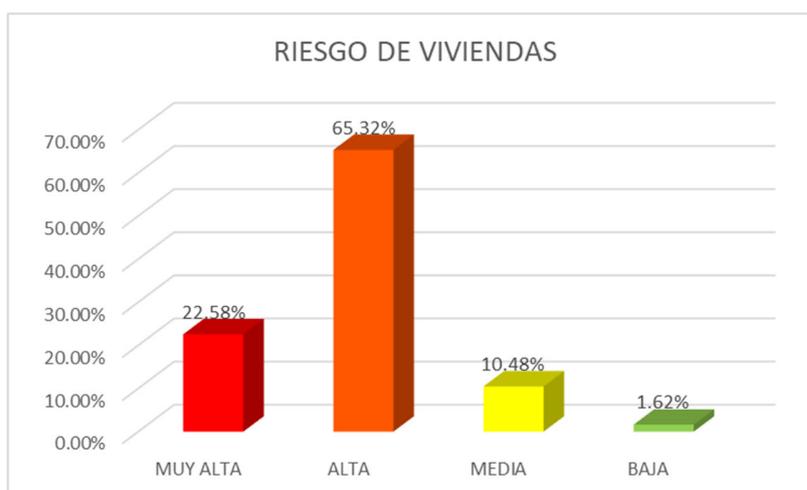
Tabla 68: Niveles y rangos de riesgo.

NIVELES DE RIESGO	RANGO
MUY ALTO	$0.062 < R \leq 0.23$
ALTO	$0.022 < R \leq 0.062$
MEDIO	$0.005 < R \leq 0.022$
BAJO	$0.001 < R \leq 0.005$

Fuente: Elaboración propia

Los resultados que se muestran que el 22.58% de hogares disponen de un riesgo muy alto, el 65.32% alta, el 10.48% media, y el 1.62% baja dentro del área de estudio.

Figura 29: División porcentual del nivel de riesgo por aluvión en viviendas.



Fuente: Elaboración propia

4.3.1.1. Estratificación del riesgo

Tabla 69: Estratificación del riesgo por aluvión en viviendas.

NIVEL DE RIESGO	DESCRIPCIÓN	RANGOS
Riesgo Muy Alto	Terrenos con presencia de flujos muy altos de aluvión que comprenden desde 1m hasta 58.39m, compuesto en su mayoría por rocas, gravas y arcillas. Así mismo con contenido bajo de cobertura vegetal en la parte alta y media de la microcuenca, registrando pendientes que se extienden a lo largo de 8° a 25° respectivamente, posibilitando su inundación en áreas que comprenden la formación geológica de depósito aluvial (Qh-al) y geomorfológica de vertiente coluvial de detritos (V-d) y Relieve de Colina en Roca Metamórfica (RM-rm); considerando escenarios	$0.062 < R \leq 0.23$

	<p>críticos de temperatura que abarcan los 27 °C a 30°C, acelerando de esta forma el proceso de desglaciación. Del 55.65% del total de viviendas correspondientes a los anexos de Lauca, Huata, Andamarca, Miraflores, Matapa y Pucacocha; el 36.29% de las viviendas se encuentran ubicadas muy cerca respecto al Río Chilcamayo, mientras que el 19.36% se encuentra cerca; constituido por un grupo etario de 6 a 12 y entre 55 a 64 años, y de 0 a 5 y mayor a 65 años que cuentan con servicios básicos de agua potable, electricidad, unidad básica de saneamiento y solo el anexo de Andamarca cuenta con red pública de alcantarillado. Con material predominante en las paredes de vivienda al adobe y en los techos entre teja y calamina, en estado de conservación buena. Las actividades ocupacionales del jefe de hogar se centran en obrero eventual, la agricultura y ganadería, conservando técnicas ancestrales en los que se destaca labranza y/o arado y el manejo del calendario agrícola, con una frecuencia de empleo de casi nunca de parte de los jefes de hogar por el cual sus ingresos abarcan un promedio de entre los 200 a 500 soles mensuales. El 11.3% de viviendas poseen un SIS en la capital del distrito, mientras que el 44.35% restante se le dificulta tener una atención inmediata frente a la presencia de algún desastre debido a la distancia en la que se encuentra respecto a la capital del distrito. Así mismo el 41.53% afirman que la pérdida de agua se debe a la agricultura, el 6.86% a la obstaculización de redes de distribución, el 4.44% a la avería de las tuberías, y el 2.82% a su escasez. Además, afirman que la erosión del suelo se da por la construcción de carreteras, lluvias y sobrepastoreo. Por otro lado, la población en su mayoría no ha recibido ningún tipo de capacitación sobre GRD por parte de la Municipalidad Distrital de Andamarca, teniendo como consecuencia que la organización frente a posibles desastres sea nula.</p>	
<p>Riesgo Alto</p>	<p>Terrenos con alta probabilidad de inundación a causa de la presencia de altos flujos de aluvión por encima de los 1m, compuesto por rocas, gravas y arcillas. Además de poseer alto contenido de cobertura vegetal y pendiente que se extienden desde los 8° a 25°; situados en formaciones geológicas como los depósitos aluviales (Qh-al) y geomorfológicas destacándose la vertiente coluvial de detritos (V-d) y Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial (V-cd); considerando escenarios críticos de temperatura que abarcan los 27 °C a 30°C, acelerando de esta forma el proceso de desglaciación. Del 35.9% del total de viviendas correspondiente a los anexos de Andamarca, Huata,</p>	<p>0.022<R≤0.062</p>

	<p>Antacalla y Uyo; el 33.9% está lejos y el 2% está muy lejos respecto al Río Chilcamayo; constituido por un grupo etario de 6 a 12 y entre 55 a 64 años, y de 0 a 5 y mayor a 65 años, 13 a 18 y entre 40 a 54 años, y 26 a 39 años; cuentan con servicios básicos de agua potable, electricidad, unidad básica de saneamiento, el único anexo que cuenta con una red pública de alcantarillado es Andamarca, mientras que el anexo de Uyo no cuenta con ningún servicio básico. Con material predominante en las paredes de vivienda al adobe en un 31.9% y 4% al material noble; en los techos entre teja y calamina a excepción del anexo de Uyo (Ichu) con un estado de conservación regular. Las actividades ocupacionales del jefe de hogar se centran en el comercio y la agricultura, obrero eventual y ganadería, conservando técnicas ancestrales en los que se destaca con el manejo del calendario agrícola, labranza y/o arado, y la reforestación; con una frecuencia de empleo de a veces por el cual sus ingresos abarcan un promedio mayor a los 500 soles mensuales, el 23.4% de viviendas poseen un SIS en la capital del distrito, mientras que al restante se le dificulta tener una atención inmediata frente a la presencia de algún desastre debido a la distancia en la que se encuentran respecto a la capital del distrito. Así mismo el 68.64% afirman que la pérdida de agua se debe a la avería de tuberías, la obstaculización de redes de distribución, la escasez de lluvias y la agricultura. Además, afirman que la erosión del suelo se da por las lluvias, construcción de carreteras, agricultura y sobrepastoreo. Por otro lado, la población de la capital distrital en su mayoría ha recibido capacitaciones en GRD pocas veces, a diferencia del resto que no ha recibido ningún tipo de capacitación por parte de la Municipalidad Distrital de Andamarca, teniendo como consecuencia la pobre organización frente a posibles desastres.</p>	
<p>Riesgo Medio</p>	<p>Terrenos continuos al flujo de cauce de la microcuenca, constituido por calizas grises y oscuras, arcillas y rocas; con cobertura vegetal media, que engloba en su extensión pendientes medias y moderadamente escarpadas desde 16° a 25°. Abarcado formaciones geológicas como el Grupo Mitu (PET-m), Grupo Copacabana (PEc-c) y Grupo Pucará (TsJi-p); geomorfológicas como el Relieve de Montaña con Cobertura Glaciar (RM-cgl), Relieve de Colina en Roca Metamórfica (RM-rm) y Relieve de Montaña y Colinas en Roca Sedimentaria (RMC-rs); considerando escenarios críticos de temperatura que abarcan los 27 °C a 30°C, acelerando de esta forma el proceso de desglaciación. Del</p>	<p>0.005<R≤0.022</p>

	<p>4.45% del total de viviendas correspondiente a los anexos de Pucacocha, Matapa, Uyo y Huata; encontrándose muy lejos respecto al Rio Chilcamayo; constituido por un grupo etario de 13 a 18 y entre 40 a 54 años, y 19 a 25 años; cuentan con servicios básicos de agua potable, electricidad, unidad básica de saneamiento, mientras que el anexo de Uyo cuenta con el alumbrado por vela, obtención de agua mediante manantial, y pozo séptico. Con material en las paredes de vivienda al adobe, a excepción de los anexos de Uyo y Huata (piedra); en los techos entre teja y ichu (Huata y Uyo) en un estado de conservación malo. Las actividades ocupacionales del jefe de hogar se centran en la ganadería, agricultura y comercio, conservando técnicas ancestrales en los que se destaca la rotación de cultivos, el manejo del calendario agrícola, y labranza y/o arado; con una frecuencia de empleo de casi siempre por el cual sus ingresos abarcan un promedio de 500 a 1000 soles mensuales. Cuentan con SIS dentro de la capital para una atención inmediata frente a la presencia de algún desastre. Así mismo los jefes de vivienda afirman que la perdida de agua se debe a la avería de tuberías, la obstaculización de redes de distribución, y la agricultura. Además, afirman que la erosión del suelo se da por la agricultura y sobrepastoreo. Por otro lado, la población ha recibido capacitaciones en GRD por parte de la Municipalidad Distrital de Andamarca, de esta forma se organizan mejor frente a posibles desastres.</p>	
<p>Riesgo Bajo</p>	<p>Terrenos adyacentes al flujo de cauce de la microcuenca, compuesto por cuarzo , feldespatos, rocas y calizas; con cobertura vegetal escasa y pendientes escarpadas y muy empinadas por encima de los 25°, limitados la posibilidad de una inundación; situado en formaciones geológicas como; Granito (C-gr), Grupo Copacabana (PEc-c), Grupo Pucará (TsJi-p); geomorfológicas como; Relieve de Montaña con Cobertura Glaciar (RM-cgl), Relieve de Colina en Roca Metamórfica (RM-rm) y Relieve de Montaña y Colinas en Roca Sedimentaria (RMC-rs) considerando escenarios críticos de temperatura que abarcan los 27 °C a 30°C, acelerando de esta forma el proceso de desglaciación. Del 4% del total de viviendas correspondiente a los anexos de Antacalla y Huata se encuentran muy lejos del rio Chilcamayo; constituido por un grupo etario de 0 a 5 y mayor a 65 años, y de 26 a 39 años; con servicios básicos de agua potable, electricidad y unidad básica de saneamiento. El material predominante de las paredes al adobe y ladrillo, y en los techos con calamina con un estado de conservación muy bueno. Las actividades</p>	<p>0.001<R≤0.005</p>

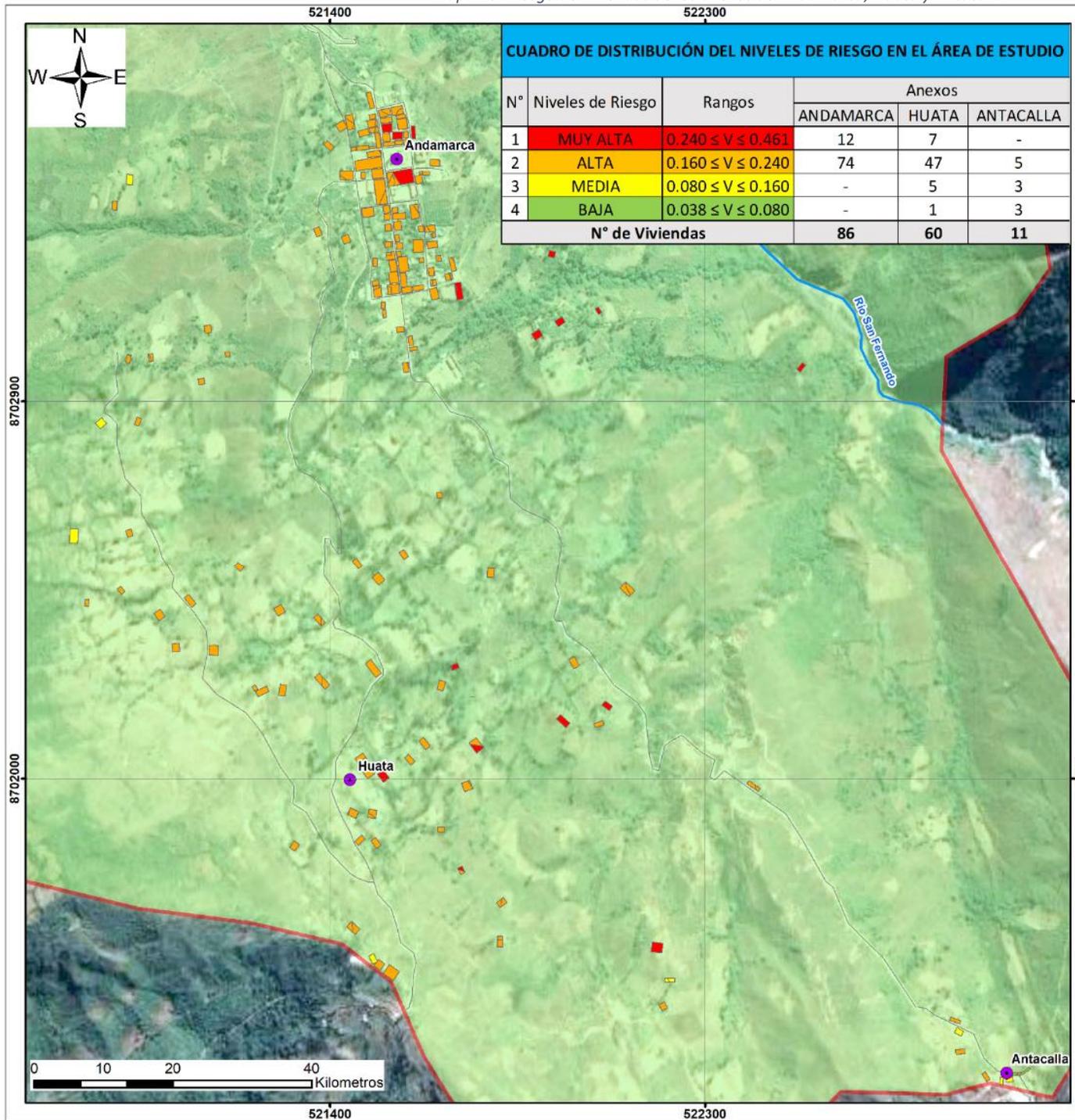
	<p>ocupacionales del jefe de hogar se rigen netamente al comercio, con una frecuencia de empleo de casi siempre por lo cual sus ingresos abarcan entre los 1000 a 2000 soles y cuentan con SIS y ESSALUD. Así mismo, afirman que la pérdida de agua se debe a la escasez de lluvia. La población ha recibido capacitaciones en GRD por parte de la Municipalidad Distrital de Andamarca y están comprometidos a organizar mejor frente a posibles desastres.</p>	
--	--	--

Fuente: Elaboración propia

4.3.2. Mapa zonificación de riesgos

La determinación de los niveles de riesgo fue a partir de la intersección de la vulnerabilidad y el peligro dentro del área de estudio, para esto se consideró niveles de riesgo desde muy alto a bajo; diferenciados en distintos rangos, para nivel muy alto se considera un rango entre $0.062 < R < 0.230$, para el nivel alto un rango entre $0.022 < R < 0.063$, para el nivel medio un rango entre $0.005 < R < 0.022$ y para el nivel bajo un rango entre $0.001 < R < 0.005$. En cuanto a los anexos involucrados se considera que 13, 12, 12, 9, 8 y 2 viviendas de los anexos de Huata, Andamarca, Matapa, Miraflores, Lauca y Pucacocha se ubican en nivel muy alto respectivamente; mientras que 74, 48, 32, 5, 2 y 1 viviendas del anexo de Andamarca, Huata, Lauca, Antacalla, Pucacocha y Uyo se encuentran dentro del nivel alto correspondientemente; por otro lado 6, 6, 5, 3, 3 y 3 viviendas del anexo de Miraflores, Pucacocha, Huata, Matapa, Antacalla y Uyo, se ubican dentro del nivel medio respectivamente; por último 3 y 1 viviendas del anexo de Antacalla y Huata se encuentran dentro del nivel bajo correspondientemente (ver mapa 8-1, 8-2 y 8-3).

Mapa 10: Riesgo de viviendas de los anexos de Andamarca, Huata y Antacalla.



SIMBOLOGÍA

- Anexos Involucrados
- Carreteras
- Ríos
- Zona de Estudio

LEYENDA

- NIVELES DE RIESGO**
- MUY ALTO
 - ALTO
 - MEDIO
 - BAJO

PROYECTO:

"EVALUACIÓN DE RIESGO DE DESASTRES POR ALUVIÓN A PARTIR DE LA DESGLACIACIÓN DEL NEVADO SUEROCOCHA EN EL DISTRITO DE ANDAMARCA, REGIÓN JUNÍN 2023"

MAPA DE RIESGO DE VIVIENDAS - ZONA 01



Universidad Continental

EQUIPO EVALUADOR:

PAUCAR CANO Hugo Alipio
ARCA SULLCA Meralda Geysil
BACA YZARA Nicol Alexa

DEPARTAMENTO:

JUNÍN

SISTEMA DE PROYECCIÓN:

UTM - WGS84 - Zona 18 S

PROVINCIA:

CONCEPCIÓN

ESCALA:

1: 12,500

MAPA:

MP-RIE-08

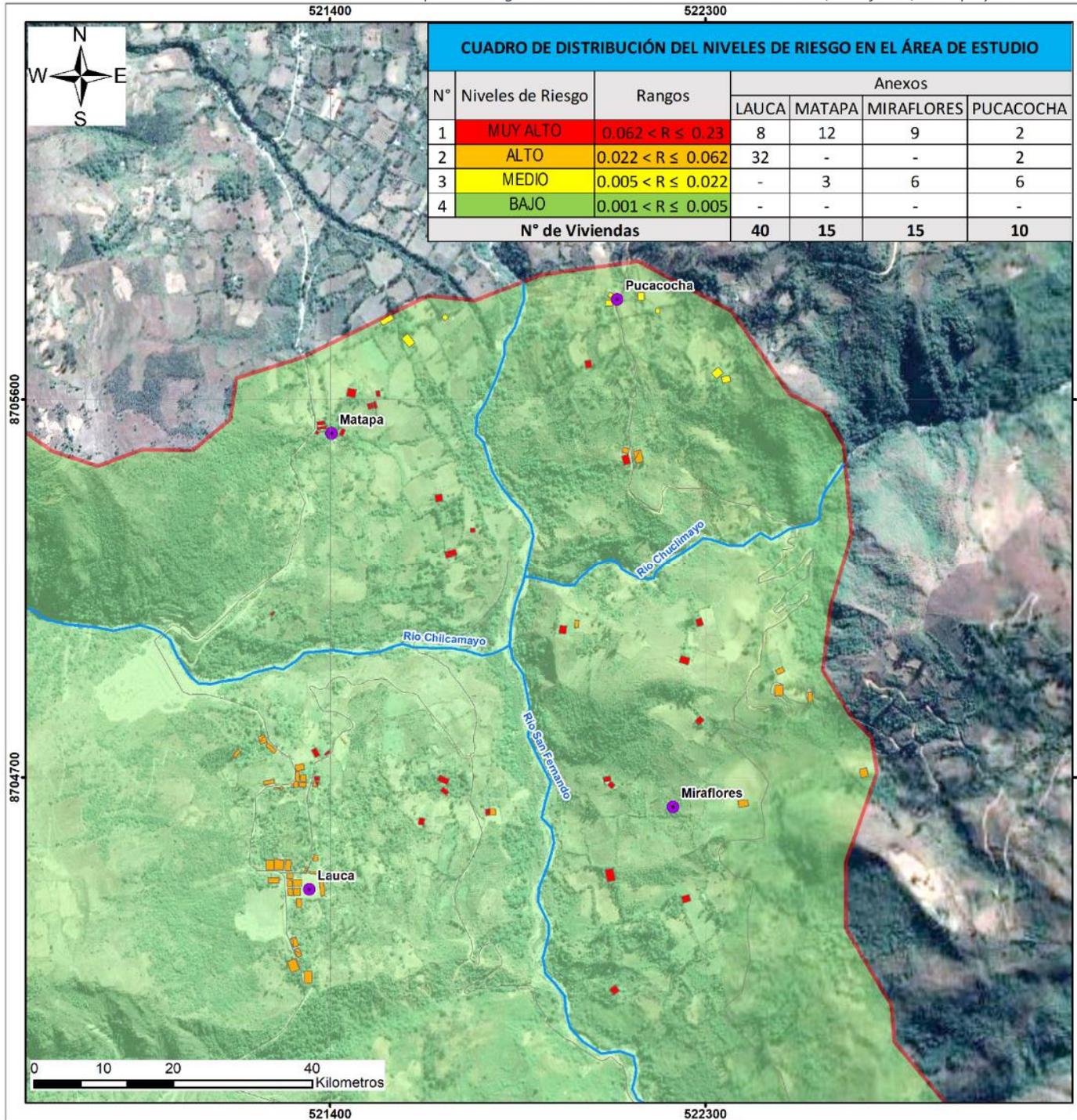
DISTRITO:

ANDAMARCA

FECHA:

Diciembre, 2023

Mapa 11: Riesgo de viviendas de los anexos de Pucacocha, Miraflores, Matapa y Lauca.



SIMBOLOGÍA

- Anexos Involucrados
- Carreteras
- Ríos
- Zona de Estudio

LEYENDA

NIVELES DE RIESGO

- MUY ALTO
- ALTO
- MEDIO
- BAJO

PROYECTO:
 "EVALUACIÓN DE RIESGO DE DESASTRES POR ALUVIÓN A PARTIR DE LA DESGLACIACIÓN DEL NEVADO SUEROCOCHA EN EL DISTRITO DE ANDAMARCA, REGIÓN JUNÍN 2023"

MAPA DE RIESGO DE VIVIENDAS - ZONA 02

EQUIPO EVALUADOR:
 PAUCAR CANO Hugo Alipio
 ARCA SULLCA Meralda Geysil
 BACA YZARA Nicol Alexa



DEPARTAMENTO:
 JUNIN

SISTEMA DE PROYECCIÓN:
 UTM - WGS84 - Zona 18 S

PROVINCIA:
 CONCEPCIÓN

ESCALA:
 1: 12,500

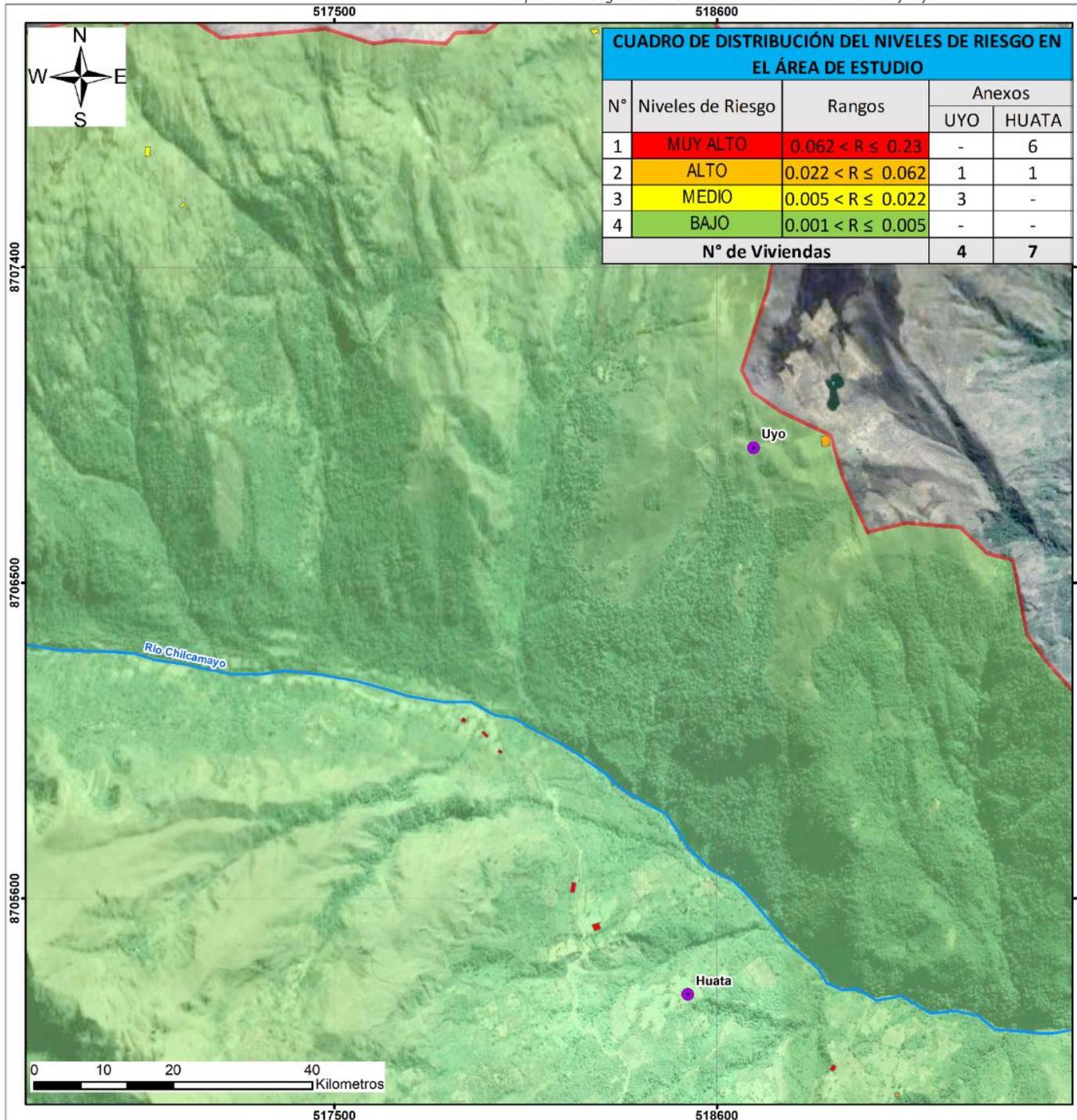
MAPA:

DISTRITO:
 ANDAMARCA

FECHA:
 Diciembre, 2023

MP-RIE-08

Mapa 12: Riesgo de viviendas de los anexos de Huata y Uyo.



SIMBOLOGÍA

- Anexos Involucrados
- Ríos
- Zona de Estudio

LEYENDA

NIVELES DE RIESGO

- MUY ALTO
- ALTO
- MEDIO
- BAJO

PROYECTO:
 "EVALUACIÓN DE RIESGO DE DESASTRES POR ALUVIÓN A PARTIR DE LA DESGLACIACIÓN DEL NEVADO SUEROCOCHA EN EL DISTRITO DE ANDAMARCA, REGIÓN JUNÍN 2023"

MAPA DE RIESGO DE VIVIENDAS - ZONA 03

EQUIPO EVALUADOR:
 PAUCAR CANO Hugo Alipio
 ARCA SULLCA Meralda Geysil
 BACA YZARA Nicol Alexa

Universidad Continental

DEPARTAMENTO: JUNÍN
PROVINCIA: CONCEPCIÓN
DISTRITO: ANDAMARCA

SISTEMA DE PROYECCIÓN: UTM - WGS84 - Zona 18 S
ESCALA: 1: 15,000
FECHA: Diciembre, 2023

MAPA: MP-RIE-08

4.4. Medidas de prevención de riesgos de desastres

De acuerdo con los resultados obtenidos de la evaluación de los riesgos, frente a la ocurrencia de un posible aluvión, dentro de la microcuenca del río Chilcamayo y anexos involucrados del distrito de Andamarca, se establecen medidas de prevención y reducción de riesgos ante el acontecimiento de un posible aluvión, con la finalidad de evitar o reducir los potenciales impactos y/o efectos que podrían llegar a generar la manifestación de estos.

4.4.1. Medidas estructurales

a. Variable independiente – Peligro

Estabilización de pendientes

- Construcción de muros de contención y terrazas agrícolas para estabilizar pendientes y reducir el riesgo de deslizamientos de tierra y aluviones.
- Implementación de sistemas de drenaje para controlar el flujo de agua y prevenir la erosión del suelo en áreas con pendientes pronunciadas.
- Edificar un dique y presa no menor a 7 metros, con la finalidad de evitar que pueda producirse una inundación futura que este netamente asociada a descargas inmensas en la desembocadura del lago, que además pueda retener y/o almacenar agua para abastecer a los pobladores locales durante épocas de estiaje.
- La municipalidad distrital de Andamarca, a través de la gerencia de desarrollo urbano debe de implementar canales y terrazas de

desvió, con el propósito de desviar el flujo del aluvión fuera de áreas pobladas o críticas, reduciendo de esta manera el impacto en las zonas de alto riesgo.

Control de erosión

- Construcción de estructuras de retención de suelo, como barreras vivas y trincheras de infiltración, para reducir la erosión y minimizar la generación de aluviones.
- Implementación de técnicas de restauración de suelos, como la revegetación y la siembra de coberturas vegetales, para mejorar la estabilidad del terreno.
- La municipalidad distrital de Andamarca, a través de la gerencia de servicios públicos, con apoyo del gobierno regional y el Ministerio de Agricultura, realizar actividades de reforestación y revegetación estratégica; que debe consistir en la plantación de vegetación adecuada en áreas clave para ayudar a frenar la erosión y estabilizar el suelo, reduciendo así la probabilidad de deslizamientos y aluviones

Ordenamiento territorial y planificación urbana

- Establecimiento de regulaciones y normativas de construcción que limitan el desarrollo urbano en áreas con pendientes pronunciadas y alto riesgo de aluviones.

- Realización de evaluaciones de riesgos geológicos y geotécnicos para informar la planificación urbana y evitar la ocupación de zonas vulnerables.

b. Variable independiente – vulnerabilidad (social)

Desarrollo de infraestructuras sociales:

- Construcción de refugios y albergues de emergencia en áreas vulnerables a aluviones para proporcionar un lugar seguro a la población durante eventos extremos.
- Implementación de sistemas de alerta temprana y comunicación accesibles para personas con discapacidades y comunidades marginadas.

Fortalecimiento de la Red de Asistencia Social:

- Mejora y expansión de los programas de asistencia social y de salud mental para apoyar a las comunidades afectadas por aluviones, brindando servicios de atención psicológica y apoyo emocional.

c. Variable independiente – vulnerabilidad (económica)

Desarrollo de infraestructuras resilientes:

- Inversión en infraestructuras resilientes que protejan los medios de vida y los recursos económicos de las comunidades ante la amenaza de aluviones, como la construcción de sistemas de drenaje y protección de cultivos.

Fomento de la diversificación económica:

- Apoyo al desarrollo de actividades económicas alternativas y diversificadas que reduzcan la dependencia de sectores vulnerables a los aluviones, como la agricultura de subsistencia.

d. Variable independiente – vulnerabilidad (ambiental)

Restauración de ecosistemas naturales:

- Promoción de proyectos de restauración ambiental en áreas afectadas por aluviones para recuperar la biodiversidad, mejorar la calidad del suelo y aumentar la capacidad de absorción de agua.
- Gestión Sostenible de Cuencas Hidrográficas:
- Implementación de prácticas de gestión sostenible de cuencas hidrográficas, como la reforestación y la conservación de suelos, para reducir la erosión y el riesgo de generación de aluviones.

e. Variable dependiente – riesgo

Modelos de simulación y pronóstico:

- Desarrollo de modelos de simulación y pronóstico que integren datos geográficos, hidrológicos, climáticos y sociales para evaluar el riesgo de aluviones y prever su impacto en áreas vulnerables.

Sistemas de Información Geográfica (SIG):

- Utilización de SIG para cartografiar y visualizar las zonas de riesgo de aluviones, identificando la distribución espacial de la población y las infraestructuras expuestas.

Monitoreo y vigilancia continua:

- Implementación de sistemas de monitoreo hidrometeorológico y geotécnico en áreas propensas a aluviones para detectar cambios en condiciones peligrosas y emitir alertas tempranas.

Infraestructuras de protección:

- Construcción de obras de ingeniería, como diques y muros de contención, para reducir el peligro de aluviones y proteger áreas vulnerables.

Análisis de vulnerabilidad de infraestructuras:

- Evaluación de la vulnerabilidad de infraestructuras críticas, como viviendas, hospitales y escuelas, frente a aluviones, mediante técnicas de ingeniería y análisis estructural.

Fortalecimiento de infraestructuras:

- Mejora y refuerzo de la infraestructura física para hacer frente a los aluviones, incluyendo medidas como el fortalecimiento de edificios y sistemas de drenaje.

4.4.2. Medidas no estructurales

a. Variable independiente – Peligro

Monitoreo y alerta temprana:

- Implementación de sistemas de monitoreo climático y glaciológico para detectar cambios en la temperatura y el retroceso glaciar que puedan aumentar el riesgo de aluviones.
- Desarrollo de sistemas de alerta temprana que utilicen datos de monitoreo para emitir advertencias anticipadas a las comunidades en riesgo.
- Elaborar e incluir un “Plan general de prevención y reducción por riesgo de desastres en la microcuenca del río Chilcamayo en el distrito de Andamarca”, con la finalidad de definir zonas seguras en caso de que haya presencia de personas transitando en áreas de potencial impacto.
- Implementar un plan de la zonificación social, económica y ecológica que permita a la población poder emplear el uso adecuado al suelo y construcción de viviendas, en áreas de riesgos muy altos y altos por aluviones y/o otros desastres.

Educación y concienciación:

- Realización de campañas de sensibilización sobre los riesgos de aluviones y las medidas de prevención y respuesta ante emergencias.
- Capacitación de la población en técnicas de autoprotección y en la identificación de señales de peligro relacionadas con la geomorfología y la geología del área.

Coordinación y planificación de emergencias:

- Establecimiento de planes de emergencia comunitarios que incluyan protocolos de evacuación y refugio en caso de aluviones.
- Coordinación entre agencias gubernamentales, organizaciones de la sociedad civil y comunidades locales para desarrollar estrategias integrales de gestión del riesgo de aluviones.

b. Variable independiente – vulnerabilidad (social)

Educación y concienciación:

- Desarrollo de programas educativos dirigidos a comunidades vulnerables para aumentar la conciencia sobre los riesgos de aluviones y promover la preparación y respuesta adecuadas.
- Impulsar la educación y concientización pública, con la creación de programas de educación, sobre aluviones y demás riesgos por desastres, para fortalecer las aptitudes de la población de parte de la municipalidad distrital.

Participación comunitaria:

- Capacitación de líderes comunitarios y voluntarios en habilidades de gestión de emergencias y primeros auxilios para facilitar la respuesta local, promocionando la participación comunitaria; involucrando a la comunidad en las diferentes etapas de planificación, respuesta y resiliencia ante todo tipo de

desastres, e impulsar a la colaboración y la generación de empleo.

- Impulsar la educación y concientización pública, con la creación de programas de educación, sobre aluviones y demás riesgos por desastres, para fortalecer las aptitudes de la población de parte de la municipalidad distrital.
- Fomento de la participación comunitaria en la planificación y toma de decisiones relacionadas con la gestión del riesgo de aluviones, promoviendo la inclusión de todas las voces y perspectivas.

c. Variable independiente – vulnerabilidad (económica)

Acceso a financiamiento y seguros:

- Facilitación del acceso a microcréditos y seguros para comunidades vulnerables, permitiéndoles recuperarse más rápidamente de los impactos económicos de los aluviones y reconstruir sus medios de vida.

Promoción de la resiliencia empresarial:

- Capacitación y asistencia técnica a pequeñas empresas locales para fortalecer su resiliencia ante eventos extremos, fomentando la implementación de prácticas de gestión de riesgos y continuidad del negocio.

d. Variable independiente – vulnerabilidad (ambiental)

Educación ambiental:

- Desarrollo de programas de educación ambiental para sensibilizar a la población sobre la importancia de la conservación de los ecosistemas y los servicios ambientales en la prevención de aluviones.

Participación ciudadana en la conservación ambiental:

- Fomento de la participación ciudadana en actividades de conservación ambiental, como la limpieza de ríos y la reforestación de áreas degradadas, para fortalecer la resiliencia de los ecosistemas locales.

e. Variable dependiente – riesgo

Investigación y análisis de datos históricos:

- Análisis de eventos pasados de aluviones para comprender los patrones de ocurrencia, los factores desencadenantes y los impactos en la población y la infraestructura.

Participación comunitaria en la evaluación de riesgos:

- Involucramiento de la comunidad en la identificación y evaluación de riesgos locales, aprovechando el conocimiento local para mejorar la precisión y relevancia de la evaluación.

Educación y sensibilización:

- Campañas educativas dirigidas a la población para aumentar la conciencia sobre los peligros de aluviones y promover comportamientos seguros y preparativos adecuados.

Difusión de alertas tempranas:

- Establecimiento de sistemas de alerta temprana, efectivos que comuniquen de manera clara y oportuna los peligros inminentes de aluviones a la población afectada.

Encuestas y entrevistas sociales:

- Realización de encuestas y entrevistas para comprender las condiciones socioeconómicas y demográficas de la población afectada, identificando grupos especialmente vulnerables.

Desarrollo de capacidades:

- Capacitación y empoderamiento de la población en habilidades de gestión de riesgos, primeros auxilios y técnicas de supervivencia para aumentar su capacidad de respuesta ante aluviones.

4.5. Discusión de resultados

El presente trabajo de investigación aporta a la formación de nuevos conocimientos científicos respecto a la evaluación de riesgos por aluvión y medidas de prevención para la población local del distrito de Andamarca.

- Para el área de estudio, ante la ausencia de un documento que logre sustentar los criterios para su delimitación, se optó por encaminar la opción de establecer los puntos más altos de cada cumbre según juicio propio, con ayuda de imágenes satelitales, para facilitar la inserción de datos empleados en el software RAMMS, permitiendo de esta forma obtener datos como la presión máxima, altura de flujo; además de identificar el alcance del flujo en la parte baja de la

microcuena. Con base en autores de [(12) y (17)], se confirma que utilizar técnicas de análisis espacial son cruciales para la determinación de elementos expuestos y obtención de flujos con escasa información.

- En los Andes tropicales del Perú, se ha presenciado desde hace algunos años atrás el aumento de temperatura, atrayendo consecuencias como la desglaciación; esta investigación hace referencia a la importancia de realizar el estudio de niveles de peligro por aluvión originado por desglaciación, es por ello que a partir de la susceptibilidad se integran factores que favorecen al desencadenamiento como: la desglaciación (por incremento de temperatura), y condicionantes como: la pendiente, geología y geomorfología; estableciendo como parámetro de evaluación la altura de este posible aluvión, este es de suma importancia porque cumple un rol principal en conjunto con la pendiente, geología y geomorfología para obtención de áreas de alto riesgo y posibles inundaciones y/o deslizamientos. En investigaciones previamente realizadas por [(12) y (20)], se afirma la importancia de los DEM ya que estos proporcionan datos sobre pendientes y otras características topográficas que sirven para identificar áreas con potencial riesgoso. De igual manera otro organismo [(19) y (20)] corrobora que la evaluación de peligro se basa principalmente en la obtención de resultados sobre la base de los factores condicionantes y desencadenantes.
- Para abordar esta compleja problemática, se optó por utilizar una combinación de encuestas y entrevistas como métodos de recolección de datos, con el fin de obtener una comprensión integral de los diversos aspectos relacionados con este

fenómeno. Las encuestas se utilizaron como un medio para recopilar datos sobre la percepción, el conocimiento y las experiencias de la comunidad local en relación con los riesgos de desastres por aluvión. Los resultados de las encuestas revelaron una serie de hallazgos significativos que respaldan la importancia de este enfoque metodológico. En primer lugar, se encontró que la mayoría de los residentes no estaban conscientes de la amenaza que representaba la desglaciación del nevado Suerococha en términos de riesgos de aluvión. Además, se observó que había una variedad de percepciones y preocupaciones dentro de la comunidad, desde la falta de conocimiento sobre las medidas de preparación hasta la necesidad de mejoras en la infraestructura de alerta temprana. Por otro lado, las entrevistas se llevaron a cabo con pobladores durante el desarrollo de las encuestas para proporcionar una perspectiva invaluable sobre los desafíos específicos que atraviesa la región en términos de mitigación y respuesta a desastres por aluvión. Se destaca la importancia de entender la dinámica glacial y los factores geológicos para prever y mitigar los riesgos, mientras que se identificaron que las autoridades locales tienen limitación de recursos para fortalecer la coordinación institucionalidad en mejora de capacidades de respuesta ante emergencias. En conjunto, los resultados obtenidos de las encuestas y entrevistas proporcionan una base sólida para sustentar el uso de estas metodologías en esta investigación. La combinación de datos permitió una comprensión holística de los riesgos de desastres por aluvión dentro del área de estudio correspondiente al distrito de Andamarca, enriqueciendo así el análisis y las conclusiones de este estudio. Con base al autor

[(23)]se resalta la importancia de involucrar a la comunidad local y a los expertos en la planificación y ejecución de estrategias de gestión de riesgos de desastres en la región; enfatizando la importancia de evaluar riesgos y tomar medidas de mitigación adecuadas para proteger a las comunidades vulnerables de los desastres naturales.

- La evaluación de la vulnerabilidad por aluvión en el distrito de Andamarca reafirma que el área de estudio delimitado posee cuatro niveles de vulnerabilidad en un 55.65% muy Alta, 35.9% alta, 4.45% media y 4% baja en viviendas correspondientes a una serie de componentes como: la tipología de vivienda, proximidad hacia al río, capacidad para afrontar riesgos de desastres, el desarrollo de actividades económicas tales como: ganadería, agricultura y comercio, y ausencia de autoridades locales que involucren a la población en fortalecer el conocimiento en gestión de riesgos por desastres. Otros autores [(12), (20), (23), (24) y (28)] refieren que la vulnerabilidad en combinación con aspectos cuantitativos y cualitativos agrupan dimensiones: ambientales, sociales y económicos; con el propósito de favorecer y reconocer las características sobre la población involucrada.
- La evaluación de riesgos por aluvión en el distrito de Andamarca deduce que dentro de ella se tiene riesgos de viviendas en un 22.58% muy alto, 65.32% alto, 10.48% medio y 1.62% bajo, a consecuencia de que gran parte de viviendas están construidas a una distancia cercana del río, en terrenos con pendiente relativamente moderada, con ingresos económicos muy bajos a falta de empleos y poca existencia de interacción con autoridades locales que los capacite en

temas de GRD, de este modo con los resultados obtenidos se valida de la hipótesis general “El nivel de riesgos de desastres por el posible aluvión es alto y/o muy alto a partir de la desglaciación del Nevado Suerococha dentro del distrito de Andamarca, 2023”. Según investigaciones [(20), (23) y (28)] ratifican la importancia de la evaluación de riesgos con la finalidad de anticipar futuros desastres.

- Las medidas de prevención para este estudio están en función al resultado obtenido, por ende, se considera su grado de viabilidad, características y enfoque, que se adecuen perfectamente al área de estudio, permitiendo de esta forma la inclusión a la población involucrada y municipalidad para un trabajo conjunto. Según investigadores [(24), (26), (27) y (28)] exigen que las medidas de mitigación deben ser de carácter integral y colaborativo para asegurar la seguridad y la capacidad de resiliencia de las comunidades involucradas.

CONCLUSIONES

- En la microcuenca de río Chilcamayo y anexos de Uyo, Huata, Matapa, Pucacocha, Miraflores, Lauca, correspondientes al distrito de Andamarca, se pudieron identificar 248 viviendas y 602 elementos expuestos que comprenden; instituciones educativas, parcelas de cultivo, carreteras, puentes, centros de salud, canal de irrigación, cementerios y estadios; ubicados en áreas con niveles de peligro muy alto, alto, medio y bajo, en concordancia al desarrollo de un posible aluvión a partir de la desglaciación del nevado Suerococha.
- El resultado de la vulnerabilidad dentro del área de estudio, se determinó a partir de emplear las dimensiones social, económica y ambiental, aplicadas mediante una encuesta, esto correspondientes a las 248 viviendas, concediendo como resultante al 55,65% en vulnerabilidad muy alta, el 35.89% en alta, el 4.44% en vulnerabilidad media y el 4.03% restante en vulnerabilidad baja, correspondientes a una serie de componentes como: la tipología de vivienda, proximidad hacia al río, capacidad para afrontar riesgos de desastres, el desarrollo de actividades económicas, y ausencia de autoridades locales que involucren a la población en fortalecer el conocimiento en gestión de riesgos por desastres.
- En la obtención del riesgo dentro del área de estudio, se han determinado por sectores, gracias a la interpolación de los datos obtenidos de peligro y vulnerabilidad; de los cuales las viviendas de los anexos de Andamarca, Huata, Lauca, Miraflores, Matapa y Pucacocha (12, 13, 8, 12, 12 y 2) respectivamente, están considerados en un nivel de riesgo muy alto lo cual representa al 22.58%:

mientras que las viviendas de los anexos de Andamarca, Huata, Antacalla, Lauca, Pucacocha y Uyo (74, 48, 5, 32, 2 y 1) respectivamente, están en un riesgo alto que comprende al 65,32%; entre tanto las viviendas de los anexos de Huata, Antacalla, Lauca, Matapa, Miraflores, Pucacocha y Uyo (5, 3, 3, 6, 6, 3) respectivamente, se encuentran dentro de un riesgo medio con un 10.48% y el 1.61% restante de viviendas de Huata y Antacalla son de 1 y 4 respectivamente, que están dentro del riesgo muy bajo.

- La gestión de riesgos es crucial para la prevención ante el suceso de algún desastre natural por lo que requiere de un enfoque multifacético que combine tanto medidas estructurales y no estructurales de carácter preventivo, protección, retención y control; que sean aplicables en el distrito de Andamarca y que promueva la interacción de la municipalidad en conjunto con la población para garantizar su seguridad y resiliencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Calderón, J., Valencia, I. y Gabriel, E.** De invasores a compradores. Mercantilización del suelo en la Lima popular del siglo XXI. 2023, 49.
2. **Emmer, Adam.** Glacier Retreat and Glacial Lake Outburst Floods (GLOFs). 2017.
3. **Nitnaware, Himanshu.** DownToEarth. *Sikkim: Threat of South Lhonak lake bursting was forewarned by researchers two years ago.* [En línea] 04 de Octubre de 2023. [Citado el: 10 de Octubre de 2023.] <https://www.downtoearth.org.in/news/natural-disasters/sikkim-threat-of-south-lhonak-lake-bursting-was-forewarned-by-researchers-two-years-ago-92122>. ..
4. **Fenazzi, Sonia.** Swissinfo.ch. *Mattmark, página dramática de la historia suiza.* [En línea] 28 de Agosto de 2015. [Citado el: 10 de Octubre de 2023.] <https://www.swissinfo.ch/spa/sociedad/mattmark-dram%C3%A1tica-p%C3%A1gina-de-la-historia-de-suiza/41623194>. ..
5. **Werner, Steven A.** *Lo que el agua se llevo Consecuencias y lecciones del aluvion de Huaraz de 1941.* Huaraz : Cooperacion Globalmark, 2014.
6. **Gobierno Regional Junín.** Gobierno Regional Junín. [En línea] 17 de Junio de 2019. [Citado el: 15 de Marzo de 2023.] http://www.regionjunin.gob.pe/noticia/id/2019061741_nevado_del_huaytapallana_desaparece_ra_el_2070/#:~:text=Advirti%C3%B3%20que%20E2%80%9Cnuestra%20cordillera%20que,com o%20lo%20se%3%B1al%C3%B3%20el%20Senamhi%E2%80%9D.
7. **Allen, S.K. y Linsbauer, A.** Glacial lake outburst flood risk in Himachal Pradesh, India: an integrative and anticipatory approach considering current and future threats. 2016, Vol. 84, 1741-1763.
8. **Maccarte, Libertad.** *Evaluación de Vulnerabilidad de Estructuras y Riesgo Especifico Asociado Frente a Aluviones en la Zona Urbana de la Comuna de Antofagasta.* Santiago de Chile : s.n., 2021.
9. **Hung, Mai, Chinh, Luu y Quynh, Duy.** Urban flood risk assessment using Sentinel-1 on the google earth engine: A case study in Thai Nguyen city, Vietnam. 2023, 31.

10. **Hernández, Rubén, Barrios, Héctor y Ramírez, Aldo.** Análisis de riesgo por inundación: metodología y aplicación a la cuenca Atemajac. 2017, Vol. III, 3.
11. **Sevilano, María.** MÉTODO DE EVALUACIÓN SINTETIZADA PARA RIESGO DE DESASTRES CON ENFOQUE DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL (MESR): UNA APLICACIÓN PARA LA CIUDAD DE CALI, COLOMBI. 2021, Vol. V, 1.
12. **Quan Luna, B, Blahut, J y Camera, C.** Physically based dynamic run-out modelling for quantitative debris flow risk assessment: a case study in Tresenda, northern Italy. 2014, Vol. 72, 2942.
13. **Zhou, Y., Yue, D. y Liang, G.** Risk Assessment of Debris Flow in a Mountain-Basin Area, Western China. 2022, Vol. 14, 2942.
14. **Hagge-Kubat, T., Fischer, P. y Süßer, P.** Multi-Methodological Investigation of the Biersdorf Hillslope Debris Flow (Rheinland-Pfalz, Germany) Associated to the Torrential Rainfall Event of 14 July 2021. 2022, Vol. 12, 245.
15. **Li, L, Ni, B y Qiang, Y.** Risk assessment of debris flow disaster based on the cloud model—Probability fusion method. 2023, Vol. 18, 2.
16. **Lin, M., Gong, C. y Huang, H.** Damage Model and the Influence Factors of Mitigation Engineering against Glacial Debris Flow in the Parlung River Basin, SE Tibetan Plateau. 2023, Vol. 15, 1098.
17. **Valderrama, Patricio y Vilca, Oscar.** Dinamica E Implicancias Del Aluvión De La Laguna 513, Cordillera Blanca, Ancash Perú. 2012, Vol. 69, 400 - 406.
18. **Cano, Tiber.** *ESTIMACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES EN LA SUBCUENCA BAJA DEL RÍO SHULLCAS ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE HUANCAYO.* Huancayo : s.n., 2019.
19. **INAGEM.** *EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ALUVIÓN EN LA PARTE BAJA DE LA SUBCUENCA DEL RÍ BLANCO - SANTA CRUZ, DISTRITO SANTA CRUZ, PROVINCIA DE HUAYLAS, ANCASH.* ANCASH : s.n., 2020.
20. **Lázaro, Marco.** *ANÁLISIS DE PELIGROS Y VULNERABILIDAD PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES, UTILIZANDO EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) EN LA LOCALIDAD DE ACOPAMPA - CARHUAZ, ANCASH.* HUARAZ : s.n., 2015.
21. **Paucar, Rider.** *Niveles De Vulnerabilidad A Deslizamiento De Tierras En La Cuenca Del Río San Fernando-Región Junín.* Huancayo : s.n., 2016.
22. **Asencios, Ato.** *“PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN SEMICUANTITATIVA DE RIESGO DE DESASTRES CON FINES DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, EN EL DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO DE ANCASH” .* LIMA : s.n., 2015.
23. **García.** *EVALUACIÓN DE RIESGOS UPIS LAS COLINAS-SAN FERNANDO Y VILLA CATACAOS DEL DISTRITO VEINTISEIS DE OCTUBRE - PROVINCIA DE PIURA.* Piura : s.n., 2019.
24. **Mamani.** *EVALUACIÓN DE LOS DESLIZAMIENTOS PARA LA GESTIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES NATURALES EN LA QUEBRADA JILARI - CUYOCUYO, SANDIA.* Puno : s.n., 2017.

25. **Rodriguez, Aguilar y.** "EVALUACION DEL RIESGO Y VULNERABILIDAD EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE ANTE UNA PRECIPITACION INTENSA EN LA QUEBRADA SAN ANTONIO, 2019. Nuevo Chimbote : s.n., 2019.
26. **Hilario.** *Evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales en el distrito de Los Olivos utilizando el método multicriterio empleado por CENEPRED.* Lima : s.n., 2020.
27. **Callalle.** *Gestión de riesgo de desastres en zona urbana periférica: Análisis del riesgo en el Asentamiento Humano Lomas de Nochetto, Santa Anita, Lima.* San Miguel : s.n., 2016.
28. **Ccopi, Dennis, Barzola, Brissette y Gabriel, Edwin.** River Flood Risk Assessment in Communities of the Peruvian Andes: A Semiquantitative Application for Disaster Prevention. 2023, Vol. 15, 18.
29. **CONGRESO DE LA REPUBLICA.** LEY N° 29664 - LEY QUE CREA EL SISTEMA NACIONAL DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES (SINAGERD). Lima : Diario El Peruano, 2011.
30. **BANCO MUNDIAL.** GRUPO BANCO MUNDIAL. [En línea] Marzo de 2023. [Citado el: 15 de Junio de 2023.] <https://www.bancomundial.org/es/topic/disasterriskmanagement/overview>.
31. **CENEPRED, INDECI, MEF, CEPLAN, RREEE Y SRGRD.** PLANNACIONAL DE GESTION DEL RIESGO DE DESASTRES - PLANAGERD 2014-2021. Lima : s.n., 2014.
32. **NACIONES UNIDAS.** CONFERENCIA MUNDIAL DE YOKOHAMA SOBRE LA REDUCCION DE LOS DESASTRES NATURALES. UNITED NATIONS OFFICE FOR THE COORDINATION OF HUMANITARIAN AFFAIRS. [En línea] 07 de 06 de 1994. [Citado el: 07 de 06 de 2023.] <https://eird.org/fulltext/Yokohama-strategy/YokohamaEspa%F1ol.pdf>. 94-37607 .
33. **NACIONES UNIDAS .** ESTRATEGIA INTERNACIONAL PARA REDUCCION DE DESASTRES . *Unisdr.org.* [En línea] 18 de 01 de 2005. [Citado el: 07 de 06 de 2023.] <https://www.eird.org/cdmah/contenido/hyogo-framework-spanish.pdf>. 05-61032.
34. **NACIONES UNIDAS.** UNISDR.ORG. *Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030.* [En línea] 18 de 03 de 2015. https://www.unisdr.org/files/43291_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf.
35. **GESTION DE RIESGO DE DESASTRES Y DEFENSA NACIONAL.** POLITICA DE ESTADO 32 GESTIÓN DEL RIESSGO DE DESASTRE, APROBADO EN EL ACUERDO NACIONAL. Lima : s.n., 2010.
36. **PODER EJECUTIVO.** DECRETO SUPREMO N° 048-2011-PCM QUE APRUBEA EL REGLAMENTO DE LA LEY N°29664. Lima : Diario El Peruano, 2011.
37. **CONGRESO DE LA REPUBLICA.** LEY N° 30556 . Lima : Diario El Peruano, 2017.
38. **CONSEJO DE MINISTROS.** DECRETO SUPREMO N°003-2019-PCM - REGLAMENTO DE LEY N° 30556. Lima : Diario El Peruano, 2019.
39. **CONSEJO DE MINISTROS DE LA REPUBLICA.** DECRETO SUPREMO QUE APRUEBA EL PLAN NACIONAL DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES - PLANAGERD 2022-2030. Lima : s.n., 2022.

40. **CONGRESO DE LA REPUBLICA.** *LEY QUE ESTABLECE LA OBLIGACIÓN DE ELABORAR Y PRESENTAR PLANES DE CONTINGENCIA.* Lima : Diario El Peruano, 2005.
41. **Palacios, Gerardo.** Riesgos naturales y susceptibilidad del terreno ante la ocurrencia de huracanes Aplicación de SIG en la costa baja acumulativa del suroeste de Campeche. 2001, 19.
42. **CENEPRED, ANA, IGP, DHN, IGENMENT Y SENAMHI.** *MANUAL PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS ORIGINADOS POR DESASTRES NATURALES VERSION 3.0.* Lima : CENEPRED, 2019.
43. **INDECI.** *EDUCACIÓN COMUNITARIA PARA LA GESTIÓN DE RIESGOS DE DESASTRE.* Lima : s.n., 2012.
44. **INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL.** *GESTIÓN COMUNITARIA DE RIESGOS.* Miraflores : Foros Ciudades Para La Vida, 2002.
45. **INSITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL-INDECI.** *METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD Y RIESGO POR DESASTRE.* Lima : s.n., 2016.
46. **Ruiz, Naxhelli.** La definición y medición de la vulnerabilidad social. Un enfoque normativo. 2012, Vol. 75.
47. **Gaspari, Fernanda, Rodríguez y Delgado.** Environmental vulnerability in rangeland watersheds, using a GIS. 2011, Vol. 20, 1.
48. **Rojas, Octavio y Martínez, Carolina.** Riesgos naturales: evolución y modelos conceptuales. 2011, Vol. 20, 1.
49. **Porto, Luis.** Disrupciones, vulnerabilidad multidimensional y fragilidad: la trilogía sin autor responsable. 2008.
50. **United Nations.** Office for Outer Space Affairs UN-SPIDER Knowledge Portal. [En línea] 2015. [Citado el: 13 de Junio de 2023.] <https://www.un-spider.org/es/riesgos-y-desastres/gestion-del-riesgo-de-desastres>.
51. **SECRETARIA CENTRAL.** *NORMA INTERNACIONAL ISO 31000 - GESTIÓN DE RIESGO.* GINEBRA : s.n., 2018.
52. **CENEPRED.** *MANUAL Para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales.* Lima : NEVA STUDIO SAC, 2015.
53. **VALLARINO, RUBY.** SERVICIOS DE BLOG UPM. [En línea] Diciembre de 2021. [Citado el: 14 de Junio de 2023.] <https://blogs.upm.es/puma/es/>.
54. **Van Westen, CJ.** CARIBBEAN DISASTER EMERGENCY MANAGENET AGENCY. [En línea] 2011. [Citado el: 13 de Junio de 2023.] <https://www.cdema.org/virtuallibrary/index.php/charimhbook/methodology/5-risk-assessment/5-5-risk-assessment-methods>.
55. **Jaboyedoff, Michel & Aye, Derron, Zar Chi & y Nicolet, Marc-Henri &.** Using the consequence-frequency matrix to reduce the risk: examples and teaching. 2014.

56. **Altez, Rogelio.** Deaths under suspicion: Investigation on the number of deaths in the Vargas state disaster, Venezuela, in 1999. 2008, Vol. 1.
57. **MAO, LZD.** Conoce qué son alud, aluvión, inundación, huaico, sus diferencias y riesgos que conllevan. *ANDINA*. 2016.
58. **CIATEC.** Fenomeno Geologico . *Atlas de Riesgos* . IRAPUATO : s.n., 2012.
59. **Office, United Nations.** UNDRR ROAMC: Impacto de los desastres en América Latina y el Caribe 1990-2013. *Regional Office for the Americas and the Caribbean Spanish Agency for International Development Cooperation*. [En línea] COOPORACION OSSO. [Citado el: 15 de 06 de 2023.] <https://www.undrr.org/es/publication/undrr-roamc-impacto-de-los-desastres-en-america-latina-y-el-caribe-1990-2013>.
60. **Development, Geology for Global.** EGU BLOGS. *GEOLOGIA*. [En línea] Lukas Hörtnagl, 28 de 11 de 2015. [Citado el: 15 de 06 de 2023.] <https://blogs.egu.eu/geolog/2015/09/28/landslides-and-mudslides-what-are-they-and-what-causes-them/>.
61. **Reduction, United Nations Office for Disaster Risk.** United Nations Office for Disaster Risk Reduction. *Evaluación Regional del Riesgo de Desastres en América Latina y el Caribe*. [En línea] Sustainable Development, 22 de 03 de 2022. [Citado el: 13 de 06 de 2023.] <https://www.unisdr.org/we/inform/terminology/spanish/aluvion>.
62. **Hielo, Centro Nacional de Datos de Nieve y Hielo.** *Aprender*. [En línea] NSIDC, 2023. [Citado el: 13 de 06 de 2023.] <https://nsidc.org/learn>.
63. **Dai, F.C, Lee, C.F y Ngai, Y.Y.** Landslide risk assessment and management: an overview,. 2002, Vol. 64, 1.
64. **UNISDR.** *Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres*. Ginebra, Suiza : United Nations International Strategy for Disaster Reduction, 2009.
65. **Geografic, Nathional.** Educación. *Mapa*. [En línea] National Geographic Society, 2023. [Citado el: 13 de 06 de 2023.] <https://education.nationalgeographic.org/resource/map/>.
66. **Rosenhead, Jonathan y Mingers, John.** Rational analysis for a problematic world revisited: Problem structuring methods for complexity, uncertainty and conflict. 2001.
67. **Banks, Jerry.** Introduction to Simulation. 2001.
68. **Cárdenas, M y Salinas, E.** *Estudio de impacto ambiental y social: Guía para su elaboración*. Santiago de Chile : Editorial Universitaria, 2018.
69. **Arturo, Hernandez y Marcos, Ramos.** *Metodología de la Investigacion Cientifica*. [ed.] 3ciencias. Alcoy : Cientifica, 2018. pág. 93. 978-84-948257-0-5.
70. **Guillermina, Baena.** *Metodología de la Investigación*. [ed.] ebook. 3ra edición. Ciudad de Mexico : Patria, 2017. pág. 43. 978-607-744-748-1.
71. **Hernández, Roberto.** *Metodología de la Investigación, Sexta Edición*. Mexico : McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0.

72. **Municipalidad Provincial de Concepción.** Municipalidad Provincial de Concepción. [En línea] Portal de Transparencia Estandar. [Citado el: 15 de Marzo de 2023.] <https://municoncepcion.gob.pe/distrito-de-andamarca/>.

73. **INEI.** *PERÚ: Estimaciones y proyecciones de población por departamento, provincia y distrito, 2018 - 2020.* Lima : s.n., 2020.

74. **Saaty, Thomas L.** *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation.* New York : McGraw-H International Book Co, 1980.

75. **OSORIO, JUAN C. y OREJUELA, JUAN P.** EL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO (AHP) Y LA TOMA DE DECISIONES MULTICRITERIO. EJEMPLO DE APLICACIÓN. 2008, Vol. XIV, 39.

ANEXOS

Anexo 01: Validación del modelo de encuesta por expertos - 1

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor: Rodney Peonio Toledo Huacho

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante de INGENIERA AMBIENTAL, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el grado de TITULO

El título de la investigación es: EVALUACIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES POR ALUVIÓN A PARTIR DE LA DESGLACION DEL NEVADO SUEROCOCHA EN EL DISTRITO DE ANDAMARCA, REGION JUNIN 2023 y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia profesional.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Matriz de ítem de encuesta
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.


ARCA SULLCA MERALDA
DNI: 73389210


BACA YZARRA NICOL ALEXA
DNI: 74129506


PAUCAR CANO HUGO
DNI: 74801090

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

Variable:

Vulnerabilidad se refiere al grado de perjuicio de un componente dado o a la agrupación de estos componentes de riesgo, que son muestra del resultado ante la presencia de un fenómeno natural o peligro ambiental de determinada importancia, INDECI (Zalazar Luis, 2002 y pág.9).

Dimensiones de la variable:

Dimensión 1

Social: Enfatiza a la población involucrada en analizar el grado de organización y participación que mantienen en colectivo para garantizar la acción de prevenir y responder durante el desarrollo de consecuencias de un desastre. Impulsando nuevos propósitos, coherencia, participación, autonomía y trascendencia con el fin de enfatizar en nociones de resiliencia (Ruiz Naxhelli 2012)

Dimensión 2

Económico: Referido a la capacidad que conforma el acceso de la población hacia un centro poblado determinado que ofrezca activos económicos como (servicios, infraestructura, oportunidades de empleo), frente a un desastre. Por lo general esta información se encuentra disponible en los sitios web de FONCODES, INEI; cabe resaltar que la población pobre es el más vulnerable por sus bajos ingresos económicos (INDECI, 2016 y pág. 20).

Dimensión 3

Ambiental: Guarda una relación directa entre población e instituciones y/o empresas que recurren al cómo utilizar los recursos que suministra el capital natural ubicado en el área de interacción directa del peligro, considerando la susceptibilidad y predisposición intrínseca que ofrece este medio ante un perjuicio o pérdida (Gaspari Fernanda, 2011 y pág. 8).

MATRIZ OPERACIONAL DE LA VARIABLE

Variable: VULNERABILIDAD

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES DE MEDIDA	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICION
VARIABLE INDEPENDIENTE: Vulnerabilidad	Vulnerabilidad se refiere a la capacidad limitada de una persona, grupo o comunidad para resistir, adaptarse y recuperarse frente a los efectos adversos de situaciones o eventos. Puede estar relacionada con factores sociales, económicos, culturales, físicos o ambientales, y es importante tenerla en cuenta para desarrollar medidas de protección y prevención.	Exposición social	Fragilidad social	# Elementos	Cualitativa	Nominal
			Resiliencia social	# Habitantes	Cualitativa	
		Exposición económica	Fragilidad económica	# Elementos	Cualitativa	Nominal
			Resiliencia económica	# Habitantes / soles	Cualitativa	
		Exposición ambiental	Fragilidad ambiental	# Estructuras geológicas / m2	Cualitativa	Intervalo
				Resiliencia ambiental	# Habitantes	

Fuente: Elaboración Propia (Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión, CENEPRED, 2015)

MATRIZ DE ITEM DE LA ENCUESTA

Variable: VULNERABILIDAD

Variable	Dimensiones	Indicador	Item
VULNERABILIDAD	SOCIAL	EXPOSICIÓN SOCIAL	¿Qué grupo de población vive en la vivienda?
			La vivienda se encuentra del Río Chilcamayo
		FRAGILIDAD SOCIAL	¿Con qué tipo de servicio de agua cuenta la vivienda?
			¿Con qué tipo de alcantarillado cuenta la vivienda?
			¿Con qué tipo de alumbrado cuenta la vivienda?
			¿Con qué tipo de seguro de salud cuenta?
	RESILIENCIA SOCIAL	¿Con qué frecuencia recibe capacitaciones e información de la municipalidad respecto al Riesgo por Desastres en la zona?	
		¿Los miembros de la vivienda se organizan para poder afrontar los efectos por Aluvión?	
		¿A qué actividad económica se dedica el jefe del hogar?	
	ECONÓMICA	EXPOSICIÓN ECONÓMICA	¿Cuál es el material de las paredes de la vivienda?
			¿Cuál es el material del techo de la vivienda?
		FRAGILIDAD ECONÓMICA	¿Cuál es el estado de conservación de la vivienda?
			Ingreso promedio de la vivienda
		RESILIENCIA ECONÓMICA	¿Con qué frecuencia ahorra dinero para hacer frente a los efectos de un desastre natural?
			¿Con qué frecuencia encuentra el jefe de hogar empleo?
AMBIENTAL	EXPOSICIÓN AMBIENTAL	Según Ud. ¿A qué se debe la erosión de suelo?	
	FRAGILIDAD AMBIENTAL	Según Ud. ¿A qué se debe la pérdida de agua?	
		Según Ud. ¿Qué tan cerca está el anexo respecto al río Chilcamayo?	
RESILIENCIA AMBIENTAL	¿Qué técnicas ancestrales conoce para el aprovechamiento sostenible de recursos?		

Fuente: Elaboración propia.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

Nº	Items	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	¿Qué grupo de población vive en la vivienda?	X		X		X		
2	La vivienda se encuentra del Río Chilcamayo	X		X		X		
3	¿Con qué tipo de servicio de agua cuenta la vivienda?	X		X		X		
4	¿Con qué tipo de alcantarillado cuenta la vivienda?	X		X		X		
5	¿Con qué tipo de alumbrado cuenta la vivienda?	X		X		X		
6	¿Con qué tipo de seguro de salud cuenta?	X		X		X		
7	¿Con qué frecuencia recibe capacitaciones e información de la municipalidad respecto al Riesgo por Desastres en la zona?	X		X		X		
8	¿Los miembros de la vivienda se organizan para poder afrontar los efectos por Aluvión?	X		X		X		
9	¿A qué actividad económica se dedica el jefe del hogar?	X		X		X		
10	¿Cuál es el material de las paredes de la vivienda?	X		X		X		
11	¿Cuál es el material del techo de la vivienda?	X		X		X		
12	¿Cuál es el estado de conservación de la vivienda?	X		X		X		
13	Ingreso promedio de la vivienda	X		X		X		
14	¿Con qué frecuencia ahorra dinero para hacer frente a los efectos de un desastre natural?	X		X		X		
15	¿Con qué frecuencia encuentra el jefe de hogar empleo?	X		X		X		
16	Según Ud. ¿A qué se debe la erosión de suelo?	X		X		X		
17	Según Ud. ¿A qué se debe la pérdida de agua?	X		X		X		
18	Según Ud. ¿Qué tan cerca está el anexo respecto al río Chilcamayo?	X		X		X		
19	¿Qué técnicas ancestrales conoce para el aprovechamiento sostenible de recursos?	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [x]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**

Apellidos y nombres del juez validador: Dr/Mg. Rodney Peonio Toledo Huacho DNI: 44164586

Especialidad del validador:

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

27 de julio del 2023



Firma del Experto Informante

Anexo 02: Validación del modelo de encuesta por expertos

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor: Mg: Huamaní Paliza, Frank David

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante de INGENIERA AMBIENTAL, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el grado de TITULO

El título de la investigación es: EVALUACIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES POR ALUVIÓN A PARTIR DE LA DESGLACIACIÓN DEL NEVADO SUEROCOCHA EN EL DISTRITO DE ANDAMARCA, REGION JUNIN 2023 y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia profesional.

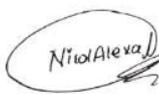
El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Matriz de ítem de encuesta
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.


ARCA SULLCA MERALDA
DNI: 73389210


BACA YZARRA NICOL ALEXA
DNI: 74129506


PAUCAR CANO HUGO
DNI: 74801090

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

Variable:

Vulnerabilidad se refiere al grado de perjuicio de un componente dado o a la agrupación de estos componentes de riesgo, que son muestra del resultado ante la presencia de un fenómeno natural o peligro ambiental de determinada importancia, INDECI (Zalazar Luis, 2002 y pág.9).

Dimensiones de la variable:

Dimensión 1

Social: Enfatiza a la población involucrada en analizar el grado de organización y participación que mantienen en colectivo para garantizar la acción de prevenir y responder durante el desarrollo de consecuencias de un desastre. Impulsando nuevos propósitos, coherencia, participación, autonomía y trascendencia con el fin de enfatizar en nociones de resiliencia (Ruiz Naxhelli 2012)

Dimensión 2

Económico: Referido a la capacidad que conforma el acceso de la población hacia un centro poblado determinado que ofrezca activos económicos como (servicios, infraestructura, oportunidades de empleo), frente a un desastre. Por lo general esta información se encuentra disponible en los sitios web de FONCODES, INEI; cabe resaltar que la población pobre es el más vulnerable por sus bajos ingresos económicos (INDECI, 2016 y pág. 20).

Dimensión 3

Ambiental: Guarda una relación directa entre población e instituciones y/o empresas que recurren al cómo utilizar los recursos que suministra el capital natural ubicado en el área de interacción directa del peligro, considerando la susceptibilidad y predisposición intrínseca que ofrece este medio ante un perjuicio o pérdida (Gaspari Fernanda, 2011 y pág. 8).

MATRIZ OPERACIONAL DE LA VARIABLE

Variable: **VULNERABILIDAD**

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES DE MEDIDA	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICION
VARIABLE INDEPENDIENTE: Vulnerabilidad	Vulnerabilidad se refiere a la capacidad limitada de una persona, grupo o comunidad para resistir, adaptarse y recuperarse frente a los efectos adversos de situaciones o eventos. Puede estar relacionada con factores sociales, económicos, culturales, físicos o ambientales, y es importante tenerla en cuenta para desarrollar medidas de protección y prevención.	Exposición social	Fragilidad social	# Elementos	Cualitativa	Nominal
			Resiliencia social	# Habitantes	Cualitativa	
		Exposición económica	Fragilidad económica	# Elementos	Cualitativa	Nominal
			Resiliencia económica	# Habitantes / soles	Cualitativa	
		Exposición ambiental	Fragilidad ambiental	# Estructuras geológicas / m2	Cualitativa	Intervalo
				Resiliencia ambiental	# Habitantes	

Fuente: Elaboración Propia (Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión, CENEPRED, 2015)

MATRIZ DE ITEM DE LA ENCUESTA

Variable: VULNERABILIDAD

Variable	Dimensiones	Indicador	Item	
VULNERABILIDAD	SOCIAL	EXPOSICIÓN SOCIAL	¿Qué grupo de población vive en la vivienda? La vivienda se encuentra del Río Chicamayo	
			¿Con qué tipo de servicio de agua cuenta la vivienda? ¿Con qué tipo de alcantarillado cuenta la vivienda?	
		RESILIENCIA SOCIAL	¿Con qué tipo de alumbrado cuenta la vivienda? ¿Con qué tipo de seguro de salud cuenta?	
			¿Con qué frecuencia recibe capacitaciones e información de la municipalidad respecto al Riesgo por Desastres en la zona? ¿Los miembros de la vivienda se organizan para poder afrontar los efectos por Aluvión?	
			EXPOSICIÓN ECONÓMICA	¿A qué actividad económica se dedica el jefe del hogar? ¿Cuál es el material de las paredes de la vivienda? ¿Cuál es el material del techo de la vivienda? ¿Cuál es el estado de conservación de la vivienda? Ingreso promedio de la vivienda
			FRAGILIDAD ECONÓMICA	¿Con qué frecuencia ahorra dinero para hacer frente a los efectos de un desastre natural?
	AMBIENTAL	EXPOSICIÓN AMBIENTAL	¿Con que frecuencia encuentra el jefe de hogar empleo? Según Ud. ¿A qué se debe la erosión de suelo?	
		FRAGILIDAD AMBIENTAL	Según Ud. ¿A qué se debe la pérdida de agua? Según Ud. ¿Qué tan cerca está el anexo respecto al río Chicamayo?	
		RESILIENCIA AMBIENTAL	¿Qué técnicas ancestrales conoce para el aprovechamiento sostenible de recursos?	

Fuente: Elaboración propia.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

Nº	Items	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	¿Qué grupo de población vive en la vivienda?	X		X		X		
2	La vivienda se encuentra del Río Chilcamayo	X		X		X		
3	¿Con qué tipo de servicio de agua cuenta la vivienda?	X		X		X		
4	¿Con qué tipo de alcantarillado cuenta la vivienda?	X		X		X		
5	¿Con qué tipo de alumbrado cuenta la vivienda?	X		X		X		
6	¿Con qué tipo de seguro de salud cuenta?	X		X		X		
7	¿Con qué frecuencia recibe capacitaciones e información de la municipalidad respecto al Riesgo por Desastres en la zona?	X		X		X		
8	¿Los miembros de la vivienda se organizan para poder afrontar los efectos por Aluvión?	X		X		X		
9	¿A qué actividad económica se dedica el jefe del hogar?	X		X		X		
10	¿Cuál es el material de las paredes de la vivienda?	X		X		X		
11	¿Cuál es el material del techo de la vivienda?	X		X		X		
12	¿Cuál es el estado de conservación de la vivienda?	X		X		X		
13	Ingreso promedio de la vivienda	X		X		X		
14	¿Con qué frecuencia ahorra dinero para hacer frente a los efectos de un desastre natural?	X		X		X		
15	¿Con qué frecuencia encuentra el jefe de hogar empleo?	X		X		X		
16	Según Ud. ¿A qué se debe la erosión de suelo?	X		X		X		
17	Según Ud. ¿A qué se debe la pérdida de agua?	X		X		X		
18	Según Ud. ¿Qué tan cerca está el anexo respecto al río Chilcamayo?	X		X		X		
19	¿Qué técnicas ancestrales conoce para el aprovechamiento sostenible de recursos?	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [x]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**

Apellidos y nombres del juez validador: Mg. Huamani Paliza, Frank David DNI: 41523590

Especialidad del validador: Metodólogo

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna al enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

27 de julio del 2023

Firma del Experto Informante

Anexo 03: Validación del modelo de encuesta por expertos

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor: Geyner Heiner Amado Cadillo

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante de INGENIERA AMBIENTAL, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el grado de TITULO

El título de la investigación es: EVALUACIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES POR ALUVIÓN A PARTIR DE LA DESGLACION DEL NEVADO SUEROCOCHA EN EL DISTRITO DE ANDAMARCA, REGION JUNIN 2023 y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia profesional.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Matriz de ítem de encuesta
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.


ARCA SULLCA MERALDA
DNI: 73389210


BACA YZARRA NICOL ALEXA
DNI: 74129506


PAUCAR CANO HUGO
DNI: 74801090

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

Variable:

Vulnerabilidad se refiere al grado de perjuicio de un componente dado o a la agrupación de estos componentes de riesgo, que son muestra del resultado ante la presencia de un fenómeno natural o peligro ambiental de determinada importancia, INDECI (Zalazar Luis, 2002 y pág.9).

Dimensiones de la variable:

Dimensión 1

Social: Enfatiza a la población involucrada en analizar el grado de organización y participación que mantienen en colectivo para garantizar la acción de prevenir y responder durante el desarrollo de consecuencias de un desastre. Impulsando nuevos propósitos, coherencia, participación, autonomía y trascendencia con el fin de enfatizar en nociones de resiliencia (Ruiz Naxhelli 2012)

Dimensión 2

Económico: Referido a la capacidad que conforma el acceso de la población hacia un centro poblado determinado que ofrezca activos económicos como (servicios, infraestructura, oportunidades de empleo), frente a un desastre. Por lo general esta información se encuentra disponible en los sitios web de FONCODES, INEI; cabe resaltar que la población pobre es el más vulnerable por sus bajos ingresos económicos (INDECI, 2016 y pág. 20).

Dimensión 3

Ambiental: Guarda una relación directa entre población e instituciones y/o empresas que recurren al cómo utilizar los recursos que suministra el capital natural ubicado en el área de interacción directa del peligro, considerando la susceptibilidad y predisposición intrínseca que ofrece este medio ante un perjuicio o pérdida (Gaspari Fernanda, 2011 y pág.8).

MATRIZ OPERACIONAL DE LA VARIABLE

Variable: VULNERABILIDAD

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES DE MEDIDA	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICION	
VARIABLE INDEPENDIENTE: Vulnerabilidad	Vulnerabilidad se refiere a la capacidad limitada de una persona, grupo o comunidad para resistir, adaptarse y recuperarse frente a los efectos adversos de situaciones o eventos. Puede estar relacionada con factores sociales, económicos, culturales, físicos o ambientales, y es importante tenerla en cuenta para desarrollar medidas de protección y prevención.	Exposición social	Fragilidad social	# Elementos	Cualitativa	Nominal	
			Resiliencia social	#Habitantes	Cualitativa		
		Exposición económica	Fragilidad económica	# Elementos	Cualitativa	Nominal	
			Resiliencia económica	#Habitantes / scales	Cualitativa		
		Exposición ambiental	Fragilidad ambiental	Resiliencia ambiental	# Estructuras geológicas / m2	Cualitativa	Intervalo
					# Habitantes	Cualitativa	

Fuente: Elaboración Propia (Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión, CENEPRED, 2015)

MATRIZ DE ÍTEM DE LA ENCUESTA

Variable: VULNERABILIDAD

Variable	Dimensiones	Indicador	Ítem
VULNERABILIDAD	SOCIAL	EXPOSICIÓN SOCIAL	¿Qué grupo de población vive en la vivienda?
			La vivienda se encuentra del Río Chilcamayo
		FRAGILIDAD SOCIAL	¿Con qué tipo de servicio de agua cuenta la vivienda?
			¿Con qué tipo de alcantarillado cuenta la vivienda?
			¿Con qué tipo de alumbrado cuenta la vivienda?
			¿Con qué tipo de seguro de salud cuenta?
	RESILIENCIA SOCIAL	¿Con qué frecuencia recibe capacitaciones e información de la municipalidad respecto al Riesgo por Desastres en la zona?	
		¿Los miembros de la vivienda se organizan para poder afrontar los efectos por Aluvión?	
		¿A qué actividad económica se dedica el jefe del hogar?	
	ECONÓMICA	EXPOSICIÓN ECONÓMICA	¿Cuál es el material de las paredes de la vivienda?
			¿Cuál es el material del techo de la vivienda?
		FRAGILIDAD ECONÓMICA	¿Cuál es el estado de conservación de la vivienda?
			Ingreso promedio de la vivienda
		RESILIENCIA ECONÓMICA	¿Con qué frecuencia ahorra dinero para hacer frente a los efectos de un desastre natural?
			¿Con qué frecuencia encuentra el jefe de hogar empleo?
AMBIENTAL	EXPOSICIÓN AMBIENTAL	Según Ud. ¿A qué se debe la erosión de suelo?	
		Según Ud. ¿A qué se debe la pérdida de agua?	
	FRAGILIDAD AMBIENTAL	Según Ud. ¿Qué tan cerca está el anexo respecto al río Chilcamayo?	
		RESILIENCIA AMBIENTAL	¿Qué técnicas ancestrales conoce para el aprovechamiento sostenible de recursos?

Fuente: Elaboración propia.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

N°	Items	Pertinencia ^{a1}		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	¿Qué grupo de población vive en la vivienda?	X		X		X		
2	La vivienda se encuentra del Río Chicamayo	X		X		X		
3	¿Con qué tipo de servicio de agua cuenta la vivienda?	X		X		X		
4	¿Con qué tipo de alcantarillado cuenta la vivienda?	X		X		X		
5	¿Con qué tipo de alumbrado cuenta la vivienda?	X		X		X		
6	¿Con qué tipo de seguro de salud cuenta?	X		X		X		
7	¿Con qué frecuencia recibe capacitaciones e información de la municipalidad respecto al Riesgo por Desastres en la zona?	X		X		X		
8	¿Los miembros de la vivienda se organizan para poder afrontar los efectos por Aluvión?	X		X		X		
9	¿A qué actividad económica se dedica el jefe del hogar?	X		X		X		
10	¿Cuál es el material de las paredes de la vivienda?	X		X		X		
11	¿Cuál es el material del techo de la vivienda?	X		X		X		
12	¿Cuál es el estado de conservación de la vivienda?	X		X		X		
13	Ingreso promedio de la vivienda	X		X		X		
14	¿Con qué frecuencia ahorra dinero para hacer frente a los efectos de un desastre natural?	X		X		X		
15	¿Con qué frecuencia encuentra el jefe de hogar empleo?	X		X		X		
16	Según Ud. ¿A qué se debe la erosión de suelo?	X		X		X		
17	Según Ud. ¿A qué se debe la pérdida de agua?	X		X		X		
18	Según Ud. ¿Qué tan cerca está el anexo respecto al río Chicamayo?	X		X		X		
19	¿Qué técnicas ancestrales conoce para el aprovechamiento sostenible de recursos?	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [x]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**

Apellidos y nombres del juez validador: Mg: Amado Cadillo Geyner Heiner **DNI:** 43616489

Especialidad del validador: Ingeniero Ambiental

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto técnico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

27 de julio del 2023



Firma del Experto Informante

Anexo 04: Encuesta realizada dentro del área de estudio.

EVALUACIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES POR ALUVIÓN A PARTIR DE LA DESGLACIACIÓN DEN NEVADO SUEROCOCHA EN EL DISTRITO DE ANDAMARCA, REGIÓN JUNÍN 2023

FICHA BASE PARA EL LEVANTAMIENTO DE INFORMACION - VULNERABILIDAD

COMUNIDAD CAMPESINA **UYO**

CESAR BORQUEE CAMPOS.

I. INFORMACIÓN SOCIODEMOGRÁFICA

1. Número de miembros de la vivienda

5

2. Número de miembros por género

Masculino
Femenino

0

3. Nivel de instrucción de los miembros de la vivienda

Primaria
Secundaria
Superior
Sin estudios

0

1. ¿Qué grupo de población vive en la vivienda?

0 a 5 y mayor a 65 años
6 a 12 y entre 55 a 64 años
13 a 18 y entre 40 a 54 años
19 a 25 años
26 a 39 años

0

1. ¿Con qué tipo de servicio de agua cuenta la vivienda?

No tiene
Acequia
Manantial
Cisterna u otro similar
Red pública

0

1. ¿Con qué tipo de seguro de salud cuenta?

No tiene
SIS en otro centro poblado
SIS en el mismo centro poblado
ESALUD
Privado

0

1. ¿A qué actividad económica se dedica el jefe del hogar?

Obrero eventual
Agricultura y ganadería
Comercio
Pesca
Otros

0

1. ¿Cuál es el material de las paredes de la vivienda?

Madera
Piedra con mortero de barro
Quincha (caña con barro)
Adobe
Ladrillo o bloque de cemento

0

1. Ingreso promedio de la vivienda

Menor 200 soles
200 a 500 soles
500 a 1000 soles
1000 a 2000 soles
Mayor a 2000 soles

0

VIII. EXPOSICIÓN AMBIENTAL

1. Según Ud. ¿A qué se debe la erosión de suelo?

agricultura
sobrepastoreo

0

lluvias
construcción de carreteras
ninguna

0

IX. FRAGILIDAD AMBIENTAL

1. Según Ud. ¿Qué tan cerca está el anexo respecto al RÍO Chilcamaayo?

Muy cerca
Cercano
Medianamente cerca
Alejada
Muy alejada

0

4. Estado civil

Soltero (a)
Casado (a)
Conviviente
Divorciado

0

5. Edad de los miembros de la vivienda

Menor de 5 años
De 5 a 18 años
De 18 a 65 años
Mayor de 65 años

0

II. EXPOSICIÓN SOCIAL

2. La vivienda se encuentra ... del Río Chilcamaayo

Dentro
Muy cerca
Cerca
Lejos
Muy lejos

0

III. FRAGILIDAD SOCIAL

2. ¿Con qué tipo de alcantarillado cuenta la vivienda?

No tiene
Pozo ciego
Pozo séptico
Unidad básica de saneamiento
Red pública de alcantarillado

0

IV. RESILIENCIA SOCIAL

2. ¿Con qué frecuencia recibe capacitaciones o información de la municipalidad respecto a los Riesgo de Desastres en la zona?

Nunca
Casi nunca
A veces
Casi siempre
Siempre

0

6. Ingreso de la vivienda

Menor al sueldo mínimo
Sueldo mínimo
Ligeramente mayor al sueldo mínimo
Mayor al sueldo mínimo
Altamente mayor al sueldo mínimo

0

7. Tenencia de la vivienda

Propia
Alquilada
Familiar

0

3. ¿Con qué tipo de alumbrado cuenta la vivienda?

No tiene
Vela
Kerosene, lámpara
Panel solar
Electricidad

0

3. ¿Los miembros de la vivienda se organizan para poder afrontar los efectos por Aluvión?

Nunca
Casi nunca
A veces
Casi siempre
Siempre

0

V. EXPOSICIÓN ECONÓMICA

VI. FRAGILIDAD ECONÓMICA

2. ¿Cuál es el material del techo de la vivienda?

Cobertura vegetal con barro
Teja
Calamina
Eternit
Concreto

0

3. ¿Cuál es el estado de conservación de la vivienda?

Muy malo
Malo
Regular
Bueno
Muy bueno

0

VII. RESILIENCIA ECONÓMICA

2. ¿Con qué frecuencia ahorra dinero para hacer frente a los efectos de un desastre natural?

Nunca
Casi nunca
A veces
Casi siempre
Siempre

0

3. ¿Con que frecuencia encuentra el jefe de hogar empleo?

Nunca
Casi nunca
A veces
Casi siempre
Siempre

0

2. Según Ud. ¿A qué se debe la perdida de agua?

agricultura
obstrucción en las redes de distribución
avería de tuberías
escasez de lluvias
ninguna

0

X. RESILIENCIA AMBIENTAL

1. ¿Qué técnicas ancestrales conoce para el aprovechamiento sostenible de recursos?

Rotación de cultivos
Labranza/arado
Manejo de calendario agrícola
Reforestación
ninguno

0

Anexo 05: Flujograma del proceso de estimación de los niveles de riesgo por aluvión

