

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**ESCUELA DE POSGRADO**



**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS  
AGRARIAS**

**PROGRAMA DE MAESTRIA EN CIENCIAS**

**TESIS:**

**EVALUACIÓN DE RIESGOS POR INUNDACIÓN DE VIVIENDAS  
INSTALADAS EN EL CAUCE DEL RÍO SAN LUCAS, SECTOR  
LUCMACUCHO, CAJAMARCA – 2019**

Para optar el Grado Académico de

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL**

Presentada por:

**Bachiller: YANIRA LIZBEL HERRERA VÁSQUEZ**

Asesor:

**Dr. JUAN ESTEBAN GONZALES GARCÍA**

Cajamarca, Perú

2023

COPYRIGHT © 2023 by  
**YANIRA LIZBEL HERRERA VÁSQUEZ**  
Todos los derechos reservados

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

## **ESCUELA DE POSGRADO**



### **UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

#### **PROGRAMA DE MAESTRIA EN CIENCIAS**

#### **TESIS APROBADA:**

#### **EVALUACIÓN DE RIESGOS POR INUNDACIÓN DE VIVIENDAS INSTALADAS EN EL CAUCE DEL RÍO SAN LUCAS, SECTOR LUCMACUCHO, CAJAMARCA – 2019**

Para optar el Grado Académico de

#### **MAESTRO EN CIENCIAS**

#### **MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL**

Presentada por:

**Bachiller: YANIRA LIZBEL HERRERA VÁSQUEZ**

#### **JURADO EVALUADOR**

Dr. Juan Esteban Gonzales García  
Asesor

Dr. Marcial Hidelso Mendo Velásquez  
Jurado Evaluador

Dr. Valentín Víctor Paredes Oliva  
Jurado Evaluador

M.Cs. Jairo Isaí Alvarez Villanueva  
Jurado Evaluador

**Cajamarca, Perú**

**2023**



**Universidad Nacional de Cajamarca**  
LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 080-2018-SUNEDUC/D  
**Escuela de Posgrado**  
CAJAMARCA - PERU



**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Siendo las 10:00 horas, del día 27 de enero de dos mil veintitrés, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **Dr. MARCIAL HIDELSO MENDO VELÁSQUEZ**, **Dr. VALENTIN VICTOR PAREDES OLIVA M.Cs. JAIRO ISAI ALVAREZ VILLANUEVA**, y en calidad de Asesor al **Dr. JUAN ESTEBAN GONZALES**; Actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestría de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se dio inicio a la Sustentación de la Tesis titulada **“EVALUACIÓN DE RIESGOS POR INUNDACIÓN DE VIVIENDAS INSTALADAS EN EL CAUCE DEL RÍO SAN LUCAS, SECTOR LUCMACUCHO, CAJAMARCA – 2019.”**, presentada por la **Bachiller en Ciencias Forestales, YANIRA LIZBEL HERRERA VÁSQUEZ**.

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó... APROBAR... con la calificación de DIECISIETE (17)... la mencionada Tesis; en tal virtud, la **Bachiller En Ciencias Forestales YANIRA LIZBEL HERRERA VÁSQUEZ**, está apta para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias, con Mención en Gestión Ambiental.

Siendo las 11:30 horas del mismo día, se dio por concluido el acto.

  
.....  
**Dr. Juan Esteban Gonzales García**  
Asesor

  
.....  
**Dr. Marcial Hidelso Mendo Velásquez**  
Jurado Evaluador

  
.....  
**Dr. Valentin Victor Paredes Oliva**  
Jurado Evaluador

  
.....  
**M.Cs. Jairo Isai Alvarez Villanueva**  
Jurado Evaluador

## **DEDICATORIA**

A Dios con mucho amor y gratitud, a mis padres Víctor Rojelio Herrera Ducef y Aurelia Vásquez Acuña, por su ejemplo, honestidad y perseverancia, muchos de mis logros se los debo a ustedes que me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

La dedico con todo cariño y amor a Edwin Saldaña Vásquez, que estuviste motivándome y ayudándome hasta donde tus alcances te permitieron.

Gracias por haber propiciado en mí el deseo de superación, el anhelo de triunfo en la vida y porque creyeron en mí, dándome ejemplos de superación y entrega.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por guiarme, cuidarme y permitir el cumplimiento de mis metas trazadas.

A mi familia, principalmente a mis padres por su apoyo moral y económico, haciendo posible la culminación de un paso más profesionalmente; gracias por su paciencia.

A mi asesor de tesis, el Dr. Juan Esteban Gonzales García, docente de la escuela de pos grado de la Universidad Nacional de Cajamarca, por su apoyo incondicional, enseñanzas y sus sabios consejos en el asesoramiento, por sus orientaciones y sugerencias en el término del presente trabajo.

A mi amigo Ronald, gracias por sus consejos y apoyo incondicional para seguir adelante con esta investigación.

A cada uno de ellos por todo su apoyo para hacer realidad este presente trabajo, muchas gracias.

“Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber.”

Albert Einstein.

## CONTENIDO

	<b>Página</b>
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
LISTA DE ABREVIACIONES.....	xv
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Antecedentes de la investigación.....	5
2.2. Bases teóricas.....	13
2.2.1.Evaluación del riesgo.....	13
2.2.2. Riesgo.....	15
2.2.3. Peligro.....	19
2.2.4. Vulnerabilidad.....	21
2.2.5. Faja marginal.....	28
2.3. Definición de términos básicos.....	31

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.....	34
3.1. Ubicación del área de estudio.....	34
3.1.1. Hidrología.....	36
3.1.2. Vías de acceso.....	40
3.1.3. Clima.....	40
3.1.4. Geología.....	41
3.1.5. Geomorfología.....	41
3.1.6. Suelos.....	42
3.2. Materiales y equipos.....	43
3.3. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	44
3.3.1. Método de investigación.....	44
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	45
3.5. Procesamiento de datos y análisis estadístico.....	47
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	51
4.1. Caracterización del peligro por inundación en el cauce del río San Lucas, sector Lucmacucho.....	51
4.1.1. Descriptores que son susceptibles al fenómeno de estudio.....	51
4.2. Determinación de la vulnerabilidad de las viviendas asentadas en el cauce del río San Lucas, sector Lucmacucho .....	68
4.2.1. Dimensión social .....	68

4.2.2. Dimensión económica .....	72
4.2.3. Dimensión ambiental .....	75
4.3. Análisis del riesgo de las viviendas asentadas en el cauce del río San Lucas, sector Lucmacucho .....	80
4.3.1. Determinación del nivel del riesgo.....	80
4.4. Elaboración una propuesta para reducir el nivel de riesgo en las viviendas asentadas en cauce del río San Lucas, el sector Lucmacucho.....	82
4.4.1. Medidas no estructurales.....	82
4.4.2. Medidas estructurales.....	82
4.4.3. Contraste de hipótesis del nivel de riesgo por inundación en las viviendas asentadas en el cauce del “río San Lucas”- sector Lucmacucho, para el año 2019.....	83
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES.....	87
CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
CAPÍTULO VII: ANEXOS.....	99
Anexo 1. Validación de instrumentos de recolección de datos.....	100
APÉNDICES.....	101

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Página</b>
<b>Tabla 1.</b> <i>Ponderación de los niveles de riesgo</i> .....	17
<b>Tabla 2.</b> <i>Matriz de peligrosidad</i> .....	21
<b>Tabla 3.</b> <i>Matriz de vulnerabilidad</i> .....	26
<b>Tabla 4.</b> <i>Ancho de faja marginal</i> .....	29
<b>Tabla 5.</b> <i>Ancho mínimo de faja marginal en cuerpos de agua</i> .....	30
<b>Tabla 6.</b> <i>Ponderación de niveles de peligro</i> .....	48
<b>Tabla 7.</b> <i>Ponderación de niveles de vulnerabilidad</i> .....	49
<b>Tabla 8.</b> <i>Ponderación de niveles de riesgo</i> .....	49
<b>Tabla 9.</b> <i>Descriptor de tipo de Suelo</i> .....	51
<b>Tabla 10.</b> <i>Descriptor de cobertura vegetal</i> .....	54
<b>Tabla 11.</b> <i>Descriptor de geología</i> .....	56
<b>Tabla 12.</b> <i>Descriptor de geomorfología</i> .....	58
<b>Tabla 13.</b> <i>Descriptor de pendiente</i> .....	60
<b>Tabla 14.</b> <i>Descriptor de precipitación</i> .....	62
<b>Tabla 15.</b> <i>El valor del peligro de los factores desencadenantes y condicionantes</i> .....	64
<b>Tabla 16.</b> <i>Análisis de la precipitación (estación meteorológica “Augusto Weberbauer”)</i> .....	65
<b>Tabla 17.</b> <i>Análisis de varianzas para un nivel de riesgo muy alto</i> .....	84
<b>Tabla 18.</b> <i>Análisis de varianzas para un nivel de riesgo alto</i> .....	85

<b>Tabla 19.</b> <i>Encuesta aplicada a los pobladores de las viviendas instaladas en el cauce del río San Lucas, sector Lucmacucho, Cajamarca – 2019.....</i>	110
<b>Tabla 20.</b> <i>Dimensión social, utilizando el Método de Análisis Jerárquico conocido como el Método de Saaty.....</i>	121
<b>Tabla 21.</b> <i>Dimensión económica, utilizando el Método de Análisis Jerárquico conocido como el Método de Saaty.....</i>	127
<b>Tabla 22.</b> <i>Dimensión ambiental, utilizando el Método de Análisis Jerárquico conocido como el Método de Saaty.....</i>	129
<b>Tabla 23.</b> <i>Porcentaje y fórmula de la prueba Tukey.....</i>	135

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b> <i>Factores de la vulnerabilidad: exposición, fragilidad y resiliencia</i> .....	23
<b>Figura 2.</b> <i>Mapa de ubicación del río San Lucas, Sector Lucmacucho</i> .....	35
<b>Figura 3.</b> <i>Tendencia histórica de la precipitación acumulada anual (1973 - 2019) - Estación " Augusto Weberbauer"</i> .....	36
<b>Figura 4.</b> <i>Distribución de la red hídrica del cauce del río San Lucas, sector Lucmacucho</i> .....	37
<b>Figura 5.</b> <i>Red de ríos que desembocan en la microcuenca San Lucas (Google Earth 2022)</i> .....	38
<b>Figura 6.</b> <i>Características del cauce del río San Lucas, sector Lucmacucho</i> .....	39
<b>Figura 7.</b> <i>Mapa del peligro de inundación en el cauce del río San Lucas, sector Lucmacucho.</i> .....	66
<b>Figura 8.</b> <i>Exposición social: parámetro grupo etario</i> .....	69
<b>Figura 9.</b> <i>Fragilidad social: parámetro material de construcción de las edificaciones</i> .....	70
<b>Figura 10.</b> <i>Resiliencia social: parámetro en capacitación en temas de gestión de riesgo</i> .....	71
<b>Figura 11.</b> <i>Resiliencia social: parámetro en conocimiento local sobre ocurrencia pasada de desastres</i> .....	72
<b>Figura 12.</b> <i>Fragilidad económica: parámetro de localización de las edificaciones</i> .....	73
<b>Figura 13.</b> <i>Resiliencia económica: parámetro de población económicamente activa</i> .....	74

<b>Figura 14.</b> <i>Exposición ambiental: parámetro de deforestación.....</i>	75
<b>Figura 15.</b> <i>Fragilidad ambiental: parámetro de explotación de los recursos naturales.....</i>	76
<b>Figura 16.</b> <i>Resiliencia ambiental: parámetro de capacitación en temas de conservación ambiental.....</i>	77
<b>Figura 17.</b> <i>Mapa de vulnerabilidad de las viviendas asentadas en el cauce del río San Lucas, sector Lucmacucho.....</i>	78
<b>Figura 18.</b> <i>Mapa de riesgo de las viviendas asentadas en el cauce del río San Lucas, sector Lucmacucho.....</i>	81
<b>Figura 19.</b> <i>Toma de coordenadas en el río San Lucas sector Lucmacucho.....</i>	102
<b>Figura 20.</b> <i>Aplicación de encuestas en la parte baja de la microcuenca.....</i>	103
<b>Figura 21.</b> <i>Construcción de viviendas sin respetar la faja marginal .....</i>	103
<b>Figura 22.</b> <i>Colmatación del río San Lucas sector Lucmacucho .....</i>	104
<b>Figura 23.</b> <i>Descarga de residuos sólidos y aguas residuales en el río San Lucas sector Lucmacucho.....</i>	104
<b>Figura 24.</b> <i>Actividades en el cauce del río San Lucas sector Lucmacucho por detergentes ...</i>	105
<b>Figura 25.</b> <i>Material de construcción de viviendas asentadas en el cauce del río. ....</i>	106

## LISTA DE ABREVIACIONES

AGNU	: Asamblea General de las Naciones Unidas.
ANA	: Autoridad Nacional del Agua.
CEDEPAS	: Centro Ecuménico de Promoción y Acción Social.
CENEPRED	: Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres.
CEPPLAN	: Centro Nacional de Planeamiento Estratégico.
DGPM-MEF	: Dirección General de Programación Multianual del Ministerio de Economía y Finanzas.
ENSO	: El Niño Southern Oscillation.
GIRD	: Gestión Integral de Riesgos de desastre
GTGRD	: Grupo de Trabajo de Gestión del Riesgo de Desastres .
INDECI	: Instituto Nacional de Defensa Civil).
INEI	: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
INGEMET	: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico.
PDU	: Plan de Desarrollo Urbano de Cajamarca.
PLANAGERD	: Plan Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres.
PNUD	: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

SENAMHI : Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.  
SINAGERD : Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.  
SNGR : Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos.  
SUBDERE : Subsecretaria de Desarrollo Regional y Administrativo.  
ZEE – OT : Zonificación Ecológica Económica y Ordenamiento Territorial Cajamarca.

## RESUMEN

En la presente investigación tiene como objetivo evaluar el nivel de riesgo por inundación de las viviendas instaladas en el cauce del río San Lucas, sector Lucmacucho – Cajamarca, 2019; así como plantear una propuesta para reducir el nivel de riesgo en las viviendas asentadas teniendo en cuenta la erosión, deslizamientos de tierras y la urbanización. Para ello se realizó un diagnóstico situacional de las condiciones físicas, sociales, económicas y ambientales de la zona de estudio, cuya información fue usada para valorar las variables de peligro y vulnerabilidad haciendo uso del proceso de Análisis Jerárquico (SATTY), el cual consiste en confrontar variables y asignarles una prioridad de importancia a cada una de ellas, cuyos valores fueron usados en el análisis de sistemas de información geográfica para la elaboración de mapas temáticos de peligro, vulnerabilidad y riesgo. Se obtuvo como resultado para el peligro de inundación una vivienda que está en la zona de peligro alto (3,33 %) y 29 viviendas en peligro muy alto (96,67 %), contemplando un nivel de peligrosidad para las viviendas de peligro muy alto el 0,276 a 0,445 y para las viviendas de peligro alto un nivel de peligrosidad de 0,156 a 0,276; para la vulnerabilidad se obtuvo que el 36,67% (11 viviendas) presentan vulnerabilidad muy alta, encontrándose en un nivel de vulnerabilidad de 0,310 a 0,451 y el 63,33% (19 viviendas) presentan vulnerabilidad alta, el cual corresponde un nivel de vulnerabilidad de 0,144 a 0,310 y se concluyó que para el análisis el riesgo el 53,33% (16 viviendas) están en un riesgo muy alto, encontrándose en un nivel de riesgo de 0,085 a 0,201 y el otro 46,67% (14 viviendas) están en un nivel alto, contemplando un nivel de riesgo de 0,023 a 0,085. Se realizó un el análisis de varianza y Tukey con un nivel de significancia del 5 %. Obteniendo que el nivel de riesgo por inundación de las viviendas asentadas en el cauce del “río San Lucas”- sector Lucmacucho, para el año 2019 es muy alto.

**Palabras clave:** Peligro, inundación, vulnerabilidad, riesgo y río San Lucas.

## ABSTRACT

The objective of the present investigation is to evaluate the level of risk due to flooding of the houses installed in the channel of the San Lucas river, Lucmacucho sector- Cajamarca, 2019; as well as to propose a proposal to reduce the level of risk in settled houses taking into account erosion, landslides and urbanization. For this, a situational diagnosis of the physical, social, economic and environmental conditions of the study area was carried out, whose information was used to assess the variables of danger and vulnerability using the Hierarchical Analysis process (SATTY), which consists of confront variables and assign a priority of importance to each one of them, whose values were used in the analysis of geographic information systems for the elaboration of thematic maps of danger, vulnerability and risk. As a result for the danger of flooding a house that is in the high danger zone (3.33%) and 29 houses in very high danger (96.67%) were obtained, contemplating a level of danger for very dangerous houses high from 0.276 to 0.445 and for high danger homes a level of danger from 0.156 to 0.276; for vulnerability it was obtained that 36.67% (11 houses) present very high vulnerability, being at a vulnerability level of 0.310 to 0.451 and 63.33% (19 houses) present high vulnerability, which corresponds to a level of vulnerability from 0.144 to 0.310 and it was concluded that for the risk analysis 53.33% (16 homes) are at very high risk, being at a risk level of 0.085 to 0.201 and the other 46.67% (14 homes ) are at a high level, contemplating a risk level of 0.023 to 0.085. An analysis of variance and Tukey was performed with a significance level of 5%. Obtaining that the level of risk due to flooding of the houses settled in the bed of the "San Lucas river" - Lucmacucho sector, for the year 2019 is very high.

**Keywords:** Danger, flood, vulnerability, risk and San Lucas River.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

Las inundaciones en Perú constituyen un fenómeno recurrente entre los meses de noviembre y abril de cada año, en la temporada de lluvias de la región andina. Durante las inundaciones se producen importantes episodios de erosión y sedimentación. La mayor parte de las pérdidas por inundaciones se concentra a lo largo de la costa peruana, a excepción de los departamentos de Moquegua y Tacna por su extrema aridez; en la sierra en los departamentos de Junín y Cusco, y en la selva en el departamento de Loreto. De especial influencia en la gravedad de las inundaciones en Perú es la existencia de los fenómenos de El Niño (ENSO: El Niño Southern Oscillation) y La Niña, ambos fenómenos de gran complejidad (Banco Interamericano de Desarrollo [BID], 2015). Los ríos de la zona andina del Perú están rodeados por una topografía muy variada desde valles y suaves pendientes hasta fuertes escarpados, que generan en muchas partes de su cauce zonas vulnerables a riesgos y desastres. En estas condiciones, las poblaciones humanas se asientan a ocupar el territorio ribereño exponiéndose a peligros de inundación o arrastres aguas abajo. Esto es una consecuencia de la ausencia de un plan y políticas de ordenamiento territorial nacional, regional y local, de medidas de sensibilización a la población aledaña al cauce del río y de escasas o nulas defensas ribereñas naturales o antrópicas. (Instituto Nacional de Defensa Civil [INDECI], 2006)

En el departamento de Cajamarca la frecuencia de peligros naturales en la región es mediana a alta, en comparación a otras áreas del país. Posee características climáticas, geológicas y sísmicas, que conllevan a que esté ligada a una recurrencia de procesos de geodinámica externa (movimientos en masa e inundaciones), y en menor porcentaje sismos. La mayor cantidad de

movimientos en masa ocurridos, se asocian a eventos extremos hidroclimáticos y pocos relacionados a movimientos sísmicos. Entre los eventos puntuales en el año 2014, se tiene el deslizamiento de Pimpingos (1928) en el valle del río Chamaya, el deslizamiento en La Florida, San Miguel (1998), el deslizamiento de Choropampa, en la carretera Chilete-Cajamarca activado los años 1998 y 2001; también se tiene el deslizamiento de Apangoya (1998); el deslizamiento de Pucará (2000), en la cuenca del río Llaucano. Deslizamientos recientes afectan áreas urbanas en las localidades de Bambamarca y Huambos, entre otros menores. (Plan de Desarrollo Urbano de Cajamarca [PEDU], 2016)

En el cauce del río San Lucas Sector Lucmacucho presenta un caudal mayor en época de lluvia que en época de estiaje, esta característica ha ido cambiando a través del tiempo debido al aumento de viviendas edificadas cerca al cauce; teniendo un periodo de retorno de 25 años, al cual adicionando las aguas servidas de las viviendas, el cambio climático, la erosión, la irregularidad del cauce, la contaminación, la falta de cobertura vegetal, la acumulación de residuos sólidos, el tipo de material de construcción de las viviendas, entre otros factores, incrementara el riesgo de inundación al que están expuestos estos pobladores; para esto surge la gran pregunta ¿Cuál es el nivel de riesgo por inundación de las viviendas asentadas en el cauce del río San Lucas, en el sector Lucmacucho para el año 2019?. La población que se encuentra en mayor riesgo frente a una inundación producidas por el desborde del río San Lucas, son las que no han respetado la faja marginal de 5,00 m (esto establecido según el Reglamento de fajas marginales por la Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2016) y han construido sus viviendas dentro de éstas, también las que están construidas con material de adobe; las cuales fueron nuestro principal objeto de estudio. La presente investigación tiene como objetivo general evaluar el nivel de riesgo por inundación de las viviendas instaladas en el cauce del río San Lucas, sector Lucmacucho – Cajamarca 2019 y como

objetivos específicos: Caracterizar el peligro de inundación en el cauce del río San Lucas, sector Lucmacucho, determinar la vulnerabilidad de las viviendas asentadas en el cauce del río San Lucas, sector Lucmacucho, Analizar el riesgo de las viviendas asentadas en el cauce del río San Lucas, sector Lucmacucho y elaborar una propuesta para reducir el nivel de riesgo en las viviendas asentadas en cauce del río San Lucas, el sector Lucmacucho. Se ha realizado una investigación de nivel descriptivo, basado en la aplicación de tablas, utilizando las técnicas de observación, la obtención de datos meteorológicos de estación meteorológica “Augusto Weberbauer, la utilización de mapas del plan de desarrollo Urbano de Cajamarca 2016 – 2026, la selección de viviendas fue al azar, las entrevistas se realizaron mediante un cuestionario tomado del manual del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres [CENEPRED], 2014). Finalmente procesamos los datos recolectados en campo con la ayuda del software Arc Map 10.3 y mediante las imágenes satelitales obtenidas de la ZEE – OT en riesgos y desastres en el departamento de Cajamarca, donde obtuvimos un mapa de la evaluación de riesgo por inundación de viviendas instaladas en el cauce del río San Lucas Sector Lucmacucho. Con la información obtenida se realizó la correlación de datos y la contrastación de la hipótesis con el paquete estadístico SPSS.VS25.

En el CAPÍTULO I, hace referencia a la problemática del estudio, procedimientos generales de la investigación y guía de lectura para desarrollar la presente investigación. En el CAPÍTULO II, se conforma el marco teórico usando información científica obtenida a partir de investigaciones internacionales, nacionales y locales; artículos científicos y publicaciones a fines al tema de la investigación propuesta. En el CAPÍTULO III, se describe detalladamente los materiales y métodos usados en cada uno de las etapas de la investigación desarrollada; explicando claramente

cómo se obtuvieron los datos, con que técnicas e instrumentos y métodos estadísticos se usaron para determinar en las dimensiones de peligrosidad, vulnerabilidad y riesgo. Además, enumerando todos los materiales y equipos más importantes usados en el desarrollo de dicha investigación. En el CAPÍTULO IV, se presenta los resultados y discusiones mediante tablas, gráficos y mapas de los niveles de peligrosidad, vulnerabilidad y riesgo por inundación de viviendas instaladas en dicho cauce, teniendo un significado más claro de la investigación. En esta sección debe hacerse un análisis lo más claro y objetivo posible de los resultados obtenidos, los cuales a su vez se hace la contrastación de la hipótesis de la investigación. Finalmente, en el CAPÍTULO V, se detalla las conclusiones donde se determina el nivel de riesgo por inundación de las viviendas instaladas en el cauce del Río San Lucas Sector Lucmacucho.

### **Delimitación de la investigación**

La presente investigación referida a la Evaluación de riesgos por inundación de viviendas instaladas en el cauce del río San Lucas, sector Lucmacucho, donde se determinó directamente en campo con levantamiento de información in situ, proporcionada por los pobladores y medida mediante un GPS diferencial en toda el área de estudio en la época de lluvia y estiaje, obteniéndose de esta manera el área de la zona inundable.

Sobre esta zona inundable que parte desde el punto inicial con 0 + 00 km hasta el punto final 0 + 2 km, en el área de estudio se determinó el valor del peligro teniendo en cuenta la cartografía de tipo de suelo, cobertura vegetal, precipitación, pendiente, geología y geomorfología.

Para la determinación de la vulnerabilidad, se analizó a través de las dimensiones social, económica y ambiental, obteniéndose su valor y su respectivo nivel de vulnerabilidad.

Ahora, con el valor del peligro y la vulnerabilidad, se delimito el nivel del riesgo y su especialización territorial a través del mapa de riesgo.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

##### **Internacionales**

Hernández et al. (2017) realizaron un estudio **“Análisis de riesgo por inundación: metodología y aplicación a la cuenca Atemajac, Jalisco – México”**; teniendo en cuenta que su metodología se hizo en dos vertientes que son complementarias: la del enfoque determinista y la del enfoque paramétrico, los resultados muestran las zonas de riesgo y de alta vulnerabilidad por tramos del río Atemajac, definidos de acuerdo con las características que presenta el río a lo largo de su cauce. A partir del modelo determinista se generaron mapas de inundación y daños para 50 y 100 años de periodo de retorno, donde se identifican las zonas que se encuentran en riesgo de moderado a alto a lo largo del río. Los índices de vulnerabilidad por inundación obtenidos con el modelo paramétrico son consistentes con los resultados del modelo determinista, integrando a los indicadores más significativos que definen los grados de exposición, susceptibilidad y resiliencia a lo largo y ancho de la cuenca en estudio de una forma fácil de interpretar para los tomadores de decisiones.

Pérez et al. (2016) desarrollaron una **“Propuesta metodológica para la evaluación de la vulnerabilidad social en poblaciones afectadas por el peligro de inundación: el caso de Águilas (Murcia, sureste ibérico)”**, con el resultado de una encuesta de percepción realizada previamente, se obtuvo el valor final de la vulnerabilidad social, con lo cual se mejoró el número de dimensiones que se suelen considerar en la construcción de estos índices. Se elaboró una cartografía por secciones censales con el fin de identificar aquellos sectores que, dada su condición

social evaluada mediante el índice en cuestión, son susceptibles de experimentar un impacto mayor por episodios de inundación.

Beltrán Romero (2018) en su estudio similar a lo anterior, donde la investigación fue **“Vulnerabilidad ante amenazas de deslizamientos e inundaciones de la cuenca del río Blanco, provincia de Imbabura-Ecuador”**, los resultados obtenidos muestran que la cuenca del Río Blanco presenta 4 niveles de amenazas por deslizamientos (alta, media, baja, no aplica), mientras que la amenaza por inundaciones presenta 2 niveles (baja y nula), en cuanto a la vulnerabilidad presenta diferentes niveles por cada componente y la vulnerabilidad global de la cuenca dio como resultado un nivel medio. Concluyendo que en la identificación de amenazas y vulnerabilidades se desarrolló una propuesta de medidas de prevención y mitigación, esta propuesta contiene tanto medidas estructurales como medidas no estructurales.

Zumba Perea (2018) en su trabajo de investigación **“Riesgo de inundación por escorrentías superficiales en zonas pobladas del sector Calichana, parroquia Buenavista, Cantón Pasaje, provincia del Oro – Ecuador”**, con el fundamento de implementar modelo matemático HEC-RAS para el sistema conformado por el Río Calichana al margen derecho. Mediante la simulación de escenarios se han identificado las principales zonas de Inundación. Concluyendo que debido al índice de riesgo del producto que provocan las inundaciones y peligrosidad, la exposición y la vulnerabilidad, se debe implementar metodologías confiables, para el cual se debe contar con banco de datos, que permitan analizar las condiciones más cruciales a las que se puede exponer el sistema de estos sectores, en terrenos accidentados y con pendientes muy fuertes. Asegurando su funcionamiento constante y permanente durante su período de retornos.

## Nacionales

Rivas Meza (2017) en su estudio de **“Identificación de zonas vulnerables, aplicando el sistema de información geográfica, unidad hidrográfica Chira-Piura”**, se realizó con la finalidad de determinar su grado de vulnerabilidad, en función a sus características físicas y socioeconómicas, cuyo resultado con la integración de las variables físicas, socioeconómicas y conflictos de uso, mediante el modelamiento geoespacial, permitieron identificar el grado de vulnerabilidad. Alrededor del 4,40 % del territorio presenta vulnerabilidad muy alta (situación extrema), en la que se ubica 168 centros poblados; aproximadamente, el 22,55% del territorio con vulnerabilidad alta (situación crítica), en la que se encuentra 913 centro poblados; otro 57 % tiene vulnerabilidad media (situación grave), la que se encuentra 956 centros poblados; un 15,65 % tiene vulnerabilidad baja (situación regular), la que se encuentra 129 centros poblados; por ultimo concluye que las zonas identificadas con vulnerabilidad muy alta y alta, se recomienda implementar proyectos y actividades que permitan mitigar los efectos de los fenómenos extraordinarios.

Flores Ortega (2015) desarrolló una investigación de **“Vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico en viviendas autoconstruidas del Distrito de Samegua, Región Moquegua – Perú”**, como resultado la vulnerabilidad sísmica encontrada en el análisis de las viviendas, fue Alta en un 56% y Media en 44%; siendo los principales factores influyentes la densidad de muros y la calidad de la mano de obra durante el proceso constructivo. El peligro sísmico hallado en el análisis realizado, fue Medio en el 100% en los que fueron factores predominantes la sismicidad y el tipo del suelo de la zona de estudio. El riesgo sísmico encontrado en el análisis fue de Alto en un 56% y Medio en un 44% siendo este el resultado de la influencia de la vulnerabilidad y el peligro sísmico.

Martínez Cabrera (2017) en su estudio de **“Evaluación de riesgos por inundaciones, en el barrio bajo del distrito de Yuracyacu, provincia de Rioja, región San Martín”**; realizando un diagnóstico de las condiciones físicas, biológicas y sociales del área de estudio, dándonos a conocer sobre todo porque se ocasiona un Remanso Hidráulico, esta información fue utilizada para valorar las variables del peligro y de la vulnerabilidad de acuerdo al Método de Análisis Jerárquico conocido como el Método de Saaty. Determinando que el área de estudio analizada para los niveles de peligro, donde se evidencia las zonas de muy alta, alta, media y baja al peligro y la zona urbana analizada para los niveles de vulnerabilidad se dio sobre las viviendas y áreas de infraestructura, para determinar estos niveles se analizó en las dimensiones sociales, económicas y ambientales, cada una de ellas fue analiza a la vez en los factores de exposición, fragilidad y resiliencia, obteniendo mapas de vulnerabilidad social, económica y ambiental.

Aro Aro (2020) en su estudio **“Efecto de la infiltración del agua en los deslizamientos de las laderas de Quilahuani provincia de Candarave – Tacna”**; se realizó análisis de efectos de infiltración de agua en la estabilidad de ladera en los deslizamientos de zona la de estudio, en suelos no saturados, el efecto de la infiltración del agua se evaluó considerando el flujo transitorio debido a la precipitación y riego constante de la actividad agrícola. El deslizamiento de Matarani fue provocado por acciones antrópicas y el factor detonante fue la precipitación pluvial, en mes de diciembre de 2017. Los efectos de la infiltración de agua en los deslizamientos de la zona de estudio, afectan a medida que aumenta grado de saturación y el factor de seguridad disminuye.

Según Loyola Morales (2019) en su estudio de **“Evaluación del riesgo por inundación en la quebrada del cauce del Río Grande, tramo desde el Puente Candopata hasta el Puente Cumbicus de la ciudad de Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión – La Libertad”**; se ha realizado una investigación descriptiva, basado en la aplicación de tablas, utilizando las técnicas

de observación, la obtención de datos meteorológicos, la utilización de mapas de INDECI, CEPPLAN y CEDEPAS, la selección de viviendas al azar, la entrevista bajo el cuestionario de AMAT Y LEON y el cuestionario poblacional para la percepción del peligro. Determinado que el nivel de peligrosidad es alto y el nivel de vulnerabilidad científica y tecnológica y la vulnerabilidad educativa es muy alta, mientras que la vulnerabilidad física, económica, social, política e institucional, ideológica y cultural es alta, además que la vulnerabilidad institucional es media; por lo que se ha obtenido que el nivel de riesgo en la quebrada del cauce del Río Grande es Alto.

Condori Quispe (2016) en su investigación “**Análisis de Suelos Arcillosos Compactados para determinar su Comportamiento Volumétrico del Distrito Tres De Diciembre - Año 2015**”; definió cuidadosamente un programa de ensayos de laboratorio para la selección de la muestra adecuada que lleve por buenos términos la investigación, participaron en la selección muestras de limos y arcillas del distrito de Tres de Diciembre. Del estudio se deduce, la magnitud de la deformación volumétrica decrece conforme el valor del contenido de humedad de compactación aumenta y si la densidad de compactación se reduce por debajo de un valor crítico, la saturación se traduce en reducción de volumen que crece a medida que la densidad disminuye.

### **Locales**

Según Zafra Cerna (2015) desarrolló una investigación quien evaluó “**El nivel de riesgo por inundación en Calispuquio – sector V – Cajamarca, en los barrios de Bella Vista, Pueblo Libre, Santa Elena y La Florida, en el período de junio a setiembre del 2015**”. Esta investigación se desarrolló en fases: recopilación, análisis e interpretación de la información. En la identificación de indicadores de inundación realizaron visitas al lugar, determinando áreas críticas, identificación de los peligros a través de un mapeo con la comunidad. Determinaron el riesgo de desastre a través del análisis de la vulnerabilidad y peligro en las áreas críticas, utilizaron

la normativa del Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales – CENEPRED y el Manual Básico para la Estimación del Riesgo – INDECI. Los resultados de la investigación fueron, el nivel de riesgo del sector V Calispuquio es medio.

En el estudio “**Planteamiento de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos Hídricos en la Sub Cuenca San Lucas-Cajamarca 2019**”; el propósito del trabajo fue plantear mecanismos sostenibles y evaluar su posible implementación en la sub cuenca San Lucas - Cajamarca. Teniendo como resultado que la sub cuenca es potencialmente erosiva y colinada, además de presentar épocas de lluvias frecuentes entre enero y abril, teniendo como principal uso de suelo, el agrícola. En la población contribuyente, la siembra y cosecha de agua tiene una aprobación del 65,38% y técnicas de regadío un 19,23%. Además de un 92.31% de respuesta favorable por parte retribuyente al pago por la implementación de mecanismos. Así mismo en correlación con la matriz de priorización, se concluye que la implementación de ambos mecanismos hídricos, en la sub cuenca San Lucas, es social y técnicamente viable (Portal y Sánchez, 2020).

Goicochea Cueva (2020) en su estudio “**Estimación del nivel de riesgo por inundación de la quebrada Cruz Blanca para la zona urbana - Cajamarca, 2020**”; tiene como objetivo estimar el nivel de riesgo por inundación de la zona urbana adyacente al cauce de la quebrada Cruz Blanca ubicada en la zona sur del distrito, provincia y departamento de Cajamarca, para esto, se realizó un diagnóstico de las condiciones físicas, sociales, económicas y ambientales de la zona de estudio. El resultado de la investigación muestra que el área de estudio tiene un nivel global de riesgo por inundación alto, cuyo valor es de 0,0337.

Según Mejía Valqui (2021) en su investigación “**Análisis del Grado de Susceptibilidad a los Movimientos de Ladera Mediante SIG en la Microcuenca del Río San Lucas - Distrito de**

**Cajamarca**”; la metodología utilizada fue la matriz de análisis, en donde se definió los factores que tienen mayor influencia en la ocurrencia de eventos de movimientos de ladera, asignándoles un peso determinado a cada uno de acuerdo a su grado de intervención para elaborar un mapa de susceptibilidad con cinco niveles. Se analizó la distribución de pendientes con un peso de 30%, la litología con un peso de 25%, la curvatura del terreno con un peso de 20%, la orientación de laderas con un peso de 15% y la cobertura vegetal con un peso de 10%. Para verificar la eficacia del mapa de susceptibilidad obtenido, se validó con los veinticinco movimientos de ladera inventariados en campo, observándose que once movimientos de ladera se ubicaron en zonas de muy alta susceptibilidad, siete en alta susceptibilidad, cinco en moderada susceptibilidad y dos en baja susceptibilidad.

Mendoza Solis (2017) en su estudio **“Evaluación del riesgo por inundación en la quebrada Romero, del distrito de Cajamarca, período 2011 – 2016”**, en el cual ha efectuado una investigación descriptiva, basado en la aplicación de tablas provenientes del manual de CENEPRED, de esta manera se ha analizado y evaluado los datos obtenidos. Utilizando las siguientes técnicas, la observación, la obtención de datos meteorológicos, la generación de mapas, la selección de viviendas al azar y la entrevista. Al realizar el procesamiento de la información obtenida en campo y gabinete se ha determinado que el nivel de peligrosidad es alto y el nivel de vulnerabilidad es alto, por lo que se ha obtenido que el nivel de riesgo en la quebrada Romero es alto.

Alvarez Villanueva (2018) en su investigación **“Aporte de Agua de la Microcuenca “Grande”, en Función del Caudal Recesivo de su Cauce Principal, Mediante Modelamiento Matemático Exponencial y Potencial, en Período de Estiaje 2014-2016”**; la metodología es aplicada, cuantitativa y de campo. Mediante indicadores estadísticos tales como el Coeficiente de

Determinación, Error Estándar de Estimación, Índice de Willmott Modificado y Coeficiente de Nash-Sutcliffe Modificado y la prueba de T Student, se demostró que el modelo matemático exponencial de la forma  $Q_t = Q_0 e^{-\alpha t}$ , es el que mejor se ajusta a los caudales recesivos del río “Grande” en período de estiaje; además, se determinó el coeficiente de agotamiento para la microcuenca “Grande” es de  $0,007 \text{ hr}^{-1}$ . El aporte de agua de la microcuenca “Grande” para el período de estiaje 2014-2016 se expresó mediante la ecuación  $V = Q_0 \frac{1 - e^{-\alpha t}}{\alpha}$ , generándose en volumen un promedio diario de 4,829 MMC.

En el “**Estudio de Geología del departamento de Cajamarca**”, se encuentra mayormente cubierta por rocas sedimentarias del Cretáceo, del Paleógeno - Neógeno y sedimentos del Cuaternario, en menor proporción rocas del Paleozoico (Ordovícico, Carbonífero, Pérmico), Triásico – Jurásico; así como también rocas del Precámbrico; el territorio Cajamarquino presenta formaciones Inca, Chúlec, Pariatambo y Yumagual, Pulluicana, Quilquiñán, y Cajamarca (Cretácico inferior - superior) están conformadas por principalmente calizas y lutitas y los depósitos volcánicos paleógenos y neógenos se encuentran constituidos generalmente por flujos piroclásticos y de lava, que corresponden al Grupo Calipuy y al Volcánico Huambos (Cruzado Vásquez, 2015)

Azula Bernal (2019) en su “**Informe de la Cuenca del Río San Lucas**”; da a conocer la situación actual en la que se encuentra la Microcuenca del río San Lucas obtenidas en las diferentes visitas realizadas a dicho lugar, teniendo como resultados que se hallado de 6 a 8 clases de suelo. Se puede señalar que los suelos predominantes son de la clase VIII, VII, VI que en conjunto representan el 80 % del área evaluada. Las clases III, IV y V representan solo cerca del 6 % del área evaluada siendo su potencial de uso insignificante. La mayor extensión de la zona estudiada está ocupada por tierras marginales para propósitos agropecuarios que corresponden a la clase VIII (40,90 %),

seguido de la clase VII (32,78 %), debido principalmente a la topografía totalmente heterogénea con pendientes pronunciadas que favorecen el proceso erosivo y degradación de los suelos, se encuentra con escasa vegetación o nula (75 %), seguida de una vegetación tipo pajonal (15 % del área). Los bosques naturales como los matorrales húmedos, son muy escasos y representan cada uno un valor porcentual del 0,5 % respectivamente.

Portal y Sánchez (2020) en su estudio **“Planteamiento de mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos hídricos en la sub cuenca San Lucas-Cajamarca 2019”**; realizó una metodología mediante una línea base de la sub cuenca con el fin de evaluarla, posteriormente se obtuvo la percepción social a través de entrevistas aplicadas a contribuyentes y retribuyentes. Teniendo como resultado que la sub cuenca es potencialmente erosiva y colinada, además de presentar épocas de lluvias frecuentes entre enero y abril, teniendo como principal uso de suelo, el agrícola. En la población contribuyente, la siembra y cosecha de agua tiene una aprobación del 65,38% y técnicas de regadío un 19,23%. Además de un 92.31% de respuesta favorable por parte retribuyente al pago por la implementación de mecanismos. Así mismo en correlación con la matriz de priorización, se concluye que la implementación de ambos mecanismos hídricos, en la sub cuenca San Lucas, es social y técnicamente viable.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Evaluación del riesgo**

El Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo (PNUD, 2010) define como un proceso que ayuda a determinar la naturaleza y el alcance de ese riesgo, mediante el análisis de amenazas y la evaluación de las condiciones de vulnerabilidad existentes que podrían resultar en daños a las personas expuestas y a los bienes, servicios, medios de subsistencia y medio ambiente de los que dependen. Una evaluación completa de los riesgos no sólo evalúa la magnitud y la probabilidad

de pérdidas potenciales, sino que también explica de las causas y el impacto de esas pérdidas. La evaluación de riesgos es, por lo tanto, parte integral de los procesos de toma de decisiones y adopción de políticas, y requiere de una estrecha colaboración entre las distintas partes de la sociedad.

### ***Importancia de la Evaluación de Riesgos***

Según CENEPRED (2014) menciona que las importancias de la evaluación del riesgo son:

- Identificar actividades y acciones para prevenir la generación de nuevos riesgos o reducir los riesgos existentes, los cuales son incorporados en los Planes de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres.
- Adoptar medidas estructurales y no estructurales de prevención y reducción del riesgo de desastres, las cuales sustentan la formulación de los proyectos de inversión pública a cargo de los Sectores, Gobiernos Regionales y Gobiernos Locales (Municipalidad Provincial y Distrital).
- Incorporar la Gestión del Riesgo de Desastres en la inversión pública y privada en los tres niveles de gobierno, permitiendo de ésta manera que los proyectos de inversión sean sostenibles en el tiempo.
- Sus resultados son el insumo básico y principal para la gestión ambiental, la planificación territorial, el ordenamiento y acondicionamiento territorial (Plan de Desarrollo Urbano, Zonificación Ecológica Económica, entre otros).
- Coadyuvar a la toma de decisiones de las autoridades, para proporcionar condiciones de vida adecuadas a la población en riesgo.
- Permitir racionalizar el potencial humano y los recursos financieros, en la prevención y reducción del riesgo de desastres.

### **2.2.2. Riesgo**

El riesgo se define como la probabilidad de pérdidas humanas y materiales en una unidad social dentro de un área determinada a consecuencia de su condición de vulnerabilidad y el impacto de un peligro. Estos dos factores del riesgo son dependientes entre sí, no existe peligro sin vulnerabilidad y viceversa. El riesgo es siempre una construcción social, resultado de determinados procesos sociales, derivados en gran parte por los estilos y modelos de desarrollo y procesos de transformación social y económica, en general. La vulnerabilidad y los peligros antrópicos son resultado de intervenciones de la sociedad. Los fenómenos naturales se transforman en peligros en la medida que la sociedad se expone a ellos (Grupo de Trabajo de Gestión de Riesgos de Desastres [GTGRD], 2019).

La literatura especializada indica que el riesgo está en función de la amenaza o peligro por la vulnerabilidad (Ministerio de Vivienda, 2017).

$$\text{RIESGO} = \text{AMENAZA} * \text{VULNERABILIDAD}$$

Es la suma de las posibles pérdidas que ocasionaría un desastre u otro evento adverso en términos de vidas, condiciones de salud, medios de sustento, bienes y servicios, en una comunidad o sociedad particular en un periodo específico de tiempo en el futuro. El riesgo está presente al exponerse a una fuente de peligro en combinación con una condición determinada donde probablemente ocurra un daño (Ministerio de Vivienda, 2017).

#### ***Determinación de registros de riesgos potenciales***

Esta etapa del análisis considera la identificación de los riesgos potenciales, comenzando por reconocer la posibilidad de un riesgo en los ámbitos expuestos a desastres debido a causas de origen natural. Para ello se plantean líneas de trabajo que se soportan en los resultados de estudios

y trabajos realizados en: el análisis territorial, el análisis de estudios previos, el análisis de obras físicas, encuestas municipales y encuestas a entidades públicas y privadas (CENEPRED, 2014).

#### ***Determinación de registros de riesgos significativos***

En esta etapa se separan del conjunto de registros de riesgos potenciales, aquellos casos en los que el riesgo no es significativo y también se racionaliza y agrupa la información, eliminando repeticiones y agregando en un solo registro todos los que se localizaban en un mismo tramo o en una zona cuyo tratamiento debe ser homogéneo (CENEPRED, 2014).

#### ***Determinación de registros de riesgos constatados***

Finalmente usando la información contenida en el inventario de registros significativos se lleva a cabo un conjunto de visitas de campo. Esto permite especificar mejor la información y profundiza en las tareas de agregación y eliminación de riesgos no significativos. También con las visitas de campo se obtiene información adicional in situ que se puede utilizar posteriormente para la calificación de los registros (CENEPRED, 2014).

#### ***Identificación de áreas de riesgo potencial significativo***

Las áreas de riesgo potencial significativo son aquellas zonas en las que se ha llegado a la conclusión de que existe un riesgo potencial significativo o en las cuales la materialización de tal riesgo pueda considerarse altamente probables. Estas áreas se seleccionan a partir de la evaluación de los impactos significativos o debido a las consecuencias negativas potenciales de los fenómenos naturales caracterizadas anteriormente, y que han sido identificadas sobre los ámbitos geográficos expuestos. Las áreas seleccionadas serán objeto del desarrollo de los mapas de peligrosidad y de riesgo y de los planes de gestión del riesgo (CENEPRED, 2014).

**Tabla 1**

*Ponderación de los niveles de riesgo*

Niveles de riesgo	Ponderación
Riesgo muy alto	$0,68 \leq R < 0,253$
Riesgo alto	$0,018 \leq R < 0,068$
Riesgo medio	$0,005 \leq R < 0,018$
Riesgo bajo	$0,001 \leq R < 0,005$

*Nota.* La tabla muestra las ponderaciones por cada nivel de riesgo. Fuente: Tomado de CENEPRED (2014).

#### **A. Medidas frente al riesgo de inundación**

Las medidas no estructurales comprenden las políticas, advertencias, medidas para desarrollo del conocimiento, procesos legislativos y de participación pública y recopilación de información que permiten la reducción del riesgo (United Nations, 2009). Consisten en cualquier construcción para reducir o evitar posibles impactos de inundaciones, lo que incluye medidas ingenieriles y construcción de estructuras resistentes a las amenazas y de protección.

De hecho, solo en algunos casos pudiera llegarse al extremo de que una estructura aumente el riesgo de inundación total. Entre ellos:

- Si el estado de la estructura es muy pobre, lo que produce una probabilidad de fallo alta.
- Si existen áreas con muy alta vulnerabilidad que solo pueden ser inundadas por un colapso estructural.
- Si debido a la disminución de la percepción del riesgo de inundación por la existencia de la estructura, se planean nuevos asentamientos en áreas inundables.

- Si resulta verosímil que se produzcan acciones de sabotaje, vandalismo o terrorismo en la presa.

## **B. Herramientas existentes para la estimación del riesgo de inundación**

### ***Herramientas parciales y cualitativas***

Estas herramientas solo calculan una de las dos componentes del riesgo y de una forma cualitativa. En general, se suele tratar de mapas en los que se hace una estimación de la probabilidad de la amenaza, basada en la ocurrencia de eventos históricos de inundación o en cálculos hidráulicos e hidrológicos simplificados. Cuando estas herramientas se centran en la estimación de la vulnerabilidad, suelen definir zonas donde puede haber una gran vulnerabilidad o donde las inundaciones pueden producir importantes pérdidas humanas (Escuder et al., 2010).

### ***Herramientas completas y cualitativas***

Estas herramientas calculan ambas componentes del riesgo, aunque al menos una de ellas de forma cualitativa, por lo que se obtiene un resultado del riesgo cualitativo. Estas herramientas pueden ser muy útiles para el planeamiento y la gestión, ya que identifican áreas donde el riesgo de inundación debe ser reducido, si bien su grado de detalle es menor que el de las herramientas cuantitativas (Escuder et al., 2010).

### ***Parciales y cuantitativas***

Este tipo de herramientas solo define una parte del riesgo, aunque de forma cuantitativa. Por lo tanto, se pueden dividir entre las herramientas que estiman la probabilidad de la amenaza y las que estiman la vulnerabilidad. Dentro de las herramientas que definen la amenaza, las más comunes son los mapas de inundación, que muestran el área inundada para diferentes eventos asociados a unas probabilidades anuales de ocurrencia (Escuder et al., 2010).

### *Completas y cuantitativas*

Este tipo de herramientas permite cuantificar el riesgo tras cuantificar cada una de sus componentes. Sin embargo, actualmente la mayoría de mapas de riesgo no llegan a cuantificar el riesgo, aunque sí sus componentes, ya que suelen ser una combinación de mapas de inundación con una lista de afecciones y las consecuencias en cada una de ellas. Otros tipos de herramientas cuantitativas y completas son las curvas F-N. Estas curvas representan la relación entre la probabilidad de ocurrencia de una amenaza y el número de víctimas que produce en una determinada área de estudio (Escuder et al., 2010).

#### **2.2.3. Peligro**

El peligro es el porcentaje en la que un fenómeno natural, pueda causar desastres o daños perjudiciales en la población, pudiera causar daños severos si el fenómeno se da a una magnitud considerable, este fenómeno pudiera ocurrir en una zona específicamente propensos a derrumbes inundaciones, erosión constante, que a su vez afecta una población con la infraestructura y el medio ambiente (Instituto Nacional de Defensa Civil [INDECI], Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], Oficina de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Comisión Europea [ECHO], 2011).

Algunos autores como Milanés Batista (2014) mencionan que el peligro es “todo tipo de evento de origen natural o antrópico que acontece en cualquier parte del territorio, que se convierte en amenaza cuando incide sobre uno o varios elementos vulnerables -hombre, bienes económicos o sociales, estructuras, entre otros- y que se transforma en riesgo cuando estos factores se combinan en un tiempo y lugar determinado excediéndose en valores específicos de daños sociales, ambientales y económicos”.

## **A. Clasificación del peligro**

La clasificación del peligro es estimada de acuerdo al origen que comprende de dos clases, una de ellas es por carácter natural (ocasionados por la naturaleza misma), otra por acción de hombre, en donde se tiene diversos peligros ya que está relacionado a la actividad diaria y a la revolución industrial desarrollada (CENEPRED, 2014).

### ***Peligro por inundación***

Sucede en el momento que el sitio donde las descargas fluviales, excesiva erosión de suelos, entre otros factores permanecen más tiempo en el lugar y por consiguiente ocasiona el desborde de caudales de diferentes volúmenes, asimismo cubre terreno que estén cercanos a este desborde, o alojados a sus riberas, lo cual es comúnmente llamadas zonas inundables. Este tipo de peligro suele suceder en épocas de grandes descargas de agua (lluvias) (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2015).

### ***Susceptibilidad***

La susceptibilidad está referida a la mayor o menor predisposición a que un evento suceda u ocurra sobre determinado ámbito geográfico (depende de los factores condicionantes y desencadenantes del fenómeno y su respectivo ámbito geográfico). De acuerdo a este esquema, aquellas franjas de terreno que quedan rápidamente bajo las aguas de inundación corresponderían a áreas de mayor susceptibilidad hídrica, en tanto que aquellas que no resulten invadidas representarían a áreas de menor susceptibilidad hídrica (CENEPRED, 2014).

### ***Nivel de peligrosidad***

Para fines de la evaluación de riesgos, las zonas de peligro pueden estratificarse en cuatro niveles: bajo, medio, alto y muy alto, cuyas características y su valor correspondiente se detallan a continuación (CENEPRED, 2014).

**Tabla 2***Matriz de peligrosidad*

Nivel	Rango
Peligro muy alto	$0,260 \leq R < 0,503$
Peligro alto	$0,134 \leq R < 0,260$
Peligro medio	$0,068 \leq R < 0,134$
Peligro bajo	$0,035 \leq R < 0,068$

*Nota.* La tabla muestra las ponderaciones por cada nivel de peligrosidad. Fuente: Tomado de CENEPRED (2014).

### **B. Evaluación del peligro**

En la realización y control de la situación en la que se encuentra y se realizará con control de fenómenos en las que involucraremos a las municipalidades el presidente comunal y toda la comunidad involucrada, en este análisis se recurrirá al uso de distintos medios de información (mapas, fotografías aéreas, informes), para realizar las observaciones y visita a campo, para poder identificar las probables ubicaciones y nivel de peligrosidad por inundación, también el porcentaje de ocurrencia en un determinado tiempo y área propenso a fenómenos o desastres. Esta evaluación realizada tiene como objetivo identificar las probables amenazas que podrían ocurrir en una zona, estos datos se convierten en un elemento clave para la planificación del uso del territorio, asimismo contribuye a que las autoridades identifiquen los riesgos actuales potenciales (INDECI, 2006).

#### **2.2.4. Vulnerabilidad**

Debido a la creciente importancia de los desastres, ha adquirido relevancia y actualidad el término vulnerabilidad. Desde el punto de vista general, puede definirse como la probabilidad que una comunidad, expuesta a una amenaza natural, según el grado de fragilidad de sus elementos (infraestructura, vivienda, actividades productivas, grado de organización, sistemas de alerta,

desarrollo político-institucional y otros), pueda sufrir daños humanos y materiales. La magnitud de esos daños, a su vez, también está relacionada con el grado de vulnerabilidad (Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo [SUBDERE], 2013).

Es un factor interno de un sujeto o sistema expuesto a un peligro, que según el grado de resistencia de sus elementos (infraestructura, vivienda, actividades productivas, grado de organización, sistemas de alerta, desarrollo político-institucional y otros), puede ser susceptible a sufrir daño. Su gestación está asociada directamente con factores de orden antrópico, esto es, la interacción humana con la naturaleza (INDECI, 2015).

La vulnerabilidad es el grado en que un sistema (grupo humano, ecosistema, etc.) se ve expuesto a sufrir daños, ante un peligro; así como la capacidad de recuperarse del impacto negativo del mismo. La Sistema Regional de Gestión de Riesgos (SNGR, 2012) la define como el conjunto de características o circunstancias en un sistema que lo hacen susceptibles a sufrir los efectos de un peligro.

La vulnerabilidad es el resultado de procesos de desarrollo no sostenibles. Es una condición social, producto de los procesos y formas de cambio y transformación de la sociedad. Se expresa en términos de los niveles económicos y de bienestar de la población, en sus niveles de organización social, educación, en sus características culturales e ideológicas; pero también en términos de localización en el territorio, en el manejo del ambiente, en las características y capacidades propias de recuperar y de su adecuación al medio y a los peligros que este mismo presenta (Dirección General de Programación Multianual del Ministerio de Economía y Finanzas [DGPM-MEF], 2007).

La vulnerabilidad, como uno de los componentes del riesgo, es la incapacidad o inflexibilidad de una comunidad para absorber los efectos de un cambio en su medio; y esta incapacidad está

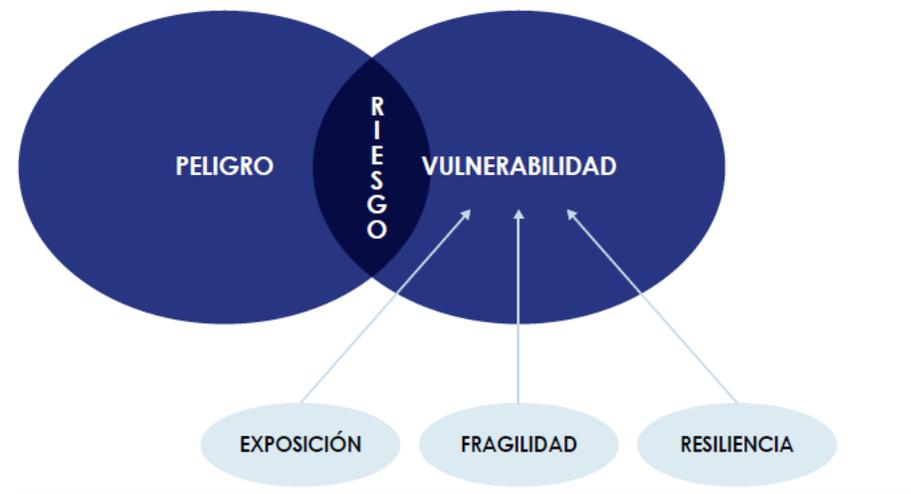
conformada tanto por características individuales y sociales del entorno en que habitan (Cardoso, 2017), así mismo indica que existen niveles de vulnerabilidad dependiendo estos, de que está expuesto y a qué, así es posible distinguir niveles de vulnerabilidad y este debería ser el diagnóstico del que debe partir toda gestión de riesgos.

Bedoya Obando (2014) la naturaleza de la vulnerabilidad, está en que, si existe amenaza, pero no vulnerabilidad el riesgo es cero y viceversa también el riesgo es cero.

### A. Factores de la vulnerabilidad

#### Figura 1

*Factores de la vulnerabilidad: exposición, fragilidad y resiliencia.*



*Nota.* La figura muestra los factores importantes de la vulnerabilidad. Fuente: CAN (2014).

#### *Exposición*

Esta referida a las decisiones y prácticas que ubican al ser humano y sus medios de vida en la zona de impacto de un peligro. La exposición se genera por una relación no apropiada con el ambiente, que se puede deber a procesos no planificados de crecimiento demográfico, a un proceso migratorio desordenado, al proceso de urbanización sin un adecuado manejo del territorio y/o a

políticas de desarrollo económico no sostenibles. A mayor exposición, mayor vulnerabilidad (CENEPRED, 2014).

### ***Fragilidad***

Este factor indica las condiciones de desventaja o debilidad en la que se encuentra la población; según condiciones de edad, discapacidad y grado de instrucción; y las viviendas según sus materiales constructivos, el estado de conservación y año de antigüedad, que podría repercutir en que una amenaza o peligro genere más daños o pérdidas a la población. A mayor fragilidad, mayor vulnerabilidad (GTGRD, 2019).

### ***Resiliencia***

La resiliencia es la capacidad que tienen las personas de adaptarse o resistir ante el impacto de un peligro, siendo esto posible a través del conocimiento que adquieren, la experiencia y la práctica a través de simulacros que permite preparar a las personas y que sepan cómo afrontar un desastre (GTGRD, 2019).

## **B. Elementos expuestos**

La Exposición, está referida a las decisiones y prácticas que ubican al ser humano y sus medios de vida en la zona de impacto de un peligro. La exposición se genera por una relación no apropiada con el ambiente, que se puede deber a procesos no planificados de crecimiento demográfico, a un proceso migratorio desordenado, al proceso de urbanización sin un adecuado manejo del territorio y/o a políticas de desarrollo económico no sostenibles. A mayor exposición, mayor vulnerabilidad (CENEPRED, 2014).

### ***Análisis de la dimensión social***

Se determina la población expuesta dentro del área de influencia del fenómeno de origen natural, identificando la población vulnerable y no vulnerable, para posteriormente incorporar el análisis de la fragilidad social y resiliencia social en la población vulnerable. Esto ayuda a identificar los niveles de vulnerabilidad social (CENEPRED, 2014).

### ***Análisis de la dimensión económica***

Se determina las actividades económicas e infraestructura expuesta dentro del área de influencia del fenómeno de origen natural, identificando los elementos expuestos vulnerables y no vulnerables, para posteriormente incorporar el análisis de la fragilidad económica y resiliencia económica. Esto ayuda a identificar los niveles de vulnerabilidad económica (CENEPRED, 2014).

### ***Análisis de la dimensión ambiental***

Se determina los recursos naturales renovables y no renovables expuestos dentro del área de influencia del fenómeno de origen natural, identificando los recursos naturales vulnerables y no vulnerables, para posteriormente incorporar el análisis de la fragilidad ambiental y resiliencia ambiental. Esto ayuda a identificar los niveles de vulnerabilidad ambiental (CENEPRED, 2014).

## **C. Determinación de los niveles de vulnerabilidad**

Para fines de la evaluación de riesgos, las zonas de vulnerabilidad pueden estratificarse en cuatro niveles: bajo, media, alta y muy alta, cuyas características y su valor correspondiente se detallan a continuación (CENEPRED, 2014).

**Tabla 3***Matriz de vulnerabilidad*

<b>Nivel</b>	<b>Rango</b>
Vulnerabilidad muy alta	$0,260 \leq R < 0,503$
Vulnerabilidad alta	$0,134 \leq R < 0,260$
Vulnerabilidad media	$0,068 \leq R < 0,134$
Vulnerabilidad baja	$0,035 \leq R < 0,068$

*Nota.* La tabla muestra las ponderaciones por cada nivel de vulnerabilidad. Fuente: Tomado de CENEPRED (2014).

#### **D. Inundaciones**

La inundación es la acumulación temporal de agua fuera de los cauces y áreas de reserva hídrica de las redes de drenaje (naturales y construidas). Se presentan debido a que los cauces de esorrentía superan la capacidad de retención e infiltración del suelo y/o la capacidad de transporte de los canales. Las inundaciones son eventos propios y periódicos de la dinámica natural de las cuencas hidrográficas. Las inundaciones se pueden dividir de acuerdo con el régimen de los cauces en: lenta o de tipo aluvial, súbita o de tipo torrencial, por oleaje y encharcamiento. (SNGRD, 2017)

Es la ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de ésta, bien por desbordamiento de ríos, por subida de las mareas por encima del nivel habitual por avalanchas causadas por tsunamis (Comisión Nacional del Agua, 2011).

El cambio climático, el cambio en el uso de los suelos (urbanización, deforestación, etc.), los cambios en la topografía terrestre, la falta de mantenimiento en las redes de drenaje, los cauces y llanuras de inundación de los ríos más la modificación de estas últimas debidas a la acción del hombre, son algunas de las causas que ayudan a agudizar el efecto de las inundaciones (León et al., 2010).

## **Tipos de inundación**

### *Por su duración*

- **Inundaciones dinámicas o rápidas.** Se refiere a crecientes que ocurren de manera repentina debido al alta pendiente del río o de la quebrada y su cuenca. En ocasiones se produce el arrastre de una gran cantidad de material como detritos (lodos, piedras y árboles). Debido a que el tiempo de reacción ante un evento de esta naturaleza es corto, requieren de una participación activa de la comunidad ya que las medidas de protección deben tomarse rápidamente y no hay tiempo para que los organismos de socorro se dirijan al lugar de la inundación con suficiente anticipación; las acciones de respuesta iniciales ante el evento deben ser realizadas por la comunidad inmediatamente se detecta la posibilidad de una inundación (Valero Fandiño, 2014).
- **Inundaciones estáticas o lentas.** Se produce cuando hay un aumento gradual del nivel del río hasta superar su capacidad máxima. El río se sale de su cauce, inundando las áreas planas cercanas al mismo (Valero Fandiño, 2014).

### *Según su origen*

- **Inundaciones pluviales.** Se produce por la acumulación de agua de lluvia en un determinado lugar o área geográfica sin que este fenómeno coincida necesariamente con el desbordamiento de un cauce fluvial. Este tipo de inundación se genera tras un régimen de lluvias intensas persistentes, es decir, por la concentración de un elevado volumen de lluvia en un intervalo de tiempo muy breve o por la incidencia de una precipitación moderada y persistente durante un amplio período de tiempo sobre un suelo poco permeable (CENEPRED, 2014).

- **Inundaciones fluviales.** Causadas por el desbordamiento de los ríos y los arroyos. Es atribuida al aumento brusco del volumen de agua más allá de lo que un lecho o cauce es capaz de transportar sin desbordarse, durante lo que se denomina crecida (consecuencia del exceso de lluvias) (CENEPRED, 2014).
- **Inundaciones por operaciones incorrectas de obras de infraestructura hidráulica o rotura.** La rotura de una presa, por pequeña que ésta sea, puede llegar a causar una serie de estragos no sólo a la población sino también a sus bienes, infraestructura y al ambiente. La propagación de la onda de agua en ese caso resultará más dañina cuando mayor sea el caudal circulante, menor sea el tiempo de propagación y más importante sean los elementos existentes en la zona afectada (infraestructuras de servicios esenciales para la comunidad, núcleos de población, espacios naturales protegidos, explotaciones agropecuarias, etc.). A veces, la obstrucción de cauces naturales o artificiales (obtención de tuberías o cauces soterrados) debida a la acumulación de troncos y sedimentos, también provoca desbordamientos. En ocasiones, los propios puentes suelen retener los flotantes que arrastra el río, obstaculizando el paso del agua y agravando el problema (INDECI, 2011).

### **2.2.5. Faja marginal**

Según la Ley de Recursos Hídricos (LRH, 2009) nos menciona lo siguiente: En los terrenos aledaños a los cauces naturales o artificiales, se mantiene una faja marginal de terreno necesaria para la protección, el uso primario del agua, el libre tránsito, la pesca, caminos de vigilancia u otros servicios<sup>1</sup>.

#### **A. Delimitación de faja marginal**

Según Valdez Huaman (2010) señala que desde el punto de vista de protección de las márgenes que confinan los cuerpos de agua con el fin de evitar daños a los bienes asociados, estructuras

aledañas o población ribereña, se debe de tener una faja marginal que permita atenuar los efectos de eventos hidrometeorológicos extraordinarios, para lo cual la ubicación y/o ancho de faja marginal se ajustará al siguiente criterio:

El ancho de un cauce es un parámetro directamente vinculado a la magnitud de los caudales que influyen a través del cauce y como tal condiciona el comportamiento hidráulico del cuerpo de agua y su potencial aprovechamiento con fines energéticos, de navegabilidad, pesca, etc., como se precisa en la Tabla 4 (Valdez Huaman, 2010).

Según la Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2017) define que es un área inmediata superior al cauce o álveo de la fuente de agua, natural o artificial, en su máxima creciente, sin considerar los niveles de las crecientes por causas de eventos extraordinarios, constituye bien de dominio público hidráulico.

**Tabla 4**

*Ancho de faja marginal*

Ancho de cauce (m)	Ancho de faja marginal (m)
Menor de 10	5
Entre 10 y 50	10
Entre 50 y 100	25
Entre 100 y 200	30
Entre 200 y 500	40
Mayor de 500	100

*Nota.* La tabla muestra en ancho de la faja marginal con respecto al ancho del cauce. Fuente:

Tomado de Valdez Huaman (2010).

<sup>1</sup>Ley de Recursos Hídricos Ley N° 29338. Art. 74°

Según el ANA (2016) en el reglamento para la delimitación y mantenimiento de fajas marginales establece el ancho mínimo según la siguiente tabla.

**Tabla 5**

*Ancho mínimo de faja marginal en cuerpos de agua*

<b>Tipo de fuente</b>	<b>Ancho mínimo (m) <sup>(1)</sup></b>
Quebradas y tramos de ríos de alta pendiente (mayores a 2%) encañonados de material rocoso.	3
Quebradas y tramos de ríos de alta pendiente (mayores a 2%) material conglomerado.	4
Tramos de ríos con pendiente media (1 - 2%).	5
Tramos de ríos con baja pendiente (menores a 1%) y presencia de defensas vivas.	6
Tramos de ríos con baja pendiente (menores a 1%) y riberas desprotegidas.	10
Tramos de ríos con estructuras de defensa ribereña (gaviones, diques, enrocados, muros, etc.), medidos a partir del pie de talud externo.	4
Tramos de ríos de selva con baja pendiente (menores a 1%).	25
Lagos y Lagunas	10
Reservorios o embalses (Cota de vertedero de demasías)	10

<sup>1</sup>Medidos a partir del límite superior de la ribera

*Nota.* La tabla muestra en ancho de la faja marginal con respecto al tipo de fuente. Fuente:

Tomado de ANA (2016).

Para el desarrollo de la presente investigación se ha considerado como faja marginal una franja de 5 metros a cada margen del río ya que es un valor aceptable debido a la presencia de pendientes medias con valores de 1 a 2 %, siendo esta la propiedad fisiográfica real de la pendiente del río.

### **2.3. Definición de términos básicos**

#### **2.3.1. Análisis de riesgos**

Procedimiento técnico, que permite identificar y caracterizar los peligros, analizar las vulnerabilidades, calcular, controlar, manejar y comunicar los riesgos, para lograr un desarrollo sostenido mediante una adecuada toma de decisiones en la Gestión del Riesgo de Desastres (CENEPRED, 2014).

#### **2.3.2. Análisis de la vulnerabilidad**

Etapa de la evaluación de riesgos, en la que se analiza los factores de exposición, fragilidad y la resiliencia en función al nivel de peligrosidad determinada, se evalúa el nivel de vulnerabilidad y se elabora el mapa del nivel de vulnerabilidad de la unidad física, social o ambiental evaluada (CENEPRED, 2014).

#### **2.3.3. Elementos expuestos al peligro de inundación.**

Consiste en la identificación del porcentaje de la infraestructura fundamental ubicada o acentuada en zonas clasificadas muy alto peligro de inundación (CENEPRED, 2014).

#### **2.3.4. Desastre**

Interrupción grave del funcionamiento de una comunidad o sociedad en cualquier escala y debido a la ocurrencia de fenómenos peligrosos que interaccionan con las condiciones de exposición, vulnerabilidad y capacidad, ocasionando impactos y pérdidas de vida, salud, materiales, económicos y ambientales (Secretaría General de la Comunidad Andina, 2018).

### **2.3.5. Periodo de retorno**

Es el tiempo esperado o tiempo medio entre dos sucesos improbables y con posibles efectos catastróficos (Linsley y Franzini, 1984).

### **2.3.6. Prevención**

Proceso de la gestión del riesgo de desastres, que comprende las acciones que se orientan a evitar la generación de nuevos riesgos en la sociedad en el contexto de la gestión del desarrollo sostenible (CENEPRED 2014).

### **2.3.7. Resiliencia urbana**

Capacidad medible de cualquier sistema urbano, con sus habitantes, para mantener la continuidad después de todo tipo de crisis y tensiones, mientras se adapta y se transforma positivamente hacia la sostenibilidad (CEPAL, ONU HABITAT y MINURVI, 2017).

### **2.3.8. Medidas estructurales**

Comprenden toda construcción material que tiene por objeto reducir o evitar el posible impacto de las amenazas, o la aplicación de técnicas de ingeniería o tecnología para lograr la resistencia y resiliencia a las amenazas en estructuras o sistemas (Asamblea General de Naciones Unidas [AGNU], 2016).

### **2.3.9. Medidas no estructurales**

Son las que no entrañan construcciones materiales y se sirven de conocimientos, prácticas o disposiciones para reducir los riesgos de desastres y sus efectos, en particular mediante políticas y leyes, la concienciación pública, la capacitación y la educación (AGNU,2016).

### **2.3.10. Afectados**

Es la persona de la familia cuya vivienda ha quedado afectada ante la ocurrencia de la emergencia o desastre (INDECI, 2018).

### **2.3.11. Colmatación**

Se denomina colmatación al relleno total de una depresión natural o artificial (lago, albufera, embalse) o de una cuenca sedimentaria mediante la acumulación de sedimentos. (Fernández Muerza, 2006).

### **2.3.12. Damnificados**

Es la persona de la familia cuya vivienda ha quedado destruida o inhabitable ante la ocurrencia de la emergencia o desastre (INDECI, 2018).

### **2.3.13. Susceptibilidad**

Es la mayor o menor predisposición a que un evento suceda u ocurra sobre determinado ámbito geográfico (depende de los factores condicionantes y desencadenantes del fenómeno y su respectivo ámbito geográfico) (CENEPRED, 2014).

## CAPITULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

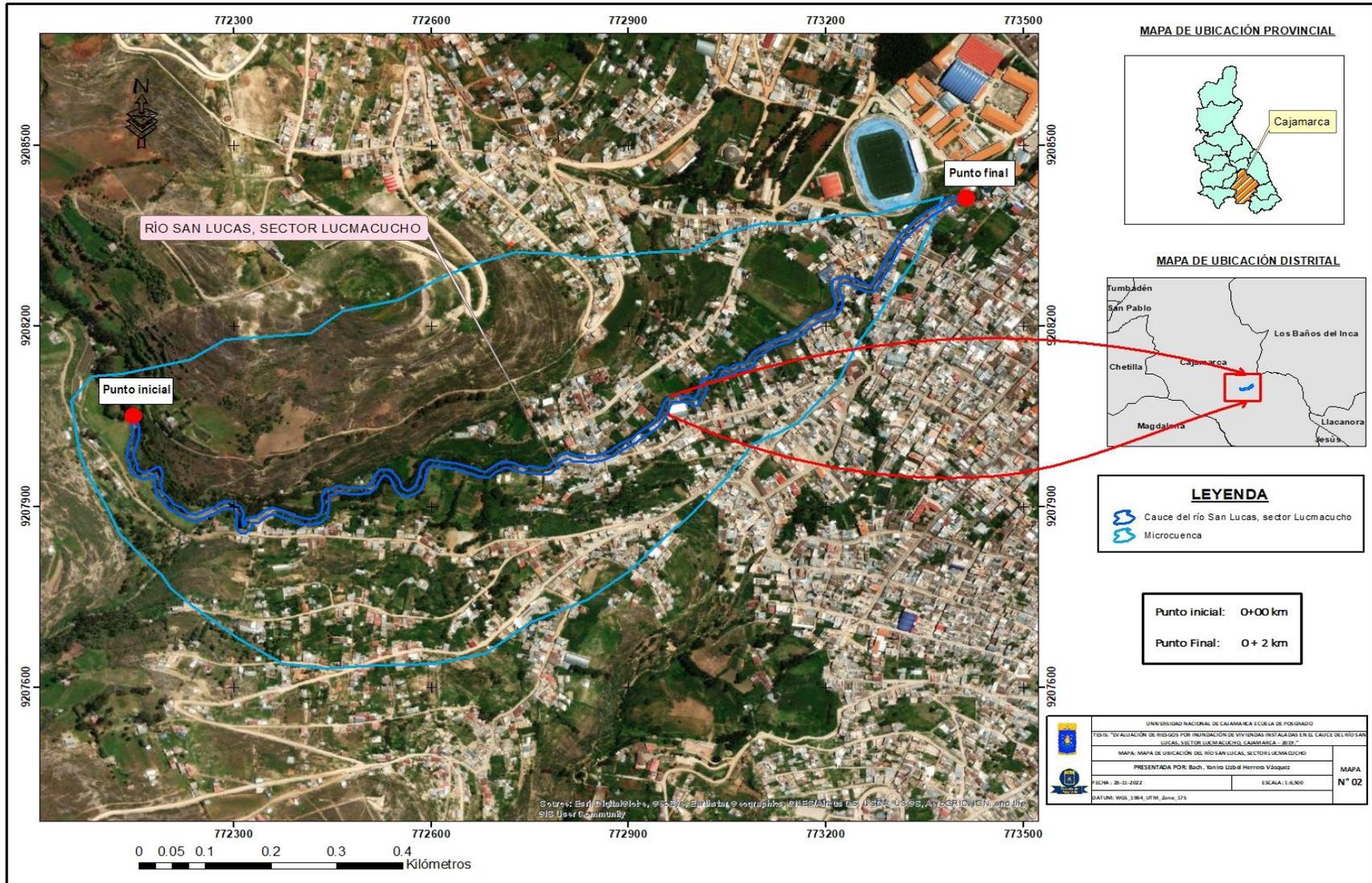
#### 3.1. Ubicación área de estudio

La investigación se realizó en el sector Lucmacucho que se encuentra ubicado al oeste de la ciudad de Cajamarca; entre las coordenadas UTM 772,000 E y 9'209,000 N y 773,000 y 9'208,200, entre las cotas altitudinales de 2,720 a 3,905 m.s.n.m, con pendientes moderadamente empinado (13-25 %) a empinada (26-50%), y es un sector de expansión urbana de la ciudad de Cajamarca y se encuentra adjunto a la Gran Unidad Escolar San Ramón y al sector denominado Chontapaccha y ocupa una extensión de 139.57 hectáreas (Cruzado Vásquez, 2015).

El tramo del río en estudio está ocupada en forma progresiva por viviendas construidas de diversos materiales y de una manera desordenada y masificada, sin ninguna planificación, no cuenta con servicios de alcantarillado pero si tiene agua entubada que viene de un reservorio que su ubica en la parte alta y servicio de fluido eléctrico; las casas que se encuentran en construcción y las que ya están construidas, forman calles en dirección de la pendiente, las cuales presentan zanjas debido a la erosión hídrica, no tienen afirmado, aunque alguna de ellas en la parte baja están pavimentadas (Figura 6).

**Figura 2**

*Mapa de ubicación del río San Lucas, sector Lucmacucho.*



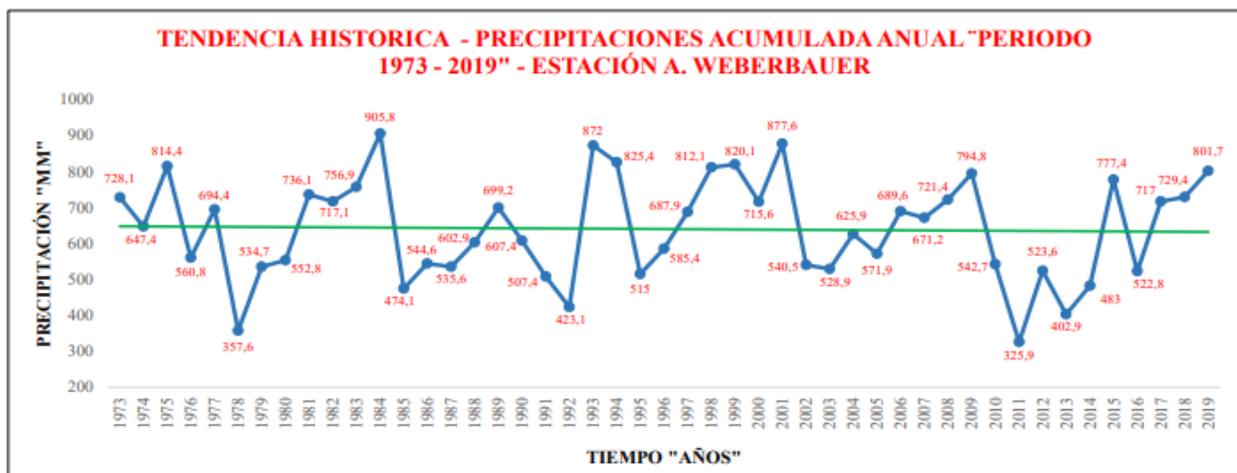
### 3.1.1. Hidrología

La microcuenca río San Lucas presenta una extensión de 74.0136 Km<sup>2</sup> y con una longitud del cauce principal de 18.4657 Km, el rango altitudinal va desde los 3987 msnm en las partes más altas, que conforman las cabeceras de la microcuenca, hasta los 2647 msnm que es la parte donde el río San Lucas desemboca al río Mashcón, aproximadamente en la coordenada 778517 Este y 9207337 Norte; se caracteriza por estar dominada por una pendiente empinada el cual cubre una superficie de 2,514.90 has, que equivale al 34.18% del área de la referida microcuenca; 537.37 has, que equivale al 7.30% del área, presenta superficie plana (Huamán Mantilla, 2016).

En el sistema hídrico superficial del río San Lucas, los ríos Tres Ríos y Urubamba dan origen al San Lucas el mismo que aguas abajo es alimentado por el curso de las quebradas San Vicente, Romero y Calispuquio. El curso de la quebrada Calispuquio es alimentado a su vez por los cursos de las quebradas Dos Aguas y Negro Mayo (Alvarez Villanueva, 2018).

### Figura 3

*Tendencia Histórica de la Precipitación Acumulada Anual (1973 – 2019) – Estación “Augusto Weberbauer”.*



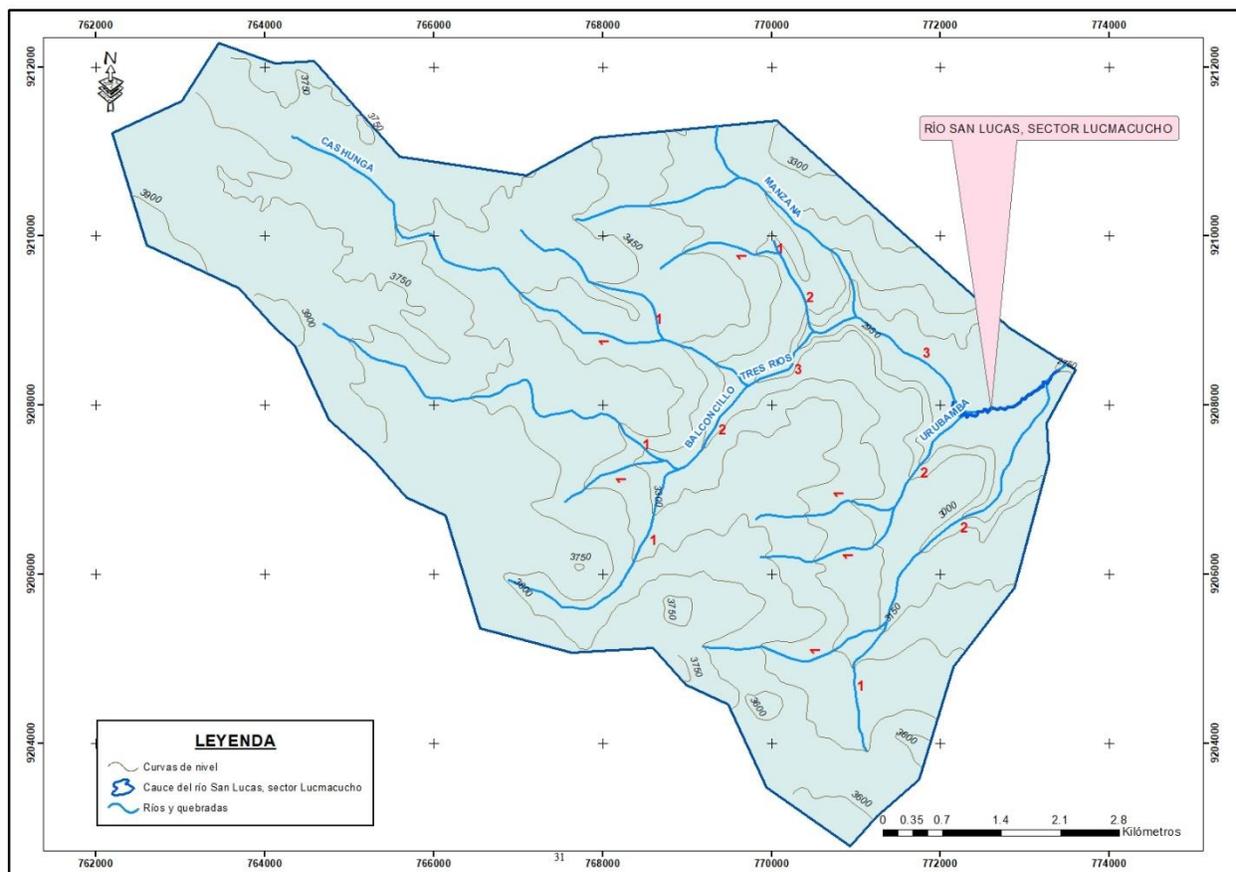
*Nota.* La figura muestra la precipitación acumulada en los 46 años. Fuente: Acondicionado del Proyecto Adaptando Juntos de Lutheran World Relief (2017).

Se puede observar en la Figura 5 el comportamiento de las precipitaciones acumuladas a través del tiempo (47 años), además de la variabilidad que se presenta año tras año con picos o anomalías, con un valor mínimo de precipitación de 325.9 mm en el año 2011, y otra de máxima precipitación en el año 1984 con 905.8 mm (Gestión Integral de Riesgos de Desastres [GIRD], 2020).

En los últimos 47 años (1973 – 2019) la línea de tendencia muestra una clara disminución de las precipitaciones a través de los años, debido a muchos factores; indicando que la tendencia es decreciente, en donde se puede deducir que la cantidad de las precipitaciones irán disminuyendo con el transcurso de los años (GIRD, 2020).

#### Figura 4

*Distribución de la red hídrica del cauce del río San Lucas, sector Lucmacucho.*



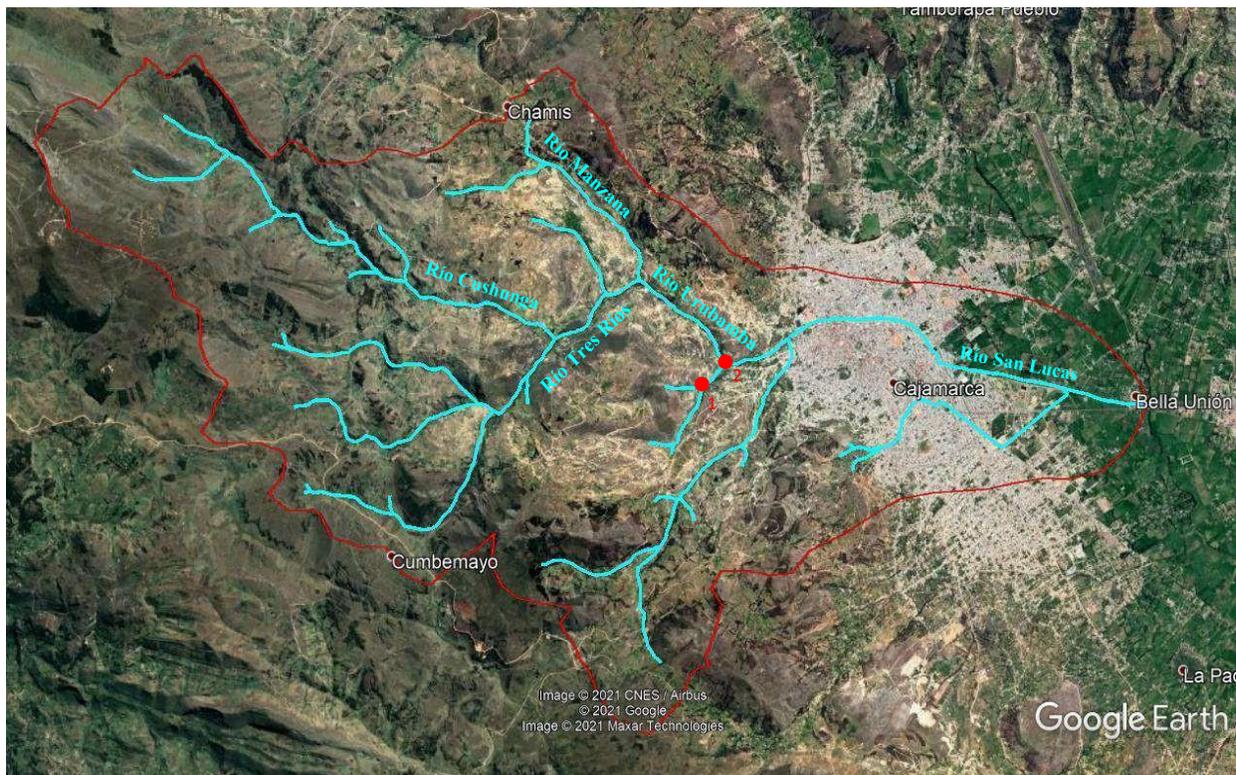
## Características del cauce del río San Lucas, sector Lucmacucho

- Tramo de curso: parte inicial es de 0+ 00 km y la parte final de 0 + 2 km.
- Pendiente: P máx. 2812 m y P mín. 2740 m.
- Área del cauce: 1.8186 km.
- Perímetro: 3,648.74 m

La red hídrica del cauce del río en estudio, de acuerdo de la metodología Strahler se ha identificado un orden de red de drenaje 3, debido que por la magnitud tiene mayor caudal donde va a generar un cauce principal (Ver Figura 4).

### Figura 5

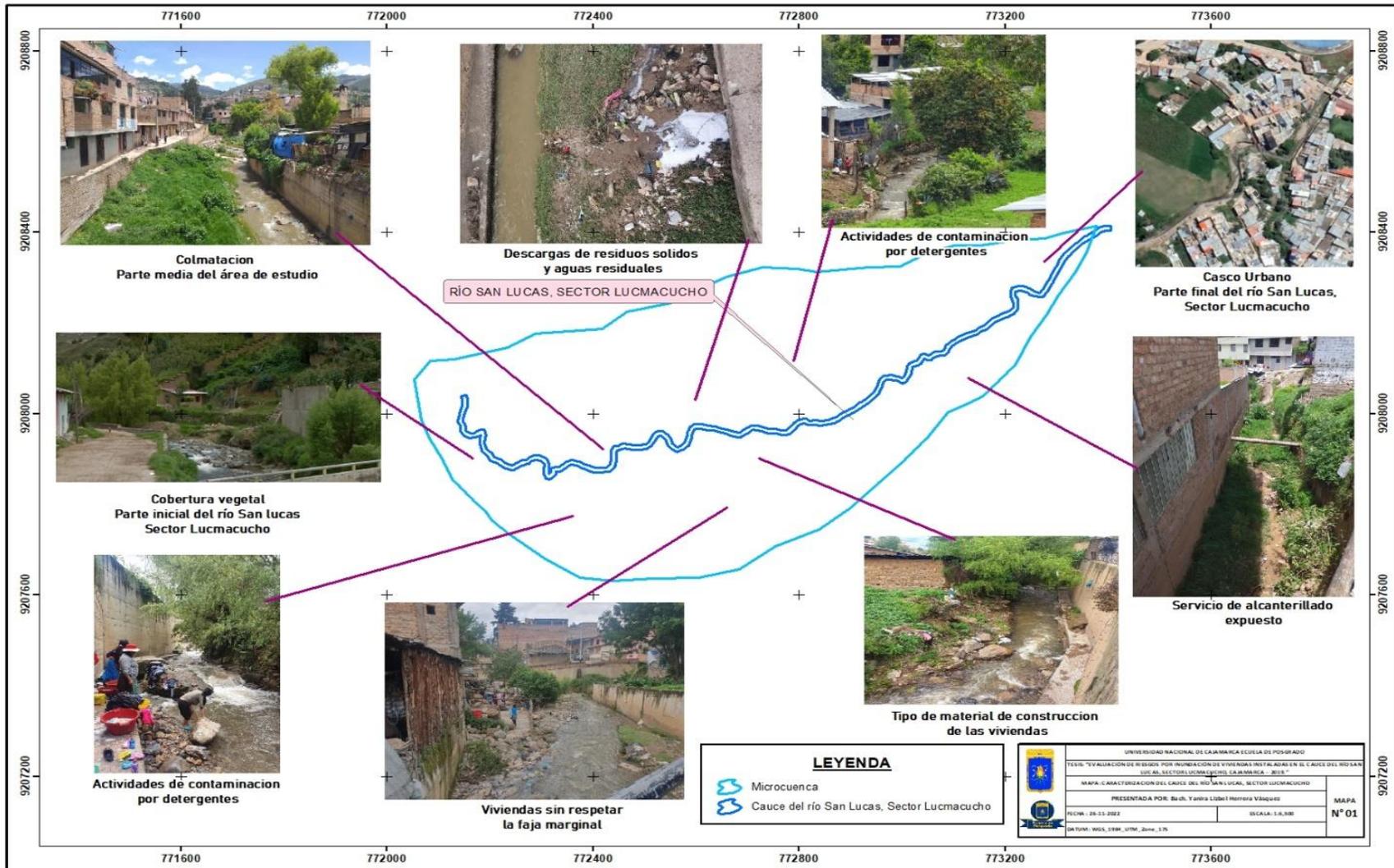
*Red de ríos que desembocan en la microcuenca San Lucas.*



*Nota.* La figura muestra la red de ríos que conforman la microcuenca San Lucas. Fuente: Google Earth 2022.

**Figura 6**

*Características del cauce del río San Lucas, sector Lucmacucho*



### **3.1.2. Vías de acceso**

La ciudad de Cajamarca cuenta con dos vías de acceso: vía terrestre, acceso principal desde Lima a Cajamarca, 850 km aproximadamente de viaje en bus, a través de la carretera panamericana norte. El viaje dura unas 18 horas. Se comunica con Lima y las ciudades de la costa mediante la Carretera Panamericana y con las ciudades de la Sierra por las carreteras de penetración y vía aérea, donde existen vuelos diarios desde la ciudad de Lima (1 h 10 min aprox.). La vía de acceso a la zona de estudio es a través de una serie de vías pavimentada del centro de la ciudad que nos conduce hasta el Puente Lucmacucho parte baja de dicho sector (Cruzado Vásquez, 2015).

### **3.1.3. Clima**

Cajamarca posee un clima de montaña con temperaturas templadas. Las temperaturas promedio mínimas y máximas no varían mucho durante el año, sin embargo, la diferencia de temperatura diurna y nocturna es alrededor de 10°C fenómeno que ocurre sobre todo en los meses secos, en los cuales aumenta la incidencia de heladas. Algunos datos obtenidos son, temperatura máxima promedio 21,4°C, temperatura mínimo Promedio 7,2°C, temperatura promedio anual 14,7°C, periodo lluvioso de noviembre a abril, meses más lluviosos febrero y marzo (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI], 2019).

Cajamarca se encuentra en la clasificación C, por ser de clima templado. Razón del porqué en nuestra ciudad ubicamos viviendas construidas con material de adobe y tapial (materiales altamente térmicos). Cajamarca presenta un clima seco, templado y soleado durante el día y frío en la noche. La temperatura media anual: máxima media 21°C y mínima media 6°C, con una temporada de lluvias intensas: en los meses de diciembre a marzo. Las lluvias determinan durante el año dos estaciones: La seca que corresponde al otoño y el invierno, en el hemisferio sur y en la costa peruana se presenta en los meses de mayo a setiembre, mientras que la temporada de lluvias,

pertenece al verano costeño y al mismo hemisferio, con intenso sol en el día y templado en las noches se presenta entre los meses de octubre a abril. Los vientos fuertes se dan en los meses de julio y agosto (GIRD, 2020).

#### **3.1.4. Geología**

La génesis de las estructuras del relieve de esta microcuenca corresponde también a dos Eras geológicas; siendo la primera la Mesozoica, en razón de este origen, se encuentra en el territorio de la microcuenca rocas sedimentarias como areniscas, calizas, lutitas bituminosas, margas pertenecientes a diferentes formaciones geológicas como la Carhuaz, Chimú, Chulec, Farrat, Inca; localizadas de manera intercalada con las de la Era Cenozoica las cuales están constituida por rocas volcánicas como tobas, aglomerados, brechas pertenecientes a los volcánico Huambos y San Pablo; así como por depósitos aluviales, fluvioaluviales y lacustres del periodo cuaternario, localizado en el río San Lucas muy cerca de la unión con el Río Mashcón; existiendo una unidad relativamente pequeña localizada al Sur Este de la microcuenca colindante con el caso urbano de la ciudad de Cajamarca (Huamán Mantilla, 2016).

Desde el punto de vista de la geología económica, el ámbito de la microcuenca del Río San Lucas, forma parte de la Franja Metalogenética XXI la misma que está compuesta por Epitermales de Au-Ag hospedados en rocas volcánicas Cenozoicas<sup>2</sup>.

#### **3.1.5. Geomorfología**

La ciudad de Cajamarca y su entorno inmediato se desarrollan sobre la unidad morfo estructural más importante dentro del contexto geomorfológico de la cuenca del río Crisnejas. Está emplazada dentro de la cordillera occidental, originada por procesos epiro-orogénicos y por la acción erosiva de los diferentes ciclos morfo estructurales. Etribaciones: En la zona de estudio las estribaciones andinas presentan una geometría elipsoidal, se desarrollan en forma continua al

Suroeste, Noroeste y Norte de la ciudad. Litológicamente constituyen afloramientos areniscosos, cuarcíticos, lutáceos, margosos y materiales volcánicos, todos ellos presentan buenas resistencias para las cimentaciones. Cauces Fluviales: Están constituidos por los drenajes de las aguas pluviales, el drenaje es mayormente dendrítico y se desarrolla con dirección Oeste-Este, desde las partes altas de las estribaciones hasta su desembocadura en el río Mashcón (Alcántara Boñón, 2011).

La geomorfología en la investigación la más predominante es la ladera, seguida por planicies, área montañosa y colinas. Los procesos geodinámicos severos se presentan en la ladera donde existe la formación Farrat, y hay presencia de vegetación arbórea, que a pesar de ser rocas muy duras y resistentes (Cruzado Vásquez, 2015).

### **3.1.6. Suelos**

En Cajamarca la resistencia del terreno es baja, variando entre  $0,5 \text{ Kg/cm}^2$  (en el valle) hasta  $1,5 \text{ Kg/cm}^2$  (en las laderas con presencia de tufo volcánico) siendo necesario buscar los niveles adecuados de cimentación y adecuarlos al debido mejoramiento con una previa capa de afirmado debidamente compactada en capas, con el contenido óptimo de humedad y reforzar los cimientos con sobre cimiento reforzado o estructura similar (PDU, 2016).

En el sector Lucmacucho los suelos son muy heterogéneos, en términos generales existen suelos zonales, azonales y residuales, mayormente son de tipo arcillo limosos ferruginosos calcáreos y brechosos, aunque en la zona cerca al río son conglomerados de poca cohesión (Cruzado Vásquez, 2015).

---

<sup>2</sup> Base de datos ZEE-Cajamarca 2011

En la parte baja de la cuenca del río San Lucas el suelo predominante es limo arcilloso porque hay poca pendiente y además son suelos que han sido arrastrados de la parte superior de la cuenca (erosión). En la parte media de la cuenca del río San Lucas el suelo predominante es areno arcilloso y en esta parte la pendiente es más pronunciada por lo que se puede observar que existe muchos deslizamientos y movimientos de tierras. Un factor importante para los deslizamientos es que existe poca vegetación. En la parte alta de la cuenca del río San Lucas hay una combinación de los suelos de arcilla, limo y arena; en esta parte de la cuenca existe un poco más de vegetación que en la parte media por lo que no se puede observar tantos movimientos de tierras (Arce et al., 2018).

Conforme el estudio efectuado en el ámbito de la cuenca, se hallado de 6 a 8 clases de suelo. Se puede señalar que los suelos predominantes son de la clase VIII, VII, VI que en conjunto representan el 80 % del área evaluada. En consecuencia, existen muchas restricciones para la ejecución de una agricultura intensiva y para un adecuado uso del suelo. Las clases III, IV y V representan solo cerca del 6 % del área evaluada siendo su potencial de uso insignificante. La mayor extensión de la zona estudiada está ocupada por tierras marginales para propósitos agropecuarios que corresponden a la clase VIII (40,90 %), seguido de la clase VII (32,78 %), debido principalmente a la topografía totalmente heterogénea con pendientes pronunciadas que favorecen el proceso erosivo y degradación de los suelos. Existen espacios reducidos de tierras aptas para la agricultura intensiva pertenecientes a la clase III (2,44 %) y IV (4,74 %). Finalmente hay 19,14 % de suelos de la clase VI donde se puede instalar cultivos permanentes y agricultura, pero complementado con prácticas adecuadas de manejo y conservación de suelos (Azula Bernal, 2019).

## **3.2. Materiales y equipos**

### **3.2.1. Materiales y equipos de campo**

- Libreta de campo

- GPS diferencial
- Cámara fotográfica
- Tablero
- Lapiceros

### **3.2.2. Materiales y equipos de gabinete**

- Imágenes satelitales Explore Google Earth.
- Mapas digitales de la ZEE – OT – Cajamarca
- Software QGIS.

## **3.3. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **3.3.1. Método de Investigación**

#### ***Dimensión del Peligro***

Se identificó el peligro mediante los siguientes indicadores: la intensidad del estado hídrico del cauce del río San Lucas sector Lucmacucho, área de afectación, mediante los factores condicionantes como: tipo de suelo, cobertura vegetal, geología, geomorfología y pendiente; así como también el factor desencadenante como la precipitación. Esta información que se utilizó fue a partir de la matriz operacionalidad de variables; y se depende básicamente del estudio hidrológico de la microcuenca.

#### ***Dimensión de la Vulnerabilidad***

La vulnerabilidad de las viviendas instaladas en el cauce del río San Lucas sector Lucmacucho se determinó a través de la matriz de identificación del nivel de vulnerabilidad realizada por la tesista y validadas por especialistas lo cual se aplicó a cada vivienda instaladas en dicho cauce, los tipos de vulnerabilidades evaluadas fueron en la dimensión social, económica y ambiental.

### ***Dimensión del riesgo***

Para la evaluación del riesgo se determinó los indicadores como estimación de riesgo, elementos expuestos, aceptabilidad, medidas de prevención y reducción; obtenidas en primer lugar de la interacción del peligro con la vulnerabilidad.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### ***Dimensión del Peligro***

Para la evaluación del nivel de peligro la técnica utilizada fue la observación y toma de datos con GPS diferencial en campo, para delimitar in situ el área inundable; la cual, de las medidas realizadas, se representa en el mapa de peligro. Entonces sobre esta área definida y delimitada en campo se procedió a especializar la información territorial de los factores condicionantes y desencadenante, para ello se utilizó la información georreferenciada de la Zonificación Ecológica y Económica de Cajamarca (ZEE-OT), correspondientes a los mapas de: tipo de suelo, cobertura vegetal, geología, geomorfología, pendiente y precipitación; luego se pondero cada uno de los parámetros y sus respectivos descriptores, tal como se detalla en las Tablas 9, 10, 11, 12, 13 y 14 que han sido incorporados en la tabla de atributos de cada uno de los mapas, para que luego para aplicar la fórmula del valor del peligro, y según sus rangos obtenidos, se grafique los niveles de peligro dentro del mapa respectivo.

#### ***Dimensión de la Vulnerabilidad***

En la determinación del nivel de vulnerabilidad los instrumentos de recolección de datos fueron las encuestas aplicadas a los pobladores que viven en el cauce del río San Lucas sector Lucmacucho esta metodología se tomó del manual de la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales publicado por Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres de CENEPRED (2014), también se realizó la obtención de información del Instituto

Nacional de Estadística e Informática (INEI,2017), para determinar la fragilidad social se estructuro las encuestas de acuerdo al manual de CENEPRED (2014) con las siguientes ítems: grupo etario, material de construcción de edificaciones, antigüedad construcción de edificaciones, estado de conservación de edificación, topografía del terreno, configuración de elevación de las edificaciones, incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a normatividad vigente y para la resiliencia social tomamos los ítems de capacitación en temas de gestión de riesgo, conocimiento local sobre ocurrencia pasada de desastres, existencia de normatividad política y legal, actitud frente al riesgo y campaña de difusión; este cuestionario se aplicó a los pobladores asentados sus dichas viviendas en el cauce del río San Lucas sector Lucmacucho.

Para la determinación de la fragilidad económica se tomó la siguiente información en campo de acuerdo al manual de CENEPRED (2014) como: localización de la edificación, servicio básico de agua potable y saneamiento, servicios de las empresas eléctricas expuestas, servicio de empresas de transporte expuesto, área agrícola, servicio de telecomunicaciones; para la resiliencia económica se encuestó la población económicamente activa desocupada, ingreso familiar promedio mensual, organización y capacitación institucional, capacitación en temas de gestión del riesgo.

Para la determinación de la fragilidad ambiental se elaboró las encuestas con los siguientes ítems: características geológicas del suelo y explotación de recursos naturales; en la resiliencia ambiental se encuestó en temas de conocimiento y cumplimiento de normatividad ambiental, conocimiento ancestral para la explotación sostenible de sus recursos naturales y capacitación en temas de conservación ambiental, fue desarrollado de acuerdo al manual de la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales de CENEPRED (2014).

### ***Dimensión del riesgo***

Para la estimación del riesgo se utilizó el instrumento de medidas estructurales evaluado por la ecuación del riesgo, la cual se interpreta en la Ley N° 29664 Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, en tal sentido, sólo se puede hablar de riesgo (R) cuando el correspondiente escenario se ha evaluado en función del peligro (P) y la vulnerabilidad (V), que puede expresarse en forma probabilística, a través de la fórmula siguiente:

	<b>N° de ecuación</b>
<b><math>R = f(P \times V)</math></b>	<b>1</b>

Dónde: R=Riesgo, f= en función, P= Peligro y V=Vulnerabilidad

Así como también en los elementos expuestos, aceptabilidad, medidas de prevención y reducción se utilizó los instrumentos como el paquete estadístico SPSS. VS25 y el proceso de análisis jerárquico (PAJ) y el QGIS para determinar el nivel de riesgo.

### **3.5. Procesamiento de datos y Análisis estadístico**

El procesamiento de información consistió en una sistematización de los datos registrados en la investigación.

Para determinar la frecuencia y porcentaje de la peligrosidad de las viviendas asentadas en el cauce del río San Lucas sector Lucmacucho, se registraron los datos tomados en campo en una hoja Excel, luego de procesarlos se determinó la zona inundable de dicho cauce.

Para evaluar la ponderación del peligro, la vulnerabilidad y el riesgo se utilizó el método de análisis jerárquico propuesto por Thomas Saaty<sup>3</sup>.

Se trata de un procedimiento de comparación por pares de los criterios que parte de una matriz cuadrada en la cual el número de filas y columnas está definido por el número de criterios a ponderar. Así se establece una matriz de comparación entre pares de criterios, comparando la

importancia de cada uno de ellos con los demás, posteriormente se establece el vector de priorización, el cual establece los pesos ponderados que a su vez proporciona una medida cuantitativa de la consistencia de los juicios de valor entre pares de factores (SAATY, 1980); por lo cual se tomaron las siguientes estratificaciones hechas por CENEPRED (2014) que se detallan en las siguientes tablas:

**Tabla 6**

*Ponderación de niveles de peligro.*

Nivel	Rango
Peligro muy alto	$0,260 \leq R < 0,503$
Peligro alto	$0,134 \leq R < 0,260$
Peligro medio	$0,068 \leq R < 0,134$
Peligro bajo	$0,035 \leq R < 0,068$

*Nota.* La tabla muestra los rangos por cada nivel de peligrosidad. Fuente: Tomado de CENEPRED (2014).

<sup>3</sup> Según el método de análisis jerárquico propuesto por Thomas Saaty, consiste en determinar la importancia relativa de la variable de cada fila en relación a la variable de su columna correspondiente, así, es preciso primero, completar toda la matriz introduciendo en el triángulo superior-derecho el inverso del valor de la celdilla correspondiente del triángulo inferior-izquierdo. Luego es preciso sumar cada columna para obtener un marginal de columna, a continuación, generar una nueva matriz mediante la división de cada celdilla entre el marginal de su columna. Por último, calcular la media de los pesos de cada línea.

**Tabla 7***Ponderación de niveles de vulnerabilidad.*

Nivel	Rango
Vulnerabilidad muy alta	$0,260 \leq R < 0,503$
Vulnerabilidad alta	$0,134 \leq R < 0,260$
Vulnerabilidad media	$0,068 \leq R < 0,134$
Vulnerabilidad baja	$0,035 \leq R < 0,068$

*Nota.* La tabla muestra los rangos por cada nivel de vulnerabilidad. Fuente: Tomado de CENEPRED (2014).

Para la obtención del valor del peligro, en base al parámetro de evaluación y a la susceptibilidad del territorio, se determinará con la siguiente fórmula, la cual se representará espacial y territorialmente en el mapa de peligro.

$$VP = (PE * 0.5) + (((TS + CV + GEOL + GEOM + P) * 0.5) + (FD * 0.5))$$

$$TS = PO * \text{Descriptor}$$

**Tabla 8***Ponderación de niveles de riesgo.*

Niveles de riesgo	Rangos
Riesgo muy alto	$0,68 \leq R < 0,253$
Riesgo alto	$0,018 \leq R < 0,068$
Riesgo medio	$0,005 \leq R < 0,018$
Riesgo bajo	$0,001 \leq R < 0,005$

*Nota.* La tabla muestra los rangos por cada nivel de riesgo. Fuente: Tomado de CENEPRED (2014).

Finalmente procesamos los datos recolectados en campo (material de construcción, estado de conservación, antigüedad y elevación de las viviendas, servicios básicos, ingreso familiar conocimiento sobre ocurrencia de desastres y características geológicas del suelo, etc.) los mismos que fueron registrados en una ficha (encuesta), posteriormente se ingresó los datos al software QGIS y mediante las imágenes satelitales obtenidas de la ZEE – OT en riesgos y desastres en el departamento de Cajamarca, obtuvimos un mapa de la evaluación de riesgo por inundación de viviendas instaladas en el cauce del río San Lucas Sector Lucmacucho. Con la información obtenida se realizó la correlación de datos y la contrastación de la hipótesis con el paquete estadístico SPSS.VS25.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Caracterización del peligro de inundación en el cauce del río San Lucas, sector Lucmacucho.

##### 4.1.1. Descriptores que son susceptibles al fenómeno de estudio

Se realizó el reconocimiento en campo del área de estudio y con la ayuda de la base cartográfica digital de la ZEE – OT (Zonificación Ecológica Económica y Ordenamiento Territorial Cajamarca), se ha seleccionado los siguientes descriptores: tipo de suelo (tp\_su), cobertura vegetal (co\_ve), geología (geol), geomorfología (geom), pendiente (pen) y precipitación (prec) que se encuentra en el cauce del río San Lucas Sector Lucmacucho, luego del procesamiento de información nos dio el siguiente resultado.

##### *Por factores condicionantes*

##### **Tabla 9**

##### *Descriptor de tipo de Suelo*

<b>Tipo de suelo (tp_su)</b>	<b>Peso ponderado: 0,460</b>
Phaeozem-Leptosol	<b>0,473</b>
Casco urbano	<b>0,246</b>
Phaeozem-Vertisol	<b>0,168</b>
Vertisol	<b>0,072</b>
Andosol-Leptosol	<b>0,040</b>

De la Tabla 9 se observa que en la parte alta de la microcuenca el peligro es alto por sus factores condicionantes como tipo de suelo Phaeozem-Leptosol con un peso ponderado de 0,473, es

ligeramente pedregoso porque tiene un alto nivel de permeabilidad a nivel de estrato, textura media porque el suelo es granular y permite la retención de agua, permeabilidad moderada, moderadamente ácido, material orgánico medio porque el suelo tiene alta capacidad de retención de agua, con un perfil ABC, AR, conglomerado, contenido de vacíos, cohesivo; lo cual origina que el suelo sea inestable ya que con un movimiento sísmico o la precipitación va sobresaturar esto originaria el corrimiento del suelo por eso es que tiene el peligro alto; este tipo de suelo retiene gran cantidad de agua proveniente de la precipitación que se encuentra mediante escorrentía superficial lo cual es absorbida por el mismo lo que es beneficioso porque parte del agua va hacia el caudal del cauce del río y la otra parte es retenido por del área de la microcuenca. Otros de los problemas que presenta esta parte de la microcuenca es que existen montículos de tierra y piedra no están consolidados y tan sólo depositados en la ladera, se tiene el riesgo de sufrir movimiento de masas y suelos que pueden afectar a las viviendas que se encuentran en las partes bajas (Figura 7).

En la parte baja de la microcuenca el peligro es muy alto, por el incremento inadecuado de construcciones de viviendas para darle un uso urbano con un peso ponderado de 0,246, como menciona Cruzado Vásquez (2015) en su estudio Identificación y Análisis de Factores Condicionantes Naturales y Antrópicos para los Procesos de Remoción de Masas de Rocas y Suelos en el Sector Lucmacucho, distrito de Cajamarca, debido a que el hombre y sus actividades modifican el equilibrio natural del paisaje y es así cuando la zona ha sido ocupada por inmigrantes para darle uso urbano, ello ha significado movimiento de tierra y roca lo que ha formado una neo geomorfología, es decir que se ha cambiado la fisionomía del paisaje y ahora tiene un nuevo modelamiento que se derivan de las actividades antrópicas.

El tipo de suelo Vertisol con un peso ponderado de 0,072, estos suelos son profundos a muy profundos, se localizan en planicies y laderas suaves, de texturas pesadas, drenaje bueno a imperfecto, con inclusiones de drenaje imperfecto en las zonas cercanas a los ríos, alta capacidad de retención de humedad, con una permeabilidad muy lenta, lo cual no favorece la infiltración del agua precipitada por lo que se ve obligada a desplazarse en la superficie, favoreciendo del mismo modo, el escurrimiento.

Los tipos de suelo Phaeozem – Vertisol estableciendo un peso ponderado de 0,168 indicada en la Tabla 9 tienen un alto contenido de arcillas por lo cual retienen mayor cantidad de agua y la infiltración es más lento, cuando el suelo se va saturando gradualmente la velocidad de infiltración va disminuyendo hasta alcanzar un valor prácticamente constante. Según Condori Quispe (2016), en suelos arcillosos el agua retenida a capacidad de campo (40 % en volumen) es decir 400 litros por m<sup>3</sup>, de los cuales 220 litros son de agua disponible; el agua pueda infiltrarse rápidamente en los cm superiores del suelo pues una precipitación de 4 a 5 litros por m<sup>2</sup> puede evaporarse en 24 horas; después de un período seco pueden ser necesarias precipitaciones del orden de los 20 litros para que se humedezca la capa superficial y que el agua pueda empezar a infiltrarse en profundidad.

En los suelos Andosol-Leptosol con un peso ponderado de 0,040, en estos suelos a medida que se incrementa la pendiente de un terreno se disminuye la densidad aparente y se incrementa la porosidad y la conductividad hidráulica saturada. La relación de estas propiedades con la pendiente del terreno puede originarse por el efecto una mayor infiltración de agua.

Azula Bernal (2019) en el informe de estudio de la Cuenca del río San Lucas ha encontrado de 6 a 8 clases de suelo. Se puede señalar que los suelos predominantes son de la clase VIII, VII, VI que en conjunto representan el 80 % del área evaluada. En consecuencia, existen muchas

restricciones para la ejecución de una agricultura intensiva y para un adecuado uso del suelo. Las clases III, IV y V representan solo cerca del 6 % del área evaluada siendo su potencial de uso insignificante.

**Tabla 10**

*Descriptor de cobertura vegetal.*

<b>Cobertura vegetal y uso de tierra (co_ve)</b>	<b>Peso ponderado: 0,293</b>
Tejido urbano continuo	<b>0,445</b>
Áreas agrícolas heterogéneas	<b>0,297</b>
Vegetación arbustiva / herbácea	<b>0,147</b>
Pastos	<b>0,073</b>
Arbustal	<b>0,037</b>

En la Tabla 10 se establece que el peligro es alto en la parte alta de la microcuenca, debido que presenta niveles de clasificación de cobertura y uso de tierra como áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva con un peso ponderado de 0,147, son pequeñas áreas de árboles, que permite infiltrar en el suelo el agua de las precipitaciones que, a modo de esponja, la almacena y luego la suelta, limpia y fresca, a lo largo del año. En eso, los bosques actúan de forma equivalente a los ojos de agua de las praderas altoandinas. Además, la vegetación reduce la erosión superficial y otras formas más graves de pérdida de suelo, evitando que los sedimentos lleguen a los cursos de agua y formen aluviones. De presentarse en aquel entonces un fenómeno como El Niño, es seguro que los daños hubieran sido mucho menores. La vegetación de tipo herbácea se presenta a plenitud en la época de mayor precipitación (enero–mayo), generalmente en asociación con las especies leñosas; las especies de mayor difusión son de las familias gramínea (*Stipa ichu*, *Bromus* sp,

Festuca sp.) compuestas, leguminosas (*Trifolium repens*), entre otras y con mayor predominancia de las primeras (Figura 7).

En la parte baja de la microcuenca el peligro es muy alto debido a que son áreas sin o con poca vegetación, áreas artificializadas, áreas urbanizadas. Las mismas que tienen poca capacidad de retención de agua originando así mayor escorrentía superficial en épocas de precipitaciones altas, lo cual generaría inundaciones.

En las Áreas agrícolas heterogéneas establecido con un peso ponderado de 0,297, estas tierras tienen una infiltración moderadamente rápida debido a que su estructura es constantemente alterada, presentando rotaciones de su cobertura vegetal con diversos cultivos en cuanto a las tierras forestales tiene una infiltración rápida porque tiene un alto contenido de limo y por sus las plantaciones instaladas. Gómez et al. (2014) menciona que, las tierras forestales presentaron una tasa de infiltración básica promedio de 14 ,04 cm /h, las tierras agrícolas presentaron una tasa de infiltración básica promedio de 12,42 cm /h. La velocidad de infiltración en suelos forestales es muy superior a la que presentan los suelos agrícolas debido al elevado contenido en materia orgánica de los suelos, la acción de las raíces primarias y secundarias que crean innumerables canales y compartimentos en el subsuelo, que incrementan la infiltración y hacen más eficiente la recarga de agua hacia capas profundas del suelo, a mayor cantidad de materia orgánica, mayor cantidad de infiltración en el suelo.

En pastos naturales como por ejemplo el ichu tienen mayor retención de agua y el tiempo de concentración va a disminuir por lo tanto el caudal disminuye, además producen la menor tasa de infiltración en cuanto áreas agrícolas heterogéneas si se realiza en pendientes empinadas o moderadamente empinada cuando hay precipitación el escurrimiento es más rápido, entonces en ese caso va haber mayor tiempo de concentración y el caudal va aumentar más rápido.

Asimismo, Portal y Sánchez (2020) en su estudio Planteamiento de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos Hídricos en la Sub Cuenca San Lucas Cajamarca 2019, indican en sus resultados de cobertura vegetal de acuerdo a las imágenes satelitales utilizadas, se puede observar que gran parte de la sub cuenca, no cuenta con extensa cobertura vegetal, corroborando que en la parte baja de la microcuenca se tiene áreas con poca vegetación.

Azula Bernal (2019) en el informe de estudio de la Cuenca del Río San Lucas, se puede decir que la mayor área de la zona en estudio se encuentra con escasa vegetación o nula (75 %), seguida de una vegetación tipo pajonal (15 % del área). Los bosques naturales como los matorrales húmedos, son muy escasos y representan cada uno un valor porcentual del 0,5 % respectivamente. En el caso de zonas que tienen capacidad de ser cultivadas con prácticas de conservación.

**Tabla 11**

*Descriptor de geología.*

<b>Geología (geol)</b>	<b>Peso ponderado: 0,145</b>
Volcánico Huambos	<b>0,490</b>
Casco urbano	<b>0,230</b>
Formación Farrat	<b>0,169</b>
Formación Pariatambo	<b>0,069</b>
Formación Chúlec	<b>0,042</b>

En la Tabla 11 según el descriptor de la geología en la parte alta de la microcuenca el peligro es alto, porque presenta una descripción geológica volcánico Huambos con un peso ponderado establecido de 0,490, están representados por la acumulación de materiales transportados por cursos fluviales, depositados en el fondo y riberas de los ríos. Consisten de gravas gruesas y finas,

arenas sueltas y depósitos limo arcillosos, causando sedimentación acelerada del río. En este descriptor el agua se infiltra muy fácilmente en el terreno y está compuesto por un material removido (material de arrastre) poco consolidado. En la geología volcánica, la infiltración de agua discurre verticalmente hasta el depósito eluvial ya que tiene una permeabilidad superior a las rocas volcánicas, los deslizamientos ocurren cuando la capa de suelo residual empieza fallar. La infiltración es movimiento de agua desde la superficie de terreno hacia la roca volcánica (traquiandesita), la lluvia y riego por inundación sobre la superficie de la tierra se infiltra y es saturado las laderas variando los rangos de cohesión dependiendo de su granulometría (Aro,2020).

Según el (Instituto Geológico, Minero y metalúrgico [INGEMMET], 2015) en su boletín de Estudio geológico económico de rocas y minerales industriales en la región de Cajamarca menciona que, las divisorias entre las quebradas son suaves y característicamente convexas debido a la porosidad de la roca, que permite una filtración rápida de agua superficial y por lo tanto disminuye la intensidad de la erosión; la Formación Huambos están bien estratificados en capas medianas o gruesas, parcialmente compactas con escasos niveles de toba soldada o ignimbrita.

En la parte baja presenta un peligro muy alto, porque la geología principalmente está formada por el casco urbano, el hombre con el afán de construir sus viviendas, ello ha contribuido al desequilibrio ecológico y se ha dado acceso para que las fenómenos geodinámicas se presente en casi toda el área de estudio. Las formaciones sedimentarias, cada una de las cuales presentan diversas características de depósito, pero que en conjunto constituyen una unidad hidrogeológica. En la formación Farrat, tiene las mismas características hidrogeológicas que la formación Chimú, por su similitud litológica; las formaciones Inca, Chúlec y Pariatambo, presentan condiciones favorables para la formación de acuíferos tipo kárstico.

Mejía Valqui (2021) en su investigación de Análisis del Grado de Susceptibilidad a los Movimientos de Ladera Mediante SIG en la Microcuenca del Río San Lucas menciona que, en toda la extensión total de dicha microcuenca abarca desde formaciones areniscas de la secuencia estratigráfica del grupo Goyllarisquizga, afloran las cuatro formaciones pertenecientes a este grupo (formaciones Chimú, Santa, Carhuaz y Farrat) en el cretácico inferior, pasando por las formaciones calcáreas del cretácico superior hasta la formación Cajamarca, la cual infrayace con discordancia angular a las rocas volcánicas del paleógeno, para luego llegar a la capa final de depósitos cuaternarios lagunares, aluviales y fluviales.

**Tabla 12**

*Descriptor de geomorfología.*

<b>Geomorfología (geom)</b>	<b>Peso ponderado: 0,065</b>
Montaña empinada en rocas del cretáceo inferior y superior	<b>0,461</b>
Casco urbano	<b>0,278</b>
Complejo de terrazas inundable y no inundable	<b>0,133</b>
Terraza no inundable	<b>0,085</b>
Ladera de montaña empinada en rocas del neógeno	<b>0,043</b>

En la Tabla 12 la geomorfología en la parte alta de la microcuenca el peligro es alto, debido que esta tiene su origen estructural-erosional, montañoso y rocas sedimentarias.

Según INGEMMET (2015) considera que los rasgos morfológicos es producto de una larga evolución producida principalmente por el tectonismo, el plutonismo y la erosión; factores que modelaron a la región hasta alcanzar el actual paisaje morfoestructural (Figura 6).

En la parte baja el peligro es muy alto, porque el material de construcción de las edificaciones de las viviendas que conforman el casto urbano no tienen licencia de construcción, son de autoconstrucción, son muy vulnerables físicamente, frágiles y por cercanía al río al desborde del mismo puede impactar y generar el deterioro o colapso; por eso estas viviendas expuestas se considera ante el peligro de inundación muy alta. La complejidad del comportamiento geomorfológico está íntimamente ligada al factor geológico.

En las montañas más empinadas con una ponderación de 0,461, donde los suelos suelen desarrollarse poco, porque la cantidad de agua que se infiltra es menos y la concentración es más rápida. las laderas de las montañas tienen pendientes muy fuertes comprendidas entre 46,63%, las cuales facilita el escurrimiento superficial de los materiales sueltos dispuestos en las laderas.

En el casco urbano con una ponderación de 0,278, las actividades humanas y los asentamientos urbanos, modifican las propiedades físicas de los suelos tales como el aumento de la compactación, la densidad de los suelos y la pérdida de cobertura vegetal, y ocasionan una disminución del potencial de infiltración de estos (Figura 7).

Según Alcántara Boñón (2011) en su estudio de geomorfología en la Región de Cajamarca, se tiene cuatro grandes unidades catalogadas por sus características como paisajes dominantes: Altiplanicie, Colinoso, Montañoso y Planicie; cada uno de ellos, contienen diferentes unidades geomorfológicas que fueron delimitadas teniendo en cuenta parámetros morfogenéticos, morfométricos y morfodinámicos, es decir, teniendo en cuenta el origen de las geofomas, la forma y la pendiente, así como los procesos que modelan la superficie terrestre.

**Tabla 13***Descriptor de pendiente.*

<b>Pendiente (%)</b>	<b>Peso ponderado: 0,037</b>
Nula o casi a nivel (0 - 4 )	<b>0,420</b>
Ligeramente inclinada (4 - 8 )	<b>0,314</b>
Ligeramente inclinada a moderadamente empinada (8 - 15)	<b>0,165</b>
Moderadamente empinada (15 - 25)	<b>0,063</b>
Empinada (25 - 50)	<b>0,039</b>

Según Tabla 13 se observa que en la parte alta de la microcuenca el peligro es alto, porque presenta una pendiente moderadamente empinada 15-25 % con una ponderación de 0,063, esto se produce por la remoción de volúmenes de rocas y suelos como consecuencia va afectar a muchas viviendas; por otro lado, ya que el área de estudio actualmente está casi poblada, donde se puede observar el crecimiento urbano de una manera desordenada. Según el estudio del Gobierno Regional de Cajamarca (2014) para el ordenamiento territorial considera que desde la perspectiva de erosión del suelo cuanto mayor es la pendiente, mayor es el peligro a la erosión y pérdida del suelo.

Por otro lado, en la parte baja el peligro es muy alto, porque presenta una pendiente ligeramente inclinada a moderadamente empinada con un 8-15 % con una ponderación establecida de 0,165. Muchos deslizamientos superficiales en suelos y rocas meteorizadas se han generado en las laderas sobre todo en los momentos de lluvias intensas de los meses de diciembre a marzo (Cruzado Vásquez,2015).

Asimismo, a mayor pendiente habrá mayor velocidad de escurrimiento, por ejemplo, una corriente de pendientes pronunciadas tendrá siempre aguas mejor oxigenadas y mineralizadas, debido a la mayor turbulencia y la mayor capacidad de erosión y transporte. En conexión con el contenido de oxígeno y la mineralización, las condiciones biológicas serán, a su vez, más favorables. Así mismo al crecer la velocidad media de la esorrentía superficial, disminuye la infiltración, aumenta la capacidad de erosión y puede crecer la turbidez del agua o la concentración de sedimentos, y los caudales de aluviones, a menor pendiente menor velocidad de esorrentía superficial pero mayor infiltración.

En zonas empinadas el coeficiente de esorrentía es elevado, con lo que también se incrementa la erosión hídrica a diferencia de una pendiente plana o ligeramente ondulada encontramos un buen drenaje, erosión mínima e infiltración del agua en el suelo.

En los relieves suaves, las aguas de precipitación se remansan y permanecen más tiempo en contacto con los poros y fisuras de los materiales superficiales, lo que favorece la infiltración. La pendiente de la ladera que fluctúa los 45° consideradas como laderas inestables, susceptibles a la ocurrencia de deslizamientos.

La microcuenca del río San Lucas se caracteriza por estar dominada por una pendiente empinada el cual cubre una superficie de 2,514.90 has, que equivale al 34,18% del área de la referida microcuenca; 537,37 has, que equivale al 7,30% del área, presenta superficie plana (Huamán Mantilla, 2016).

### *Factores desencadenantes*

**Tabla 14**

*Descriptor de precipitación.*

<b>Precipitación (mm)</b>	<b>Peso ponderado: 1,00</b>
1000 - 1500	<b>0,432</b>
700 - 1000	<b>0,284</b>
500 - 700	<b>0,154</b>
200 - 500	<b>0,090</b>
> 200	<b>0,040</b>

Como se observa en la Tabla 14, tenemos una precipitación de 1000 – 1500 mm/año lo cual varía de acuerdo a la estación seca y lluviosa. Según Alvarez Villanueva (2018) en su estudio de la Microcuenca “Grande”, presenta un medio físico de grandes elevaciones, comprendida entre 2996 msnm y 4100 msnm característico de un medio de alta montaña, con una precipitación anual de 1200 mm y la pendiente de ladera promedio de la microcuenca es de 17%. Sus cambios de geometría, está influenciada por la infiltración, afloramiento de flujo base, escorrentía superficial, vientos y de actividades antrópicas.

Como lo menciona el Gobierno Regional de Cajamarca en su investigación de Evaluación del Riesgo de Desastres y Vulnerabilidad al Cambio Climático (2014), la energía cinética de la lluvia está estrechamente vinculada con la capacidad de la lluvia para causar erosión, la energía cinética varía con la intensidad de la precipitación según sus estaciones (seca y lluviosa) concordando con el estudio realizado.

Una precipitación intensa podrá provocar la colmatación de los poros superficiales, con partículas finas del suelo, reduciendo la infiltración. Las precipitaciones suaves, aunque sean prolongadas en el tiempo, favorecen la infiltración, sobre todo si no superan la capacidad de infiltración de un suelo.

Las precipitaciones violentas superan con frecuencia la capacidad de infiltración de los suelos, por lo que el agua no infiltrada tenderá a moverse superficialmente, pasando a formar parte de la escorrentía superficial. Laderas con inclinación que varían de 20° a 35°, consideradas como pendientes fuertes, este último facilita el escurrimiento de agua de precipitación pluvial y el arrastre del material suelto disponible en las laderas.

Las cuencas de alta pendiente y bajos índices de infiltración poseen tiempos de concentración muy cortos, razón por la cual precipitaciones intensas pueden dar lugar a crecidas instantáneas como resultado de la gran cantidad de agua disponible para flujos superficiales. Por el contrario, las cuencas de alta pendiente de suelos de origen volcánico con altos índices de filtración, pueden retener mayores cantidades de agua y evitar escorrentías que pueden generar inundaciones. Sin embargo, estas áreas son muy vulnerables a la erosión debido a su naturaleza geológica y las propiedades mecánicas de sus suelos y, por lo tanto, son fuente de varias amenazas tales como deslizamientos, la erosión de los cauces y los flujos de lodo.

Las frecuentes variaciones de precipitación, que obviamente depende de las variaciones de temperatura y altitud, influyen en el drenaje superficial generando flujos de lodo y huaycos; a su vez genera inestabilidad en masas rocosas y en los depósitos inconsolidados (GRC, 2011).

Según Azula Bernal (2019) menciona que la parte alta de la microcuenca del Ronquillo, está ubicado entre los 3,000 y 3,900 m.s.n.m., y aun cuando no existe una estación meteorológica en estos lugares, podemos estimar una precipitación similar a la zona de Porcón que tiene una

precipitación entre 1000 a 1280 milímetros al año, diferenciándose una época seca (junio – octubre) y lluviosa (noviembre – abril).

Según GIRD (2020) realiza un análisis en el período de 47 años analizado (1973 – 2019) la precipitación promedio máxima se presentó el año 1994 (531,9 mm). Por el contrario, hay hasta 12 años en los que la precipitación promedio mínimas ha tenido el valor cero en el mes de Julio. El análisis de la precipitación promedio mensual indica cómo periodo lluvioso de enero a marzo, siendo el mes más lluvioso marzo (245,8 mm); mientras que el periodo de marcado estiaje es de junio a agosto, siendo el mes menos lluvioso julio (16,2 mm).

**Tabla 15**

*El valor del peligro de los factores desencadenantes y condicionantes.*

Parámetro de evaluación (PE)		Factores condicionantes (FC)					Factor desencadenante (FD)	Valor peligro (VP)
PESO	1	0,46	0,293	0,145	0,065	0,037	1	
Descriptor	Frecuencia (PE)	Tipo de suelo	Cobertura vegetal y uso de tierra				Precipitación	
			Geología	Geomorfología	Pendiente			
D1	0,439	0,473	0,445	0,490	0,461	0,420	0,432	<b>0,346</b>
D2	0,292	0,246	0,297	0,230	0,278	0,314	0,284	<b>0,246</b>
D3	0,163	0,168	0,147	0,169	0,133	0,165	0,154	<b>0,190</b>
D4	0,069	0,072	0,073	0,069	0,085	0,063	0,090	<b>0,124</b>
D5	0,036	0,040	0,037	0,042	0,043	0,039	0,040	<b>0,094</b>

En la Tabla 15 se muestra el valor del peligro para cada factor desencadenante y condicionante, los descriptores tomados para esta investigación lo encontramos en el manual de CENEPRED (2014) los mismos que fueron seleccionados de acuerdo al valor de importancia asimismo tomando en cuenta la zona de estudio.

Según el resultado obtenido para el peligro en el presente estudio es muy alto a alto, esto utilizando el Método de Análisis Jerárquico conocido como el Método de Saaty; el cual concuerda con Martínez Cabrera (2017) en el estudio “Evaluación de riesgos por inundaciones, en el barrio bajo del distrito de Yuracyacu, provincia de Rioja, región San Martín”; donde también utilizo el Método de Análisis Jerárquico conocido como el Método de Saaty. Determinando que el área de estudio analizada para los niveles de peligro, se evidencia las zonas de muy alta, alta, media y baja al peligro.

Para el análisis de la precipitación se tomó los registros de la estación meteorológica “Augusto Weberbauer” como se puede apreciar en la siguiente tabla.

**Tabla 16**

*Análisis de la precipitación (estación meteorológica “Augusto Weberbauer”)*

<b>Año / Precipitación (mm/año)</b>									
<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
644,5	616,1	827,1	725,7	629,2	777	522,8	767,8	730,41	815,8

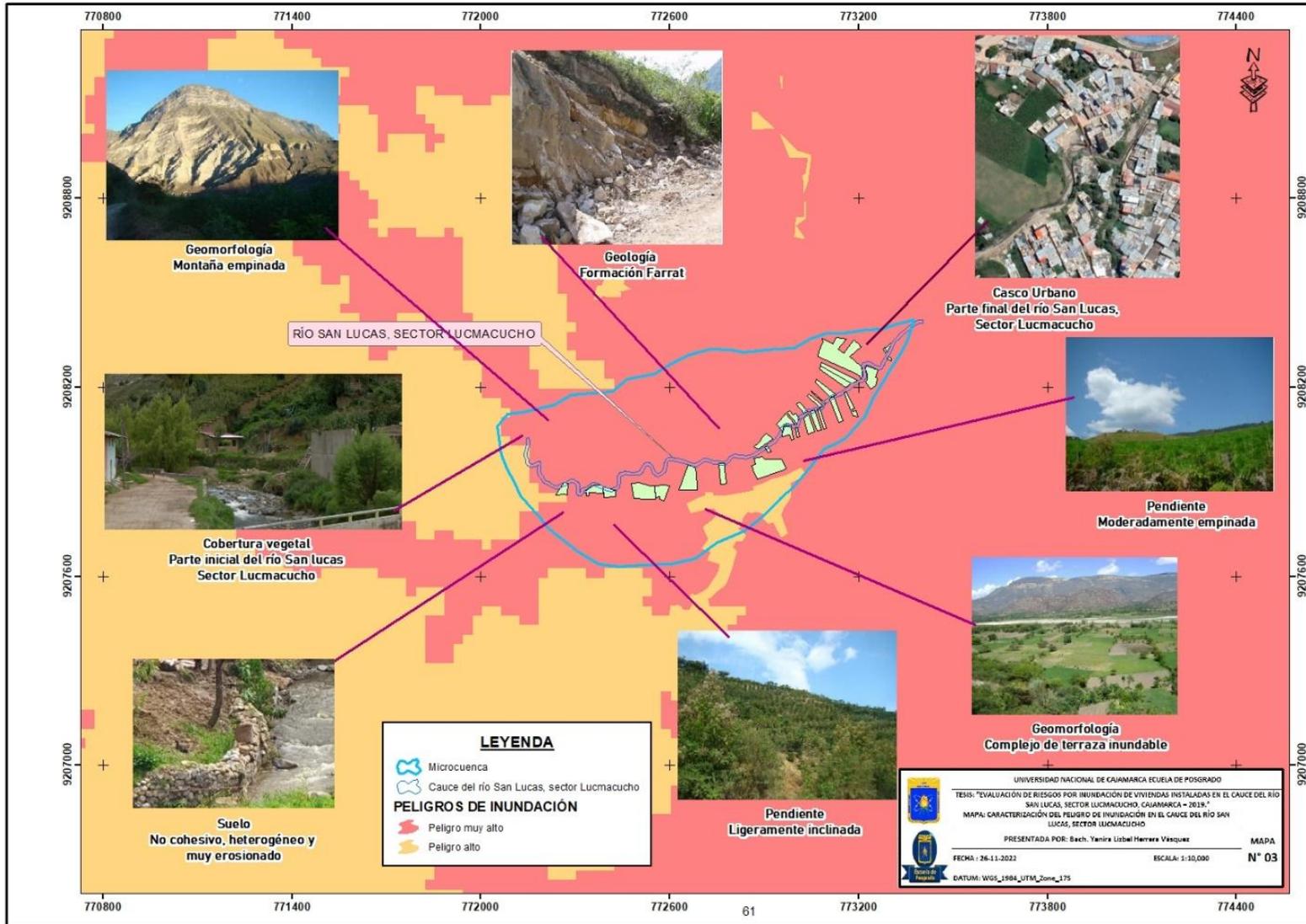
Según los datos obtenidos de la estación meteorológica “Augusto Weberbauer” de los últimos 10 años para la provincia de Cajamarca tiene un promedio anual de precipitación 705,641 mm/año, con este resultado se puede apreciar el incremento de la intensidad de la precipitación, aumentando el nivel de riesgo por inundación de las viviendas asentadas en el cauce del río San Lucas Sector Lucmacucho.

Mediante el cruce de información de los factores condicionantes y desencadenantes, así como del parámetro de evaluación, se obtiene el mapa de peligro, teniendo como base el algoritmo de la siguiente fórmula:

$$VP = (PE * 0,5) + (((TS + CV + GEOL + GEOM + P) * 0,5) + (FD * 0,5))$$

**Figura 7**

*Mapa del peligro de inundación en el cauce del río San Lucas, sector Lucmacucho.*



Como se observa en la Figura 7 el mapa de peligro de inundación en cauce del río San Lucas, sector Lucmacucho está catalogado como una zona de peligro alto a muy alto por sus factores condicionantes y desencadenantes, que se encuentra en un rango de 0,156 a 0,445.

De acuerdo a su informe Técnico Escenario de Riesgos por Movimientos en Masa e Inundaciones en el Periodo de Lluvias Enero –Marzo 2020 en el departamento de Cajamarca realizado por el Gobierno Regional de Cajamarca (2020), se concluye que el 0,11 % del territorio Cajamarquino puede tener un nivel de peligro muy alto frente a inundaciones, para el periodo de lluvias enero – marzo del 2020, 0,33% nivel alto, 0,88% nivel medio y 71,81% nivel bajo; sin embargo, el 26,87% no ha sido analizado, ya que se proveen lluvias con nivel normal, pero no se descarta que no se presenten eventos de inundaciones en dichos lugares, por las variaciones de lluvia , características del departamento, concordando con los resultados obtenidos en la presente investigación.

Según Mendoza Solis (2017) en su estudio realizado Evaluación del riesgo por inundación en la quebrada Romero, del distrito de Cajamarca, período 2011 – 2016, concluye que el nivel de peligrosidad es alto para la quebrada el Romero, dicho nivel de ponderación concuerdan con la evaluación realizada en el presente estudio.

Flores Ortega (2015) en su investigación de vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico en viviendas autoconstruidas del Distrito de Samegua, Región Moquegua – Perú, como resultado obtuvo que el peligro sísmico hallado en el análisis realizado, fue medio en el 100% en los que fueron factores predominantes la sismicidad y el tipo del suelo de la zona de estudio.

Según Loyola Morales (2019) en su estudio de evaluación del riesgo por inundación en la quebrada del cauce del Río Grande, tramo desde el Puente Candopata hasta el Puente Cumbicus de la ciudad de Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión – La Libertad; determinado que el

nivel de peligrosidad es alto, concordando con los resultados obtenidos en la presente investigación.

Martínez Cabrera (2017) en su estudio de evaluación de riesgos por inundaciones, en el barrio bajo del distrito de Yuracyacu, provincia de Rioja, región San Martín; determinó que el área de estudio analizada para los niveles de peligro, donde se evidencia las zonas de muy alta, alta, media y baja al peligro, obteniendo similares resultados para la presente investigación.

#### **4.2. Determinación de la vulnerabilidad de las viviendas asentadas en el cauce del río San Lucas, sector Lucmacucho**

Del procesamiento de información de las encuestas aplicadas a las 30 viviendas en sus dimensiones social, económica y ambiental se obtuvo como resultado lo siguiente.

##### **4.2.1. Dimensión social**

La vulnerabilidad está en un rango de alto a muy alto, porque su dimensión social, económica y ambiental es alto; de acuerdo con la evaluación del nivel de ponderación descrito en el “Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales – 2da Versión” de CENEPRED, (2014).

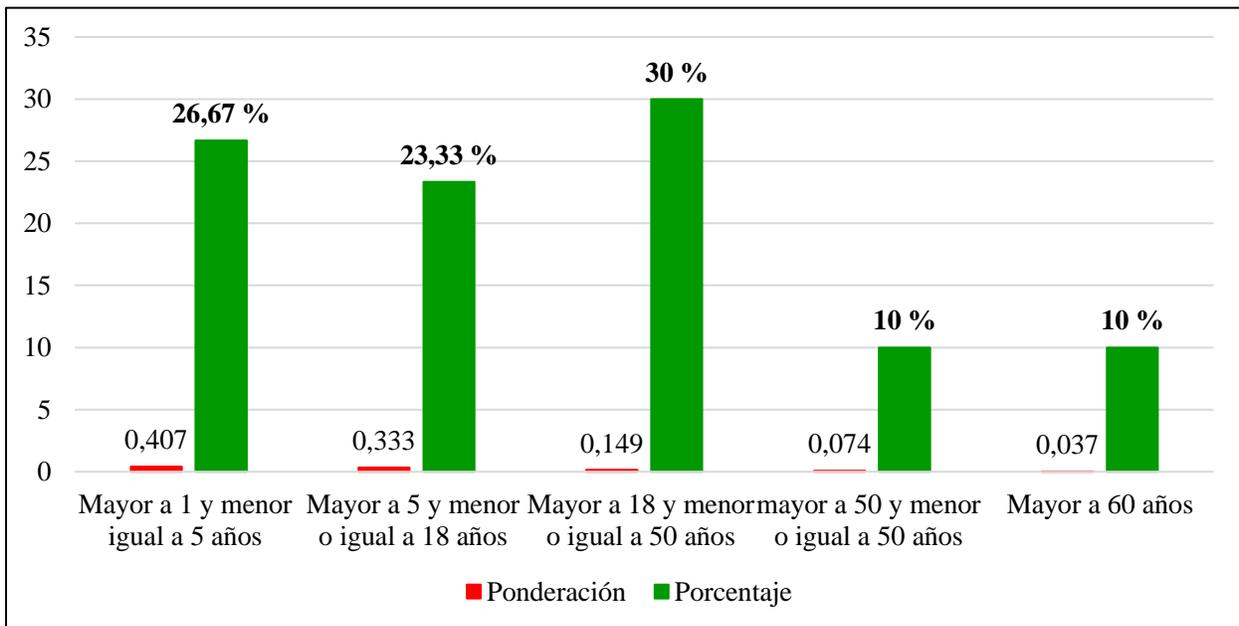
Como se muestra en la Figura 8 en su exposición social el 30 % de familias que se encuentra en el área de influencia directa se obtuvo un resultado para el parámetro de grupo etario de mayor a 18 y menor o igual a 50 años 30%, y el 10 % de familias de mayor a 50 y menor o igual a 50 años y mayor a 60 años; además la mayoría de la población no cuentan con los servicios básicos (desagüe, agua potable, luz eléctrica, etc.).

Esto origina una serie de problemas como por ejemplo el vertido de aguas residuales directamente al cauce del río San Lucas, el 2 al 3 % de las viviendas no cuentan con agua potable y la red de distribución de agua son llevadas por el borde del cauce del río esto poniendo en peligro

el servicio de agua y su propia salud, algunas viviendas no cuenta con servicio eléctrico, principalmente de las personas de partes rurales que en su afán de tener un techo donde vivir en la ciudad han migrado a dicho lugar por diversos motivos (comercialización, un trabajo temporal o por estudios de sus hijos).

**Figura 8**

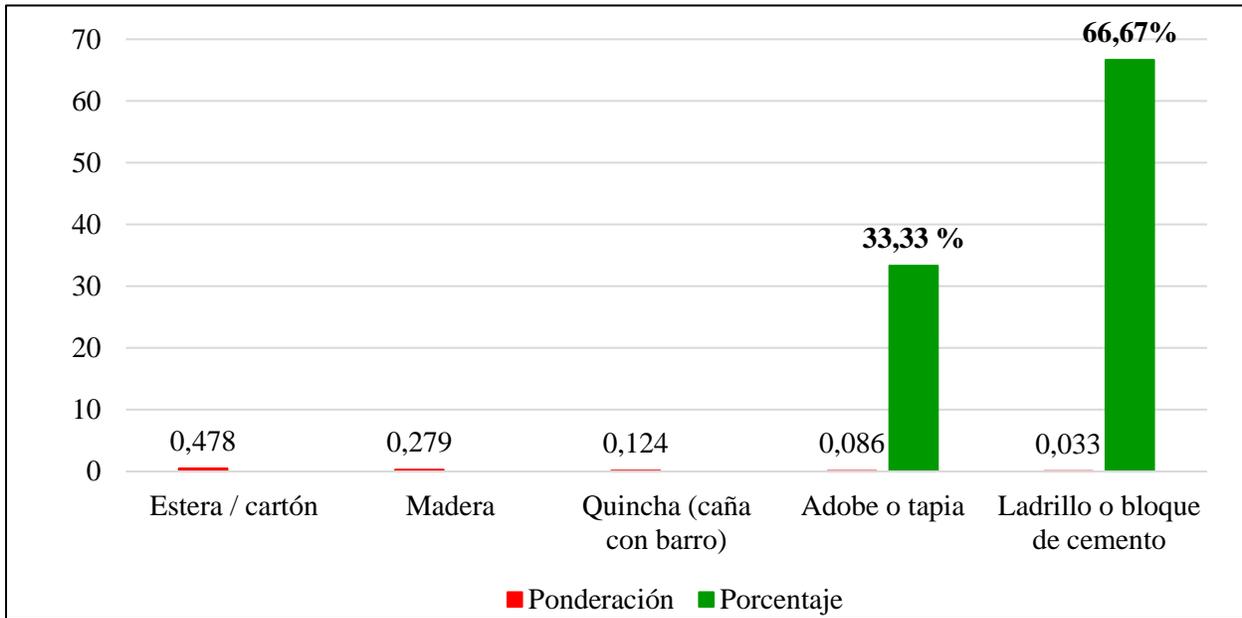
*Exposición social: parámetro grupo etario.*



En la figura 9 con respecto a la fragilidad social, tenemos que el 66,67 % de viviendas que se encuentran en el área de influencia, sus construcciones son de ladrillo o bloque de cemento de 1 a 3 pisos y no tienen unas buenas bases para resistir cualquier evento natural y el 33,33 % es de adobe o tapia construidas las viviendas muy cercanas al cauce del río San Lucas sin respetar los parámetros urbanísticos, fajas marginales, etc., lo cual esto se vuelve más vulnerable para la población, dicha circunstancia aumenta la fragilidad social.

**Figura 9**

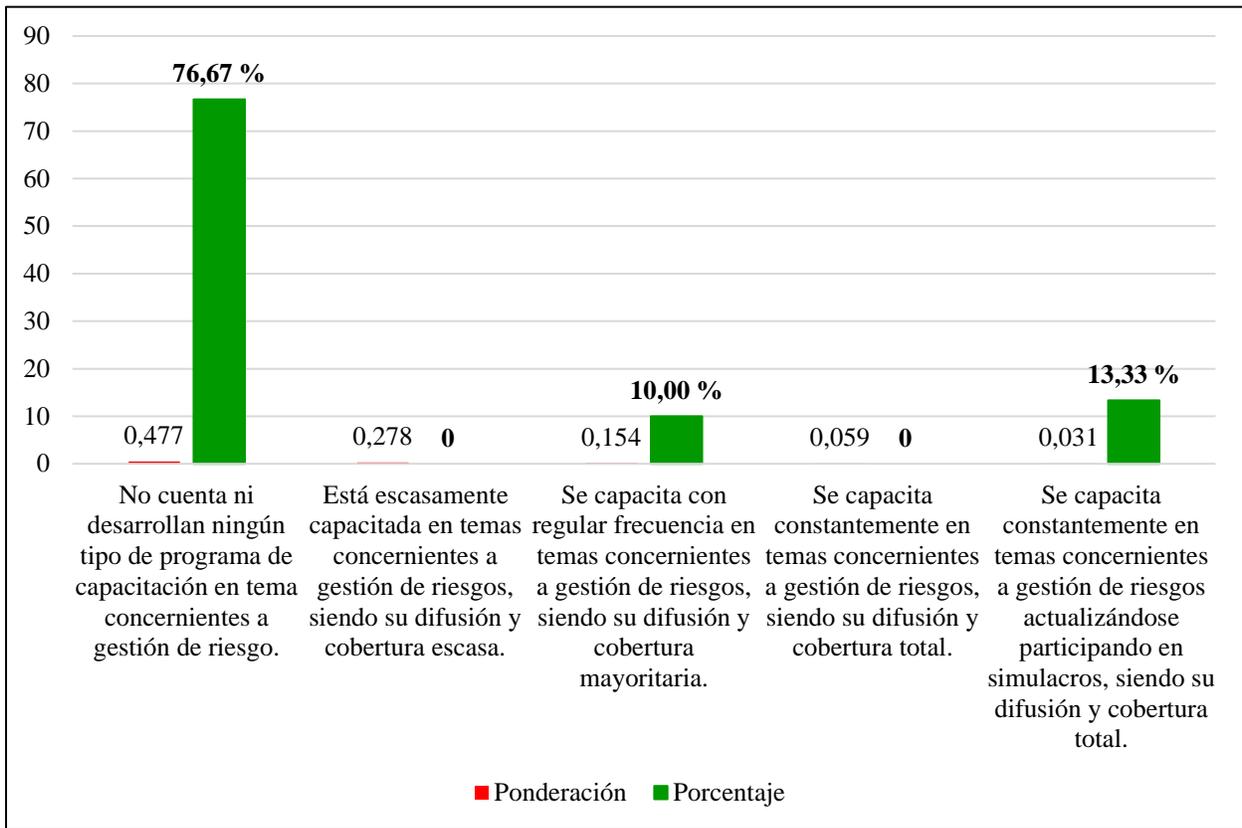
*Fragilidad social: parámetro material de construcción de las edificaciones.*



Como se muestra en la Figura 10 la resiliencia social el 76,67% no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en tema concernientes a gestión de riesgos y el 10% se capacita con regular frecuencia en temas concernientes a Gestión de Riesgos siendo su difusión y cobertura mayoritaria algunos profesores o trabajadores de la municipalidad de Cajamarca, el porcentaje mayor de la población que no se capacita son personas que no tienen ningún grado de educación y que solamente se preocupan por trabajar para solventar a su familia.

**Figura 10**

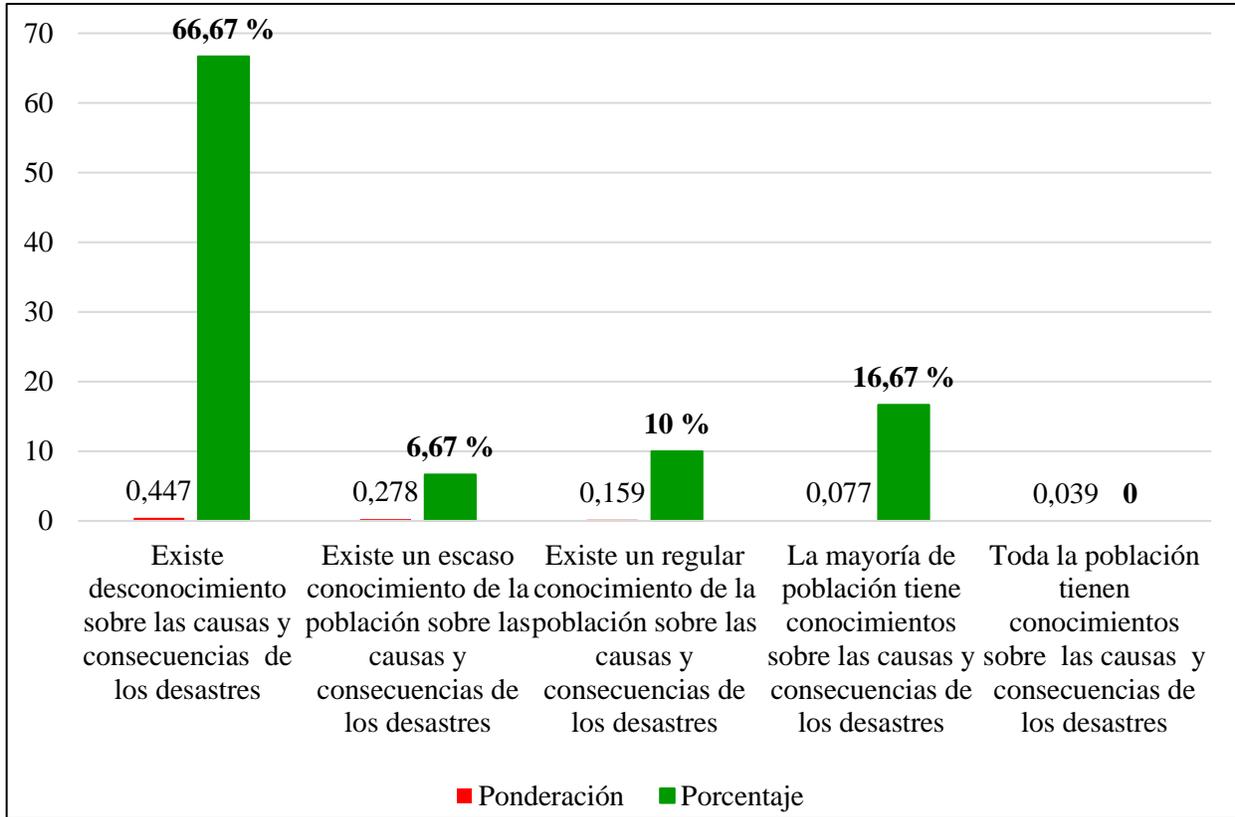
*Resiliencia social: parámetro en capacitación en temas de gestión de riesgo.*



En la Figura 11 el conocimiento ocurrido por un desastre, el 66,67% de la población tiene desconocimiento sobre las causas y consecuencias de los mismos y el 6,67 % de la población tiene un escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres; el desconocimiento sobre los desastres naturales y sus consecuencias, conllevará a que las personas afectadas pierdan mucho más y su recuperación tardaría mucho más tiempo, e allí la importancia del rol de capacitación y prevención que deben cumplir las autoridades en todos los niveles de gobierno.

**Figura 11**

*Resiliencia social: parámetro en conocimiento local sobre ocurrencia pasada de desastres.*



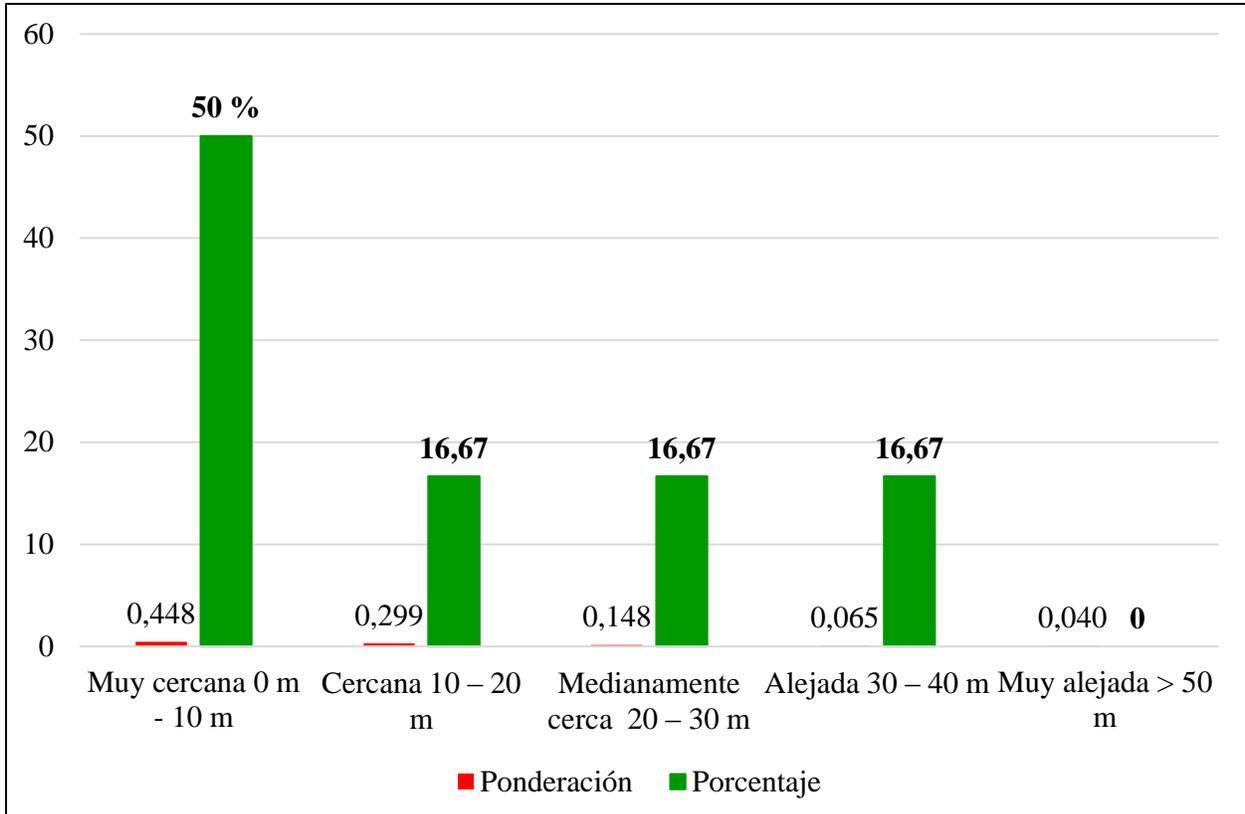
Por todo lo mencionado anteriormente la exposición, fragilidad y resiliencia social se concluyó que la dimensión social está en un rango de alto a muy alto en el cauce del río San Lucas sector Lucmacucho.

#### **4.2.2. Dimensión económica**

El resultado obtenido para la dimensión económica es alto, porque la fragilidad económica es alta, debido a la cercanía de las viviendas al cauce del río San Lucas.

**Figura 12**

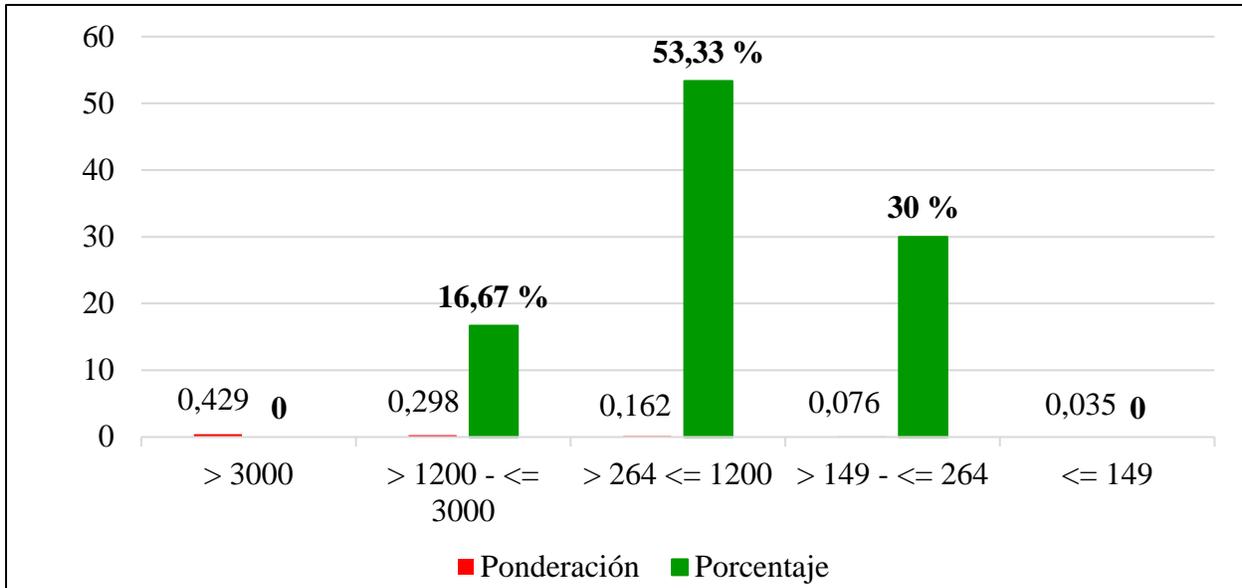
*Fragilidad económica: parámetro de localización de las edificaciones.*



El 50% de viviendas se encuentran en un rango muy cercana 0 m - 10 m y el 16,67% de viviendas están en un rango de alejada 30 - 40 m; a lo largo del cauce del río San Lucas sector Lucmacucho se puede apreciar que las redes de alcantarillado pasan por el mismo cauce, al ocurrir una inundación de esta parte se vería afectado dicho servicio.

**Figura 13**

*Resiliencia económica: parámetro de población económicamente activa.*



En cuanto a la resiliencia económicamente es baja porque de la población económicamente activa, el 43,33% trabajan una vez al año y el 3,33 % tienen un trabajo temporal; y su ingreso económico familiar promedio mensual, del total de la población encuestada, el 53,33% tienen un ingreso de > S/. 264 <= S/. 1200 y el 16,67 % tiene un ingreso de > S/. 1200 - <= S/. 3000, de acuerdo a los datos obtenidos tenemos que el mayor porcentaje de la población preside un ingreso económico bajo estos se debe a diferentes factores, como trabajos eventuales (artesanía, comercio, carpintería, transporte, ocupaciones como la construcción civil, etc.), estos trabajos lo realizan en el mismo lugar o en los alrededores.

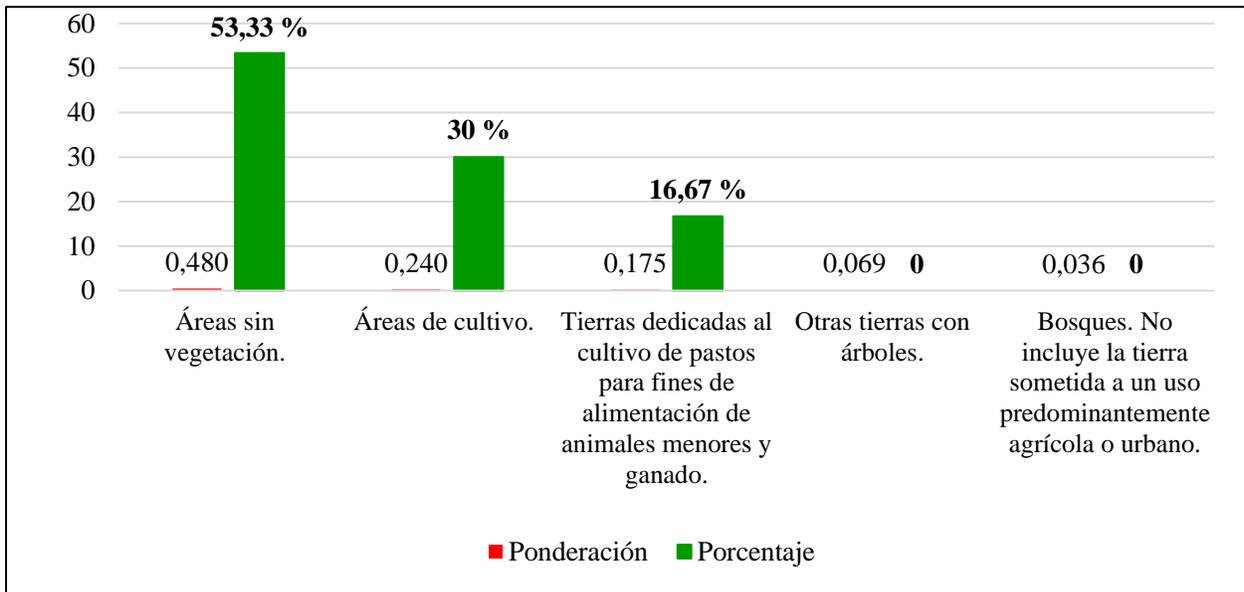
Según en el Compendio Estadístico de Cajamarca (2017), INEI (Censos Nacionales 2017) a nivel distrital (urbano-rural), el ingreso familiar per cápita de la provincia de Cajamarca asciende a S/. 806,3 nuevos soles, teniendo una tasa de crecimiento promedio anual del 2007 – 2016 un 6,1%.

### 4.2.3. Dimensión ambiental

La dimensión ambiental comprende tres parámetros: la exposición ambiental, fragilidad ambiental y resiliencia ambiental.

**Figura 14**

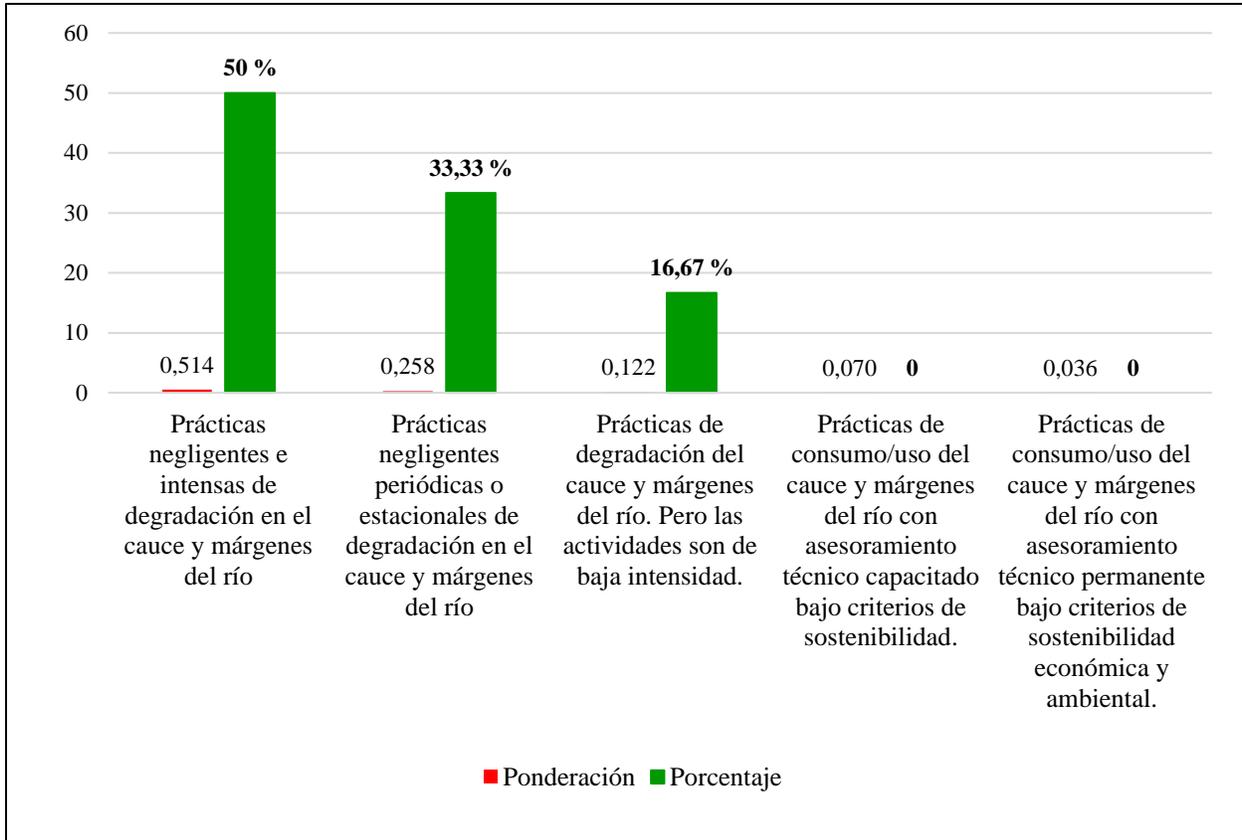
*Exposición ambiental: parámetro de deforestación.*



Para la exposición ambiental tenemos que en el área de estudio existe una gran cantidad de deforestación, donde el 53,33% son áreas sin cobertura vegetal y el 16,67 % del área son dedicadas al cultivo de pastos para fines de alimentación de animales menores.

**Figura 15**

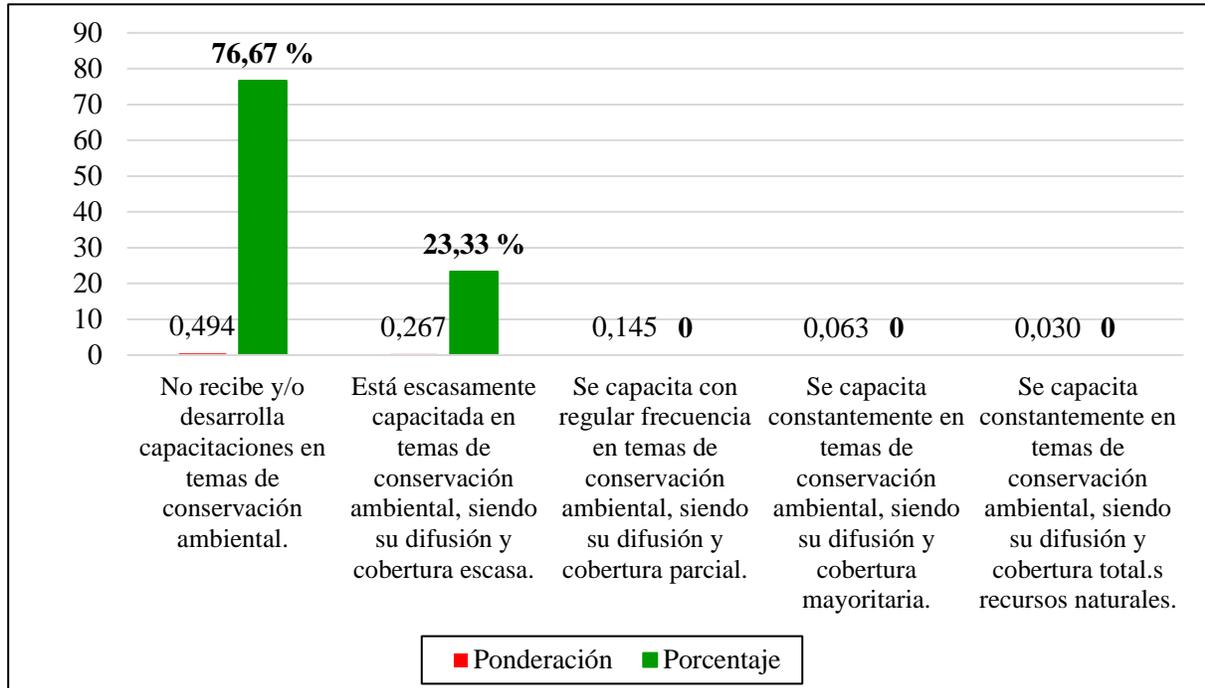
*Fragilidad ambiental: parámetro de explotación de los recursos naturales.*



El 50 % de la población realiza prácticas negligentes e intensas de degradación en el cauce y márgenes del río (deterioro en el consumo/ uso indiscriminado de los suelos, recursos forestales), el 16,67 % de la población realiza prácticas de degradación del cauce y márgenes del río (deterioro en el consumo/uso indiscriminado de los suelos, recursos forestales), pero sin asesoramiento técnico capacitado pero las actividades son de baja intensidad.

**Figura 16**

*Resiliencia ambiental: parámetro de capacitación en temas de conservación ambiental.*



La resiliencia ambiental es baja, porque la población tiene un conocimiento mínimo en el cumplimiento de normatividad ambiental, según las encuestas realizadas el 13,33 % la población desconoce la existencia de normatividad y temas sobre la conservación ambiental y el 10 % no cumple la normatividad en tema de conservación ambiental. A cerca de la capacitación en temas de conservación ambiental el 76,67 % la población no recibe y tampoco desarrolla capacitaciones en temas de conservación ambiental y el 23,33 % de la población se encuentra escasamente capacitada en temas de conservación ambiental, además su difusión a cerca de las capacitaciones en temas sobre cuidado del medio ambiente es muy escasa. Según lo mencionado anteriormente para la dimensión ambiental se obtuvo un rango vulnerabilidad alta ante las inundaciones.

**Figura 17**

*Mapa de vulnerabilidad de las viviendas asentadas en el cauce del río San Lucas, sector Lucmacucho.*



En la Figura 17 se muestra las 30 viviendas encuestadas, las cuales están representadas en el mapa de determinación de la vulnerabilidad, donde tenemos que el 36.67% (11 viviendas) presentan vulnerabilidad muy alta, encontrándose en un rango de 0,310 a 0,451 y el 63,33% (19 viviendas) presentan vulnerabilidad alta, esto se encuentra de un rango de 0,144 a 0,310.

Según Loyola Morales (2019) en su investigación de Evaluación del Riesgo por Inundación en la Quebrada del Cauce del Río Grande, Tramo desde el Puente Candopata hasta el Puente Cumbicus de la Ciudad de Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión – La Libertad, determinado que el nivel de vulnerabilidad económica y social, es alta, concordando con la investigación realizada lo cual se obtuvo para la vulnerabilidad alta a muy alta.

Mendoza Solis (2017) en su estudio Evaluación del Riesgo por Inundación en la Quebrada Romero, del Distrito de Cajamarca, período 2011 – 2016, concluyo que el nivel de vulnerabilidad es alto, obteniendo similares resultados para la presente investigación.

Según Rivas Meza (2017) en su estudio de “identificación de zonas vulnerables, aplicando el sistema de información geográfica, unidad hidrográfica Chira-Piura”, cuyo resultado fue que alrededor del 4,40 % del territorio presenta vulnerabilidad muy alta (situación extrema), en la que se ubica 168 centros poblados; aproximadamente, el 22,55% del territorio con vulnerabilidad alta (situación crítica), en la que se encuentra 913 centro poblados; otro 57 % tiene vulnerabilidad media (situación grave), la que se encuentra 956 centros poblados; un 15,65 % tiene vulnerabilidad baja (situación regular), la que se encuentra 129 centros poblados; concordando con la investigación realizada lo cual se obtuvo para la vulnerabilidad alta a muy alta.

### **4.3. Análisis del riesgo de las viviendas asentadas en el cauce del río San Lucas, sector Lucmacucho.**

#### **4.3.1. Determinación del nivel de riesgo**

En la Figura 18 se muestra el riesgo de las 30 viviendas encuestadas en el cauce del río San Lucas sector Lucmacucho, donde se obtuvo que 50,33% (16 viviendas) están en un riesgo muy alto, encontrándose en un rango de 0,085 a 0,201 y el otro 46,67% (14 viviendas) están en un nivel alto, donde se encuentran en un rango de 0,023 a 0,085.

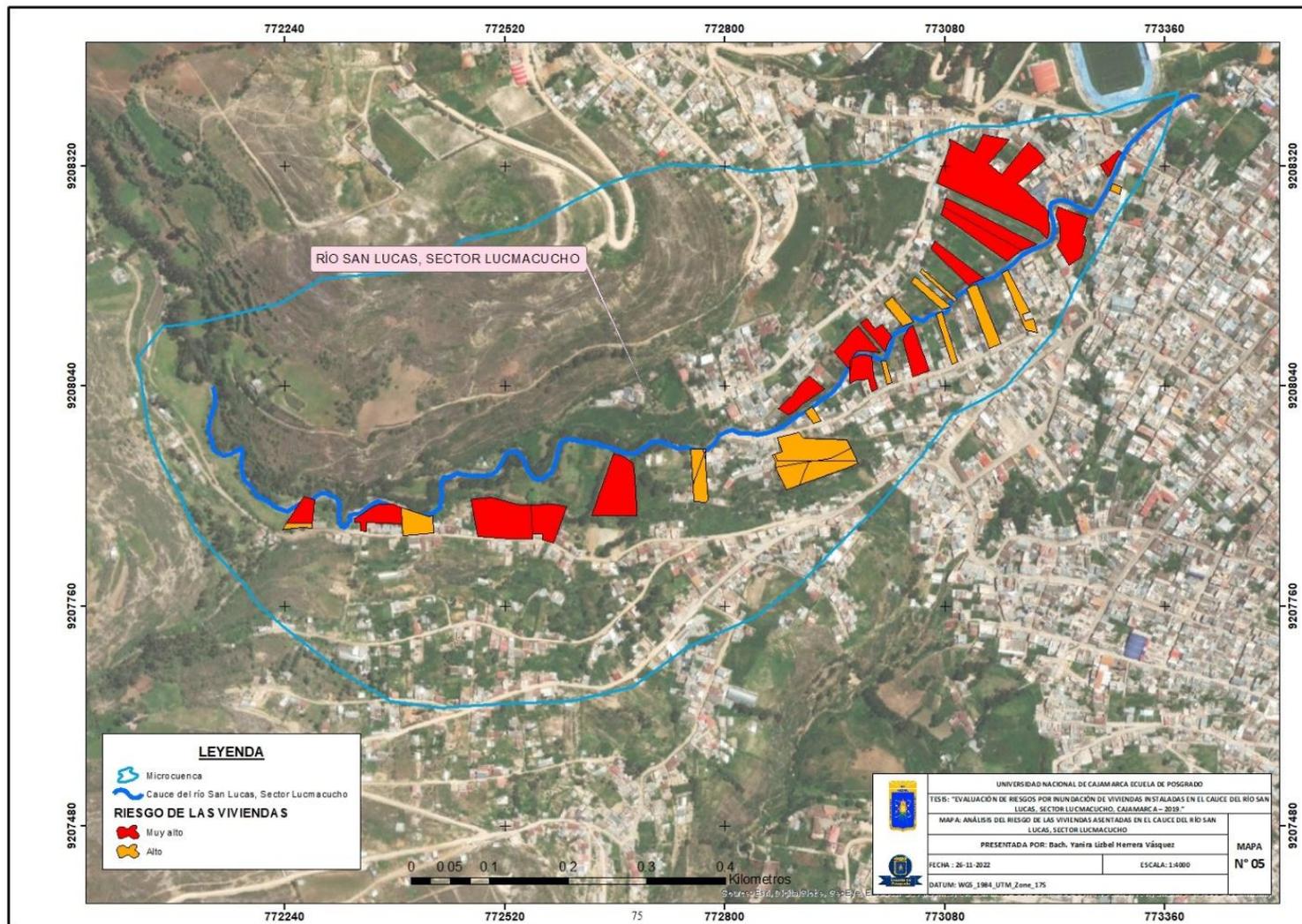
Según Goicochea Cueva (2020) en su estudio de Estimación del Nivel de Riesgo por Inundación de la Quebrada Cruz Blanca para la Zona Urbana - Cajamarca, 2020, los resultados en su investigación mostraron un nivel global de riesgo por inundación alto, obteniendo similares resultados para la presente investigación.

Según Mendoza Solis (2017) en su estudio ha determinado que el nivel de riesgo en la quebrada Romero es alto, donde concuerdan con los resultados obtenidos en el presente estudio que el riesgo de las viviendas asentadas en el cauce del río San Lucas sector Lucmacucho es alto.

Según Zafra Cerna (2015) desarrolló una investigación quien evaluó el nivel de riesgo por inundación en Calispuquio – sector V – Cajamarca, en los barrios de Bella Vista, Pueblo Libre, Santa Elena y La Florida, en el período de junio a setiembre del 2015, los resultados de la investigación fueron, el nivel de riesgo del sector V Calispuquio es medio, lo cual hace diferencia con el resultado obtenido en la presente investigación obteniendo el riesgo alto de las viviendas asentadas en el cauce del río San Lucas sector Lucmacucho.

**Figura 18**

*Mapa de riesgo de las viviendas asentadas en el cauce del río San Lucas, sector Lucmacucho.*



#### **4.4. Elaboración una propuesta para reducir el nivel de riesgo en las viviendas asentadas en cauce del río San Lucas, el sector Lucmacucho.**

##### **4.4.1. Medidas no estructurales**

- La Municipalidad Provincial de Cajamarca a través de la Gerencia de desarrollo urbano y territorial, basándose en la presente investigación, debe crear una ordenanza municipal para tomar acciones frente a la invasión de faja marginal por la construcción de viviendas en el área inundable. Esto con la finalidad de reducir el nivel de riesgo de las viviendas asentadas en el sector Lucmacucho, zona de influencia de inundación.
- La Autoridad Nacional del Agua (ANA), conjuntamente con la Autoridad Administrativa del Agua (AAA) del ministerio de agricultura y riego, debe fomentar la delimitación de faja marginal, en todo el tramo correspondiente al área de estudio de la presente investigación.
- Las autoridades competentes (Municipalidad Provincial, SEDACAJ, Hidrandina, Gobierno Regional) juntamente con los pobladores del sector Lucmacucho deberán desarrollar la gestión de desastres naturales, que comprende: estimación, prevención, reducción, preparación, respuesta, rehabilitación y reconstrucción, frente a un posible desborde el río San Lucas sector Lucmacucho.
- La Municipalidad Provincial de Cajamarca deberá elaborar una ordenanza donde se aplique sanciones ejemplares a los pobladores que invadan fajas marginales y zonas de riesgo por inundación en el cauce del río San Lucas sector Lucmacucho.

##### **4.4.2. Medidas estructurales**

- Redimensionamiento de la sección hidráulica del cauce del río San Lucas sector Lucmacucho, basado en los estudios hidrológicos e hidrogeológicos.
- Realizar limpiezas y descolmataciones.

- Realizar un encausamiento en base de infraestructura natural, evitando infraestructura de concreto armado.
- Implantar infraestructura natural, a través de una reforestación con especies nativas en todo en la ribera del río San Lucas sector Lucmacucho con el fin de obtener una barrera viva ante el desborde de sus aguas y proteger la erosión lateral y mantener.
- Retirar a la población asentada en la faja marginal, para la construcción de infraestructura concreto o natural
- Evitar estrangulamientos en el cauce de los ríos por construcción de puentes o muros de contención.

#### **4.4.3. Contraste de hipótesis del nivel de riesgo por inundación en las viviendas asentadas en el cauce del “río San Lucas”- sector Lucmacucho, para el año 2019.**

- **Comparación de la media del riesgo por inundación de las viviendas asentadas en el cauce del río San Lucas y los indicadores por CENEPRED, mediante análisis de varianza y Tukey.**

Se plantearon dos hipótesis:

$H_0$ = El nivel de riesgo por inundación en las viviendas asentadas en el cauce del “río San Lucas”- sector Lucmacucho, para el año 2019 es muy alto.

$H_1$ = El nivel de riesgo por inundación en las viviendas asentadas en el cauce del “río San Lucas”- sector Lucmacucho, para el año 2019 no es muy alto.

En la Tabla 17 se muestra un análisis de varianza cuyo F calculado es menor que el F crítico, con un nivel de significancia de 5%. Esto permitió rechazar la hipótesis alternativa y aceptar la hipótesis nula. Es decir, que el nivel de riesgo por inundación en las viviendas asentadas en el

cauce del “río San Lucas”- sector Lucmacucho, para el año 2019 presenta una diferencia significativa y los indicadores del nivel de riesgo de CENEPRED presentan una diferencia significativa.

**Tabla 17**

*Análisis de varianzas para un nivel de riesgo muy alto*

<b>Grupos</b>	<b>Cuenta</b>	<b>Suma</b>	<b>Promedio</b>	<b>Varianza</b>
CENEPRED	2	0.321	0.1605	0.0171125
Río San Lucas	2	0.286	0.143	0.006728

Análisis de varianza

<b>Origen de las variaciones</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Promedio de los cuadrados</b>	<b>F</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Valor crítico para F</b>
Entre grupos	0.00030625	1	0.00030625	0.02569158	0.88738177	18.51282051
Dentro de los grupos	0.0238405	2	0.01192025			
Total	0.02414675	3				

$H_0$ = El nivel de riesgo por inundación en las viviendas asentadas en el cauce del “río San Lucas”- sector Lucmacucho, para el año 2019 es alto.

$H_1$ = El nivel de riesgo por inundación en las viviendas asentadas en el cauce del “río San Lucas”- sector Lucmacucho, para el año 2019 no es alto.

En la Tabla 17 se muestra un análisis de varianza cuyo F calculado es menor que el F crítico, con un nivel de significancia de 5%. Esto permitió rechazar la hipótesis alternativa y aceptar la hipótesis nula. Es decir, que el nivel de riesgo por inundación en las viviendas asentadas en el cauce del “río San Lucas”- sector Lucmacucho, para el año 2019 presenta una diferencia significativa y los indicadores del nivel de riesgo de CENEPRED presentan una diferencia significativa.

**Tabla 18**

*Análisis de varianzas para un nivel de riesgo alto*

<b>Grupos</b>	<b>Cuenta</b>	<b>Suma</b>	<b>Promedio</b>	<b>Varianza</b>
CENEPRED	2	0.086	0.043	0.00125
Río San Lucas	2	0.108	0.054	0.001922

Análisis de varianza

<b>Origen de las variaciones</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Promedio de los cuadrados</b>	<b>F</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Valor crítico para F</b>
Entre grupos	0.000121	1	0.000121	0.07629256	0.80831116	18.5128205
Dentro de los grupos	0.003172	2	0.001586			
Total	0.003293	3				

De la investigación se evidenció que los niveles de riesgo para el presente estudio son de nivel alto y nivel muy alto, este análisis permitió identificar lo siguiente:

El promedio del indicador de nivel riesgo es muy alto, es próximo y subestimado al promedio del indicador del nivel de riesgo propuesto por CENEPRED (Tabla 18). Esto quiere decir que frente a un peligro atmosférico (lluvias) de un evento extraordinario, provocaría muerte,

desplazamiento, pérdidas de propiedades y se demostró que en el río San Lucas sector Lucmacucho no existe indicadores de riesgo bajo.

Por otro lado, el promedio del indicador de nivel riesgo es alto, es próximo y sobreestimado al promedio del indicador del nivel de riesgo propuesto por CENEPRED (Tabla 18). Esto quiere decir que frente a un peligro atmosférico (lluvias) de un evento extraordinario, provocaría muerte, desplazamiento, pérdidas de propiedades y se demostró que en el río San Lucas sector Lucmacucho no existe indicadores de riesgo bajo.

Finalmente, mediante la prueba de Tukey, se comprobó que los indicadores de nivel de riesgo alto y muy alto indicados por CENEPRED en la 2<sup>da</sup> Versión del Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales con respecto a los indicadores obtenidos en el nivel alto y muy alto presenta un nivel de significancia a un 5%. Esto demuestra que la fragilidad y la exposición de los pobladores aledaños del río San Lucas están propensos a sufrir daños materiales y de vida.

Por lo tanto, se comprueba la hipótesis plantada en la presente investigación, la cual indica que el nivel de riesgo por inundación de las viviendas asentadas en el cauce del “río San Lucas”- sector Lucmacucho, para el año 2019 no es alto presenta un riesgo muy alto.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES

- Se caracterizó el peligro de inundación en el cauce del río San Lucas, sector Lucmacucho y se determinó que 1 vivienda está en la zona de peligro alto (3,33 %) y 29 viviendas en peligro muy alto (96,67 %), contemplando un nivel de peligrosidad para las viviendas de peligro muy alto el 0,276 a 0,445 y para las viviendas de peligro alto un nivel de peligrosidad de 0,156 a 0,276.
- Se determinó la vulnerabilidad de las viviendas asentadas en el cauce del río San Lucas, sector Lucmacucho donde se obtuvo que el 36,67% (11 viviendas) presentan vulnerabilidad muy alta, encontrándose en un nivel de vulnerabilidad de 0,310 a 0,451 y el 63,33% (19 viviendas) presentan vulnerabilidad alta, el cual corresponde un nivel de vulnerabilidad de 0,144 a 0,310.
- Se analizó el riesgo de las viviendas asentadas en el cauce del río San Lucas, sector Lucmacucho y donde se concluyó que el 53,33% (16 viviendas) están en un riesgo muy alto, encontrándose en un nivel de riesgo de 0,085 a 0,201 y el otro 46,67% (14 viviendas) están en un nivel alto, contemplando un nivel de riesgo de 0,023 a 0,085.

## CAPÍTULO VI

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alcántara Boñón, G. 2011. *Sub Modelo Peligros Potenciales Múltiples Departamento Cajamarca 2010 - 2011*. Gobierno Regional de Cajamarca. Recuperado de <https://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/sites/default/files/GEOMORFOLOGIA.pdf>

Alvarez Villanueva, J. I. 2018. *Aporte de Agua de la Microcuenca "Grande", en Función del Caudal Recesivo de Su Cauce Principal Mediante Modelamiento Matemático Exponencial y Potencial, en Periodo de Estiaje 2014-2016*. Tesis de posgrado Universidad Nacional de Cajamarca. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.14074/2204>

ANA (Autoridad Nacional del Agua, Perú). 2016. *Reglamento para la delimitación y mantenimiento de fajas marginales*. Recuperado de <https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Exposiciones/2017/V%20Seminario%20Nacional/PONENCIA-07%20-%20ANA/ANA%20-%20Regulacion%20de%20fajas%20marginales.pdf>

ANA (Autoridad Nacional del Agua, Perú). 2017. *Reglamento de las fajas marginales*. Primera Edición Electrónica. Recuperado de <https://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/4447/ANA0002862.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Arce Huayan, C., Velasquez Abanto, D., Quiliche Palacios, S., Huamán Segura, R. y Cieza Zamora, W. 2018. *Informe del Estudio de la Cuenca del Río San Lucas*. Universidad Privada

Antonio Guillermo Urrelo. Pregrado. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/412508749/Cuenca-San-Lucas>

Aro Aro, R. 2020. *Efecto de la Infiltración del Agua en los Deslizamientos de las Laderas de Quilahuani Provincia de Candarave – Tacna*. Tesis de Ingeniero Geólogo – Geotécnico. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Recuperado de <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/4151>

Asamblea General de Naciones Unidas (AGNU). 2016. *Informe del grupo de trabajo intergubernamental de expertos de composición abierta sobre los indicadores y la terminología relacionados con la reducción del riesgo de desastres*. Recuperado de [http://www.rmagir-mercosur.org/index.php/download\\_file/view\\_inline/182](http://www.rmagir-mercosur.org/index.php/download_file/view_inline/182)

Azula Bernal., I. 2019. *Informe de la Cuenca del Río San Lucas*. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/428537864/Informe-de-La-Cuenca-Del-Rio-San-Lucas>

Bedoya Obando, M. (2014). Evaluación de las Condiciones de Vulnerabilidad de la población del barrio El Progreso en situación del post desastre, desde la perspectiva de la Gestión del Riesgo. Tesis de Administradora Ambiental de la Universidad de Pereira, Pereira, Colombia. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11059/4475>

Beltrán Romero, R E. (2018). *Vulnerabilidad ante amenazas de deslizamientos e inundaciones de la cuenca del río Blanco, provincia de Imbabura-Ecuador*. Tesis Maestro en Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas. Universidad Técnica del Norte. Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8212>

BID (Banco Interamericano de Desarrollo). 2015. *Perfil de riesgo por inundaciones en Perú / División de Medio Ambiente, Desarrollo Rural y Administración de Riesgos por Desastres*.

Recuperado de <https://publications.iadb.org/es/publicacion/13963/perfil-de-riesgo-por-inundaciones-en-peru-informe-nacional>

Cardoso, M. (2017). *Estudio de la vulnerabilidad socio-ambiental a través de un índice sintético. Caso de distritos bajo riesgo de inundación: Santa Fe, Recreo y Monte Vera, Provincia de Santa Fe, Argentina*. Cuadernos de geografía, 27(48), 156-183. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/3332/333249827009.pdf>

Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED). (2014). *Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales – 2da Versión*. Recuperado de [https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia\\_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos\\_v2.pdf](https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos_v2.pdf)

CEPAL, ONU HABITAT y MINURVI. (2017). Plan de Acción Regional para la implementación de la Nueva Agenda Urbana en América Latina y el Caribe 2016-2036. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11362/42144>

Comisión Nacional del Agua. (2011). *Manual para el control de inundaciones*. Coyoacán, México: Tlalpan. Recuperado de <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2011/05/manual-para-el-control-de-inundaciones.pdf>

Condori Quispe, B. 2016. *Análisis de suelos arcillosos compactados para determinar su comportamiento volumétrico. Distrito Tres de Diciembre*. Tesis de ingeniero civil Universidad Nacional del Centro del Perú. Recuperado de [https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/404/TCIV\\_14.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/404/TCIV_14.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Cruzado Vásquez, G. (2015). *Identificación y Análisis de Factores Condicionantes Naturales y Antrópicos para los procesos de Remoción de Masas de Rocas y Suelos en el Sector*

- Lucmacucho, Distrito de Cajamarca, Cajamarca-Perú. 2012. Tesis de Doctor en Ciencias e Ingeniería. Universidad Nacional de Trujillo – Perú. Recuperado de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/8218>*
- Cruzado Vásquez, G. 2011. *Estudio de Geología de Cajamarca. ZEE - OT - Región Cajamarca. Recuperado de [https://geoservidorperu.minam.gob.pe/geoservidor/Archivos/Mapa/Cajamarca/Memoria\\_Descriptiva\\_Geologia.pdf](https://geoservidorperu.minam.gob.pe/geoservidor/Archivos/Mapa/Cajamarca/Memoria_Descriptiva_Geologia.pdf)*
- Decreto Supremo N° 001-2010-AG, Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos. Artículo 114°. Normas Legales. Perú. 14 ene. 2010. Recuperado de <https://www.midagri.gob.pe/portal/decreto-supremo/ds-2010/3768-decreto-supremo-no-001-2010-ag>
- Dirección General de Programación Multianual del Ministerio de Economía y Finanzas (DGPM - MEF). (2007). *Conceptos asociados a la gestión del riesgo de desastres en la planificación e inversión para el desarrollo. Recuperado de <https://www.eird.org/curso-brasil/docs/modulo8/lecturas/2.Conceptos-mef-completo-27%20marzo-MEF-GTZ.pdf>*
- Escuder, I., Matheu, E. y Castillo, J. (2010). *Análisis y evaluación de riesgos de inundación: estimación del impacto de medidas estructurales y no estructurales. Jornada CICC PV. Recuperado de [http://www.ipresas.upv.es/docs/Ponencia\\_IE\\_EM\\_15O\\_Final\\_2010\\_10\\_05.pdf](http://www.ipresas.upv.es/docs/Ponencia_IE_EM_15O_Final_2010_10_05.pdf)*
- Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD) de las Naciones Unidas (2009). *Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres. Ginebra: EIRD-ONU. Recuperado de [https://www.unisdr.org/files/7817\\_UNISDRTerminologySpanish.pdf](https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf)*

- Fernández Muerza, A. 2006. *Colmatación*. Recuperado de <https://www.consumer.es/medio-ambiente/colmatacion.html>
- Flores Ortega, RE., (2015). *Vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico en viviendas autoconstruidas del distrito de Samegua, Región Moquegua*. Tesis Ingeniero Civil. Universidad José Carlos Mariátegui, Moquegua – Perú. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12819/159>
- Gestión Integral de Riesgos de Desastres (GIRD). 2020. *Plan Integral de Gestión de Riesgos de Desastres del Sistema de Cajamarca*. Recuperado de <https://www.sedacaj.com.pe/otros/pigrcaj.pdf>
- Gobierno Regional de Cajamarca. 2014. *Estudio de evaluación del riesgo de desastres y vulnerabilidad al cambio climático*. Recuperado de [https://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/sites/default/files/EE\\_ERDyVCC\\_primera\\_version\\_junio\\_2014.pdf](https://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/sites/default/files/EE_ERDyVCC_primera_version_junio_2014.pdf)
- Goicochea Cueva, AR. 2020. *Estimación del nivel de riesgo por inundación de la quebrada Cruz Blanca para la zona urbana - Cajamarca, 2020*. Tesis Ingeniero Hidráulico. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca – Perú. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.14074/4453>
- Gómez, G. C., Cerrón, R. M., Capcha, T. M., Villavicencio, C. O. (2014). *Evaluación de la tasa de infiltración en tierras agrícolas, forestales y de pastoreo en la subcuenca del río Shullcas*. *Apuntes de Ciencia & Sociedad*, 4(2), 8. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5094682>
- GRC (Gobierno Regional de Cajamarca). 2011. *Sub modelo peligros potenciales múltiples departamento Cajamarca*. Recuperado de <https://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/peligros-potenciales>

- Grupo de Trabajo de Gestión del Riesgo de Desastres – GTGRD. 2019. *Plan de Prevención y Reducción del Riesgo del Desastre del Cercado de Lima 2021 – 2023*. Recuperado de [https://www.munlima.gob.pe/images/PPRRD\\_de\\_Cercado\\_de\\_Limavf.pdf](https://www.munlima.gob.pe/images/PPRRD_de_Cercado_de_Limavf.pdf)
- Hernández Uribe1, R., Barrios Piña, H. y Ramírez, A. (2017). *Análisis de riesgo por inundación: metodología y aplicación a la cuenca Atemajac, Jalisco – México*. Tecnología y Ciencia del Agua 8 (3), ISSN 2007-2422. Recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-24222017000300005](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222017000300005)
- Huamán Mantilla, J.J. 2016. Proyecto: *Mejoramiento de la Gestión Institucional del Recurso Hídrico y el Ambiente en las Cuencas de las Provincias de Cajamarca, San Pablo, San Marcos, Cajabamba, San Miguel y Contumazá de la Región Cajamarca - MIRHAC*. Recuperado de <https://siar.regioncajamarca.gob.pe/documentos/proyecto-mejoramiento-gestion-institucional-recurso-hidrico-ambiente>
- INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil, Perú). 2006. *Manual básico para la estimación del riesgo*. Lima, Perú, 75 p.
- INDECI. (2015). *Programa de prevención y medidas de mitigación*. Baños del Inca. Recuperado de [http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios\\_CS/Region\\_cajamarca/cajamarca/banosdelinca.pdf](http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_cajamarca/cajamarca/banosdelinca.pdf)
- INEI. 2015. *Instituto Nacional de Estadística e Informática*. Recuperado de <https://m.inei.gob.pe/>
- INGEMMET. 2015. *Estudio geológico y económico de rocas y minerales industriales en la región de Cajamarca*. Boletín Serie B: Geología económica. Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú 5 18631 N° 201 -ISSN 0378-1232. Recuperado de <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/227>

Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Oficina de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Comisión Europea (ECHO).2011. *Escenarios de riesgo y medidas de mitigación del riesgo de desastre en el distrito de Villa María del Triunfo*. Recuperado de <http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc2150/doc2150-contenido.pdf>

Instituto Nacional de Estadística e Informática-INEI. 2007. *Perú: Censos Nacionales 2007, XI de Población y VI de Vivienda. Sistema de Consultas de Datos de Centros Poblados (CCPP) y población dispersa*. Recuperado de <http://censos.inei.gob.pe/cpv2007/tabulados/>

Instituto Nacional de Estadística e Informática-INEI. 2017. Compendio estadístico de Cajamarca. Recuperado de [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitaes/Est/Lib1492/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaes/Est/Lib1492/libro.pdf)

León, A., Marrero, N., Gómez, M.,Martínez, J., Rodríguez, Y. y Escarpín, E. (2010). *Una estrategia de gestión para la alerta temprana ante peligro de inundaciones debido a intensas lluvias*. Ingeniería Hidráulica y Ambiental, 31(2), 14-20.

Ley N°29664. 2011. Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. El Peruano, Recuperado de <http://www.minedu.gob.pe/comision-sectorial/pdf/normativa/7-c>

Linsley Ray y Franzini Joseph. 1984. *Ingeniería de los recursos Hídricos*. Editora la Universidad de Sao Paulo 6ta edición. Recuperado de <https://www.libreriaingeniero.com/2020/06/ingenieria-de-los-recursos-hidraulicos-ray-linsley-joseph-franzini.html>

Loyola Morales, JF, 2019. *Evaluación del riesgo por inundación en la quebrada del cauce del Río Grande, tramo desde el Puente Candopata hasta el Puente Cumbicus de la ciudad de*

- Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión – La Libertad*. Tesis Maestro en Ingeniería Civil. Universidad César Vallejos - Perú. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/31347>
- Martínez Cabrera R. 2017. *Evaluación de riesgos por inundaciones, en el barrio bajo del distrito de Yuracyacu, provincia de Rioja, región San Martín*. Tesis Maestro en Gestión Ambiental. Universidad Nacional Federico Villarreal. Perú. Recuperado de <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/1975>
- Mejía Valqui JL. 2021. *Análisis del Grado de Susceptibilidad a los Movimientos de Ladera Mediante SIG en la Microcuenca del Río San Lucas - Distrito de Cajamarca*. Tesis Ingeniero Geólogo. Universidad Nacional de Cajamarca. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.14074/4475>
- Mendoza Solis, MA. 2017. *Evaluación del riesgo por inundación en la quebrada Romero, del distrito de Cajamarca, período 2011 – 2016*. Tesis Ingeniero Ambiental y Prevención de Riesgos. Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo. Cajamarca – Perú. Recuperado de <http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/289>
- Milanes Batista, C. 2014. *La gestión de riesgos costeros como paradigma ante los desastres*. Innova del IEMP - Instituto de Estudios del Ministerio Público de Bogotá, Colombia. 12-15 pp.
- Milanes, C., Rodríguez, L. y Olaya, N. (2017). *Amenazas, riesgos y desastres: visión teórico-metodológica y experiencias reales*. Corporación Universidad de la Costa. Barranquilla-Colombia: Educosta. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11323/1156>
- Ministerio de Vivienda, C. y. (2017). *Incorporación de la gestión de riesgos desastres en los instrumentos de planificación urbana*. Recuperado de

<http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/SeminarioN/1.%20Incorporaci%C3%B3n%20de%20la%20Gesti%C3%B3n%20de%20Riesgo%20de%20Desastres.pdf>

Ocola, L. (2005). *Peligro, vulnerabilidad, riesgo y la posibilidad de desastres sísmicos en el Perú*.  
Revista Geofísica, (61), 81-125. Recuperado de  
<https://www.revistasipgh.org/index.php/regeofi/article/view/555>  
onagerd.pdf.

Pérez Morales, A., Navarro, H. y Álvarez Rogel, Y. 2016. *Propuesta metodológica para la evaluación de la vulnerabilidad social en poblaciones afectadas por el peligro de inundación: el caso de Águilas (Murcia, sureste ibérico)*. Documents d'Anàlisi Geogràfica 2016, Vol. 62(1): 133-159. Recuperado de <http://hdl.handle.net/2072/409092>

Plan de Desarrollo Urbano de Cajamarca (PDU). 2016. *Reglamento del Plan de Desarrollo Urbano de Cajamarca 2016-2026*. Municipalidad Provincial de Cajamarca, Yanacocha, Los Andes de Cajamarca. Recuperado de <https://www.miciudad.pe/wp-content/uploads/Plan-Desarrollo-Urbano-Cajamarca.pdf>

Poma Rojas, W. y Alcántara Boñón, GH. 2012. *Estudio de Suelos y Capacidad de Uso Mayor del Departamento de Cajamarca*. Recuperado de <https://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/sites/default/files/INFSUELOSZEE091.pdf>

Portal, L. L., y Sánchez, E. (2020). *Planteamiento de mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos hídricos en la sub cuenca San Lucas-Cajamarca 2019*. Tesis Ingeniero Ambiental. Universidad Privada del Norte. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11537/24814>

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). 2010. *Evaluación del Riesgo de Desastres*. Recuperado de

<https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/es/Reduci%C3%B3n%20del%20Riesgo%20de%20Desastres%20-%20Evaluaci%C3%B3n%20del%20Riesgo.pdf>

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo-PNUD e Instituto Nacional de Defensa Civil-

INDECI. 2005. *Estudio de ciudades sostenibles/Prevención y Medidas de Mitigación ante Desastres de la Ciudad de Cajamarca*. Recuperado de <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/5225>

Rivas Meza N W. 2017. *Identificación de zonas vulnerables, aplicando el sistema de información geográfica, unidad hidrográfica Chira – Piura*. Perú: Tesis de Ingeniería Agrícola. Universidad Agraria la Molina. Lima – Perú. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12996/2615>

SAATY, T.L. (1980): *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York.

Secretaría General de la Comunidad Andina. 2018. *Glosario de términos y conceptos de la gestión del riesgo de desastres para los países miembros de la Comunidad Andina*. Primera Edición. Lima – Perú. Recuperado de <https://www.comunidadandina.org/StaticFiles/2018619133838GlosarioGestionDeRiesgoSGCA.pdf>

Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR) / Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (UNISDR). 2012. *Referencias Básicas para la Gestión de Riesgos 2013 – 2014*. Recuperado de <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/54768.pdf>

Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de desastres (SNGRD). 2017. *Terminología sobre gestión del riesgo de desastres y fenómenos amenazantes*. Recuperado de

<https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/20761/Terminologia-GRD-2017.pdf;jsessionid=3266CD8015360893B0595D7B03A0F07C?sequence=2>

Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE). 2011. *Guía análisis de riesgos naturales para el ordenamiento territorial*. Primera Edición. Chile. Recuperado de [https://www.subdere.gov.cl/sites/default/files/documentos/libro\\_guia\\_de\\_analisis\\_de\\_riesgos\\_naturales\\_para\\_el\\_ordenamiento\\_territorial\\_.pdf](https://www.subdere.gov.cl/sites/default/files/documentos/libro_guia_de_analisis_de_riesgos_naturales_para_el_ordenamiento_territorial_.pdf)

Valdez Huaman, J. 2010. *Procedimiento y guía para la delimitación de faja marginal*. Informe final. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12543/765>

Valero Fandiño, JA. 2014. *La gestión del riesgo de desastres en las inundaciones de Colombia: Una mirada crítica*. Tesis de ingeniería civil especialización en ingeniería de pavimentos. Universidad Católica de Colombia. Bogotá D.C. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10983/2128>

Zafra Cerna J. (2015). *Nivel de riesgo por inundación en la zona de Calispuquio - Sector V – Cajamarca, 2015*. Tesis ingeniero civil. Universidad Privada del Norte. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11537/9604>

Zumba Perea F A. (2018). *Riesgo de inundación por escorrentías superficiales en zonas pobladas del sector Calichana, parroquia Buenavista, Cantón Pasaje, provincia del Oro*. Ecuador. Tesis ingeniero civil. Universidad Técnica de Machala. Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/12413>

## **CAPITULO VII**

### **ANEXOS**

**ANEXO 1: Validación de instrumentos de recolección de datos**

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Yo, **Juan Esteban Gonzales García**, identificado con DNI N° 26702215, de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, he revisado la encuesta sobre Vulnerabilidad física, económica y ambiental, como instrumento válido para la recolección de datos primarios para la tesis de investigación: “EVALUACIÓN DE RIESGOS POR INUNDACIÓN DE VIVIENDAS INSTALADAS EN EL CAUCE DEL RÍO SAN LUCAS, SECTOR LUCMACUCHO, CAJAMARCA – 2019.”, desarrollado por la Bach. Yanira Lizbel Herrera Vásquez, alumna del Programa de Maestría con la Mención en Gestión Ambiental, el cual doy conformidad, en su diseño, estructura y contenido, cumpliendo los requisitos técnicos-metodológicos que el estudio amerita.

Cajamarca, 12 enero 2021

.....

**Dr. Juan Esteban Gonzales García**

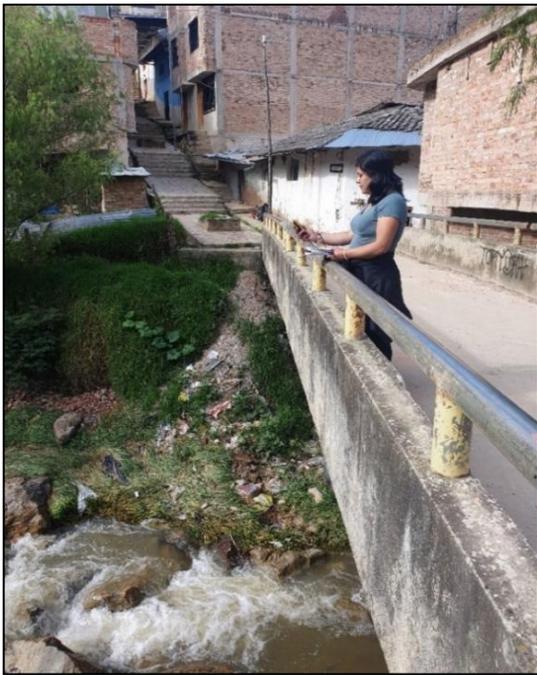
**DNI N° 26702215**

## **APÉNDICES**

## Figura 19

*Toma de coordenadas en el río San Lucas sector Lucmacucho*

Inicio del tramo de la investigación. Progresiva 0+00 km.



- En la parte alta de la investigación existe protección ribereña con muros de protección, además no hay mucha contaminación en el cauce del río por residuos sólidos.
- Coordenadas (Este: 772832.90; Norte: 9207977.97).
- Fecha: 10/03/2019.

Final del tramo de la investigación. Progresiva 0+2 km.



- En la parte baja de la investigación las viviendas están construidas al margen del cauce del río, sin protección ribereña y existe contaminación al por descargas de aguas residuales y residuos sólidos.
- Coordenadas (Este: 773308.24; Norte: 9208345.49).
- Fecha: 07/12/2019.

**Figura 20**

*Aplicación de encuestas en la parte alta de la microcuenca.*

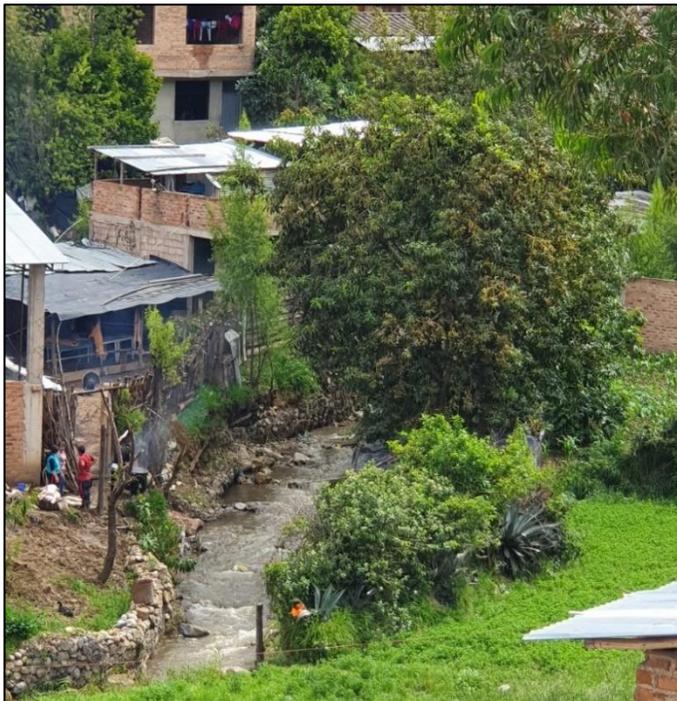


Encuesta realizada en la zona media del tramo de la investigación.

- Vivienda de adobe.
- Hora: 11:30 am.
- Fecha: 16/02/2019.
- Con 5 m de cercanía al cauce del río.
- Riesgo muy alto.

**Figura 21**

*Construcción de viviendas sin respetar la faja marginal.*



➤ Material: Vivienda de construcción mixta ya que en la parte frontal es de albañilería simple, y la parte posterior es de tabiquería de madera.

➤ Coordenadas (Este: 773076.42; Norte: 9208137.37) con fecha: 10/03/2019.

➤ El tipo de suelo que se aprecia en el aplazamiento de la vivienda es un suelo no cohesivo, heterogéneo y muy erosionado.

➤ Riesgo muy alto.

**Figura 22**

*Colmatación del río San Lucas sector Lucmacucho.*



- Se encuentra en la parte baja del tramo del río.
- Coordenadas (Este: 773253.03; Norte: 9208273.04), con fecha: 10/03/2019.
- Viviendas con 4 m y 1m de cercanía al cauce del río,
- Riesgo alto.
- Material de construcción de las viviendas de adobe y ladrillo.

**Figura 23**

*Actividades en el cauce del río San Lucas sector Lucmacucho por detergentes.*



En la parte alta de la microcuenca con coordenadas (Este: 772902.07; Norte: 9208007.95) y fecha 10/03/2019, la población genera prácticas de lavado de ropa utilizando detergentes (jabón, hace, lejía, etc.) esto generando la contaminación del agua en la cuenca media y baja, además el margen izquierdo cuenta con muro de contención protegiendo a las viviendas que son de material noble encontrándose menos vulnerables, en el margen derecho está con protección ribereña dando una mejor condición al suelo.

## Figura 24

*Descarga de residuos sólidos y aguas residuales en el río San Lucas sector Lucmacucho.*



Se observa que las practicas inadecuadas producidas por la actividad humana, como descargar sus aguas residuales y residuos sólidos al cauce provocando ya una contaminación al río tomado en la fecha 07/12/2019, estos vertidos contribuyen a modificar las características de calidad del agua que es transportada por este río generando un impacto directo en este curso de agua natural, por ende la vulneración ambiental se ha contaminado al suelo, al agua y al aire, generando bacterias, hongos y virus, provocando enfermedades gastrointestinales, respiratorias y dermatológicas, además de la multiplicación de plagas de insectos.

## Figura 25

*Material de construcción de las viviendas asentadas en el cauce del río.*

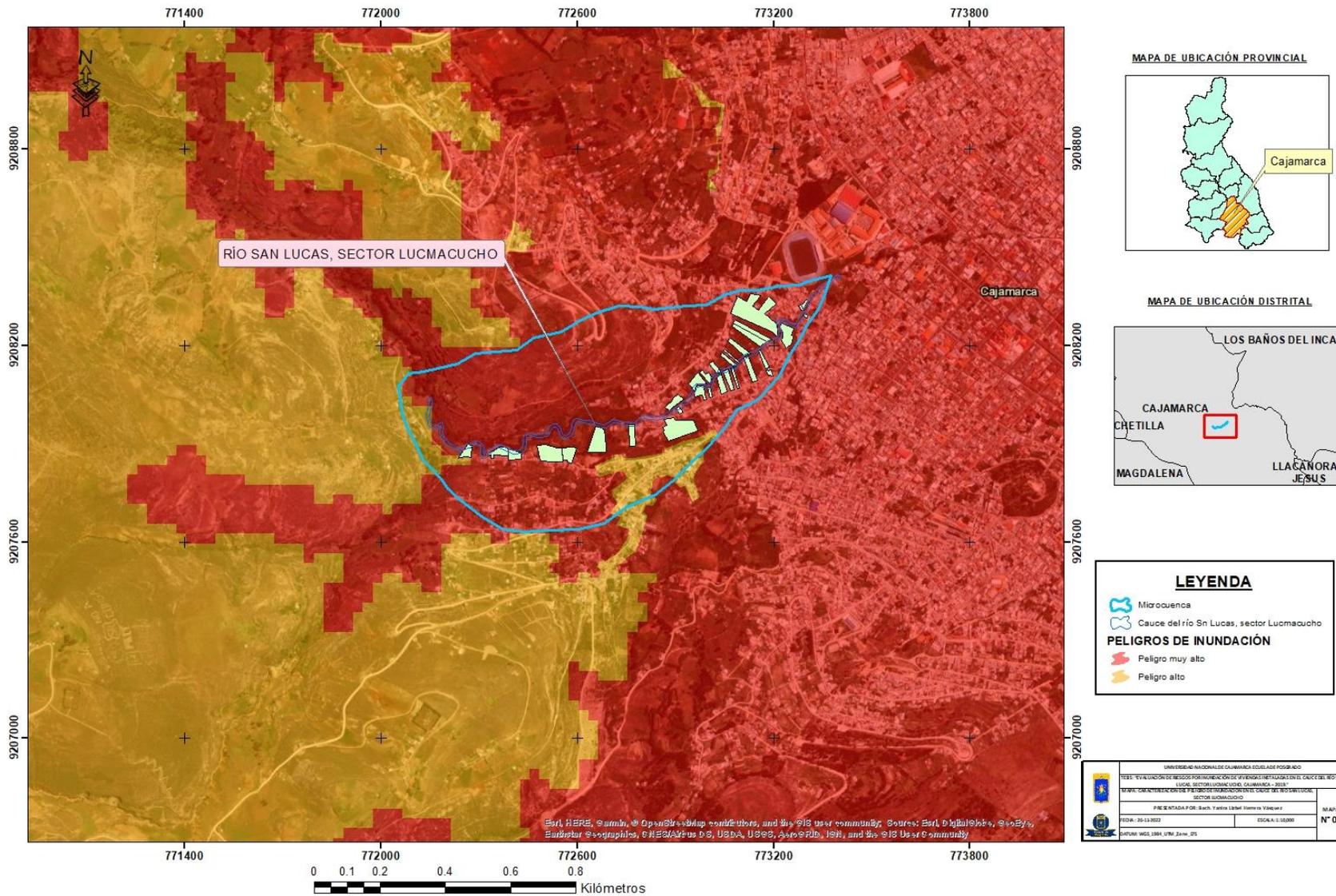


- Vivienda de material de chapas de madera.
- Cercanía al cauce del río a 1 m.
- Riesgo muy alto.
- Sin protección ribereña.
- Coordenadas:  
Este: 773262.64  
Norte: 9208280.20.
- Fecha: 10/03/2019.



- Vivienda de material de adobe.
- Con protección ribereña con especies forestales (molle).
- Muy cercana al cauce del río.
- Riesgo muy alto.
- Al margen derecho con muros de protección.
- Fecha: 10/03/2019.

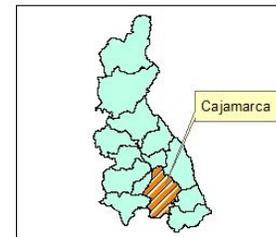
## CARACTERIZACIÓN DEL PELIGRO DE INUNDACIÓN EN EL CAUCE DEL RÍO SAN LUCAS, SECTOR LUCMACUCHO



# DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE LAS VIVIENDAS ASENTADAS EN EL CAUCE DEL RÍO SAN LUCAS, SECTOR LUCMACUCHO



MAPA DE UBICACIÓN PROVINCIAL



MAPA DE UBICACIÓN DISTRITAL

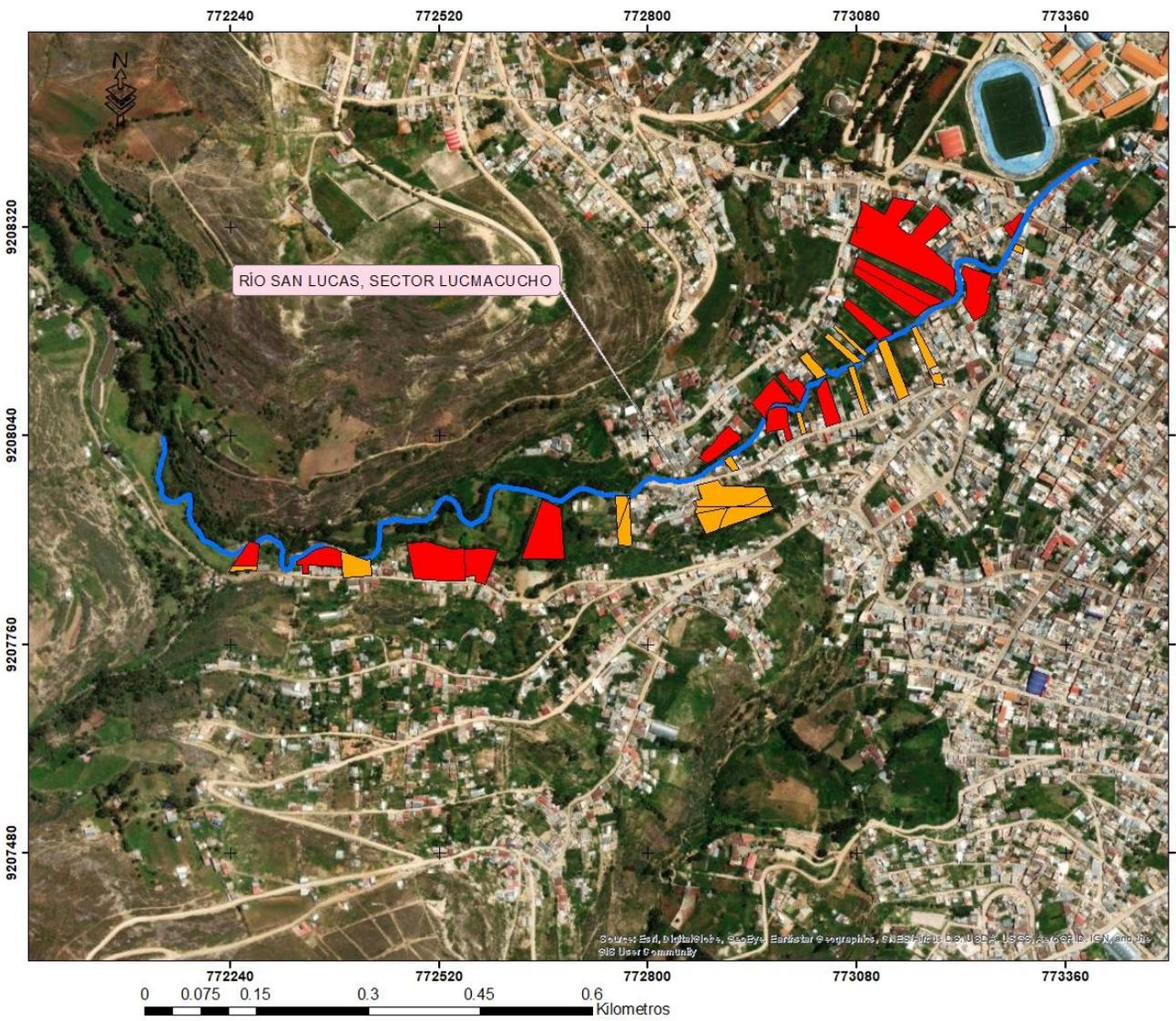


### LEYENDA

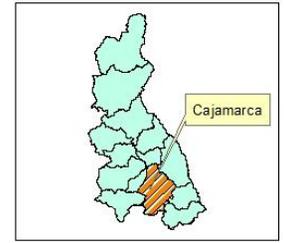
- Cauce del río San Lucas, sector Lucmacucho
- VULNERABILIDAD DE LAS VIVIENDAS**
- Vulnerabilidad muy alta
- Vulnerabilidad alta

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA DE POSTGRADO		MAPA N° 07
TÍTULO: "EVALUACIÓN DE RIESGOS POR INUNDACIÓN DE VIVIENDAS ASIENTADAS EN EL CAUCE DEL RÍO SAN LUCAS, SECTOR LUCMACUCHO, CAJAMARCA - 2019"		
MAPA DE DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE LAS VIVIENDAS ASIENTADAS EN EL CAUCE DEL RÍO SAN LUCAS, SECTOR LUCMACUCHO		
PRESENTADA POR: Bach. Yvonne Lisbeth Herrera Valdepeña		
FECHA: 15-11-2022	ESCALA: 1:5,000	
SISTEMA DE COORDENADAS: UTM, ZONA 18S		

**ANALIZAR EL RIESGO DE LAS VIVIENDAS ASENTADAS EN EL CAUCE DEL RÍO SAN LUCAS, SECTOR LUCMACUCHO**



MAPA DE UBICACIÓN PROVINCIAL



MAPA DE UBICACIÓN DISTRITAL



**LEYENDA**

- Cauce del río San Lucas, Sector Lucmacucho
- RIESGO DE LAS VIVIENDAS**
- Muy alto
- Alto

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - OFICINA DE POMBADO		MAPA N° 08
TÍTULO: "EVALUACIÓN DE RIESGOS POR INUNDACIÓN DE VIVIENDAS ASENTADAS EN EL CAUCE DEL RÍO SAN LUCAS, SECTOR LUCMACUCHO, CAJAMARCA - 2022"		
MAPA: ANÁLISIS DEL RIESGO DE LAS VIVIENDAS ASENTADAS EN EL CAUCE DEL RÍO SAN LUCAS, SECTOR LUCMACUCHO		
PRESENTADA POR: Bach. Yandra Lucibel Herrera Viqueo		
FECHA: 20-12-2022	ESCALA: 1:5000	
DATUM: WGS 1984 UTM Zona 17S		

**Tabla 19**

*Encuesta aplicada a los pobladores de las viviendas instaladas en el cauce del río San Lucas, sector Lucmacucho, Cajamarca – 2019.*

Dimensiones	Parámetro	N° de Viviendas encuestadas																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Exposición Social	Grupo etario	Mayor a 1 y menor igual a 5 años	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
		Mayor a 5 y menor o igual a 18 años	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
		Mayor a 18 y menor o igual a 50 años	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1
		Mayor a 50 y menor o igual a 50 años	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
		Mayor a 60 años	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
		Dimensión social	Material de construcción de las edificaciones	Estera / cartón	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Madera	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Quincha (caña con barro)	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Adobe o tapia	0			0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
Ladrillo o bloque de cemento	1			1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
Fragilidad Social	Estado de conservación de las edificaciones		Muy malo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Malo	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Regular	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
			Bueno	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
			Muy bueno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Antigüedad de la construcción de las edificaciones	De 40 a más	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	De 30 a 40 años	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	De 20 a 30 años	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1		
	De 10 a 20 años	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0		
	De 5 a 10 años	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	5 Pisos a más	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		









Población económica activa desocupada	Sin trabajo	0 0 0 1 1 1 0 1 1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0
	Trabajo una vez al año	1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 1 0 0 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1 0 0 1 0
	Trabajos temporales menores	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0
	Trabajos temporales continuos	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
	Trabajo permanentes	0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1
Ingreso familiar promedio mensual (nuevos soles )	> 3000	0 0
	> 1200 - <= 3000	0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1
	> 264 <= 1200	0 1 0 1 1 0 0 1 1 1 1 0 0 1 0 1 1 1 0 0 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0
	> 149 - <= 264	1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 1 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0
	<= 149	0 0
Resiliencia económica	Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran índices de gestión deficientes y trabajo poco coordinado.	1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1
	Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran algunos índices de gestión de eficiencia pero en casos aislados.	0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0
	Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran algunos índices de gestión de eficiencia.	0 0
	Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran índices interesantes de gestión de eficiencia.	0 0
	Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran índices altos de gestión de eficiencia.	0 0
Deforestación	Áreas sin vegetación.	1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 0 1 0 1 1 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0
	Áreas de cultivo.	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 1 0 0 1 1 1 1 0 1 1

		Tierras dedicadas al cultivo de pastos para fines de alimentación de animales menores y ganado.	0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0
		Otras tierras con árboles. Tierras clasificadas como "otras tierras" que se extienden por más de 0.5 hectáreas con una cubierta de dosel al 10% de árboles capaces de alcanzar una altura de 5 m en la madurez.	0 0
	Exposición Ambiental	Bosques. Tierras que se extienden por más de 0.5 hectáreas dotadas de árboles de una altura superior a 5 m y una cubierta de dosel superior al 10 %, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ. No incluye la tierra sometida a un uso predominantemente agrícola o urbano.	0 0
		Erosión provocada por las lluvias: pendientes pronunciadas y terrenos montañosos, lluvias estacionales y el fenómeno El Niño.	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0
	Dimensión ambiental	Pérdida de suelo	
		Deforestación agravada, uso indiscriminado de suelos, expansión urbana, sobrepastoreo.	0 1 0 1 0 1 1 1 1 0 0 1 0 1 1 1 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0
		Protección inadecuada en los márgenes de corrientes de agua en ámbitos geográficos extensos.	1 0 1 0 1 0 0 1 0 0 1 1 0 0 0 0 0 1 0 0 1 0 0 0 0 1 1 1 0 1
		Longitud de la pendiente del suelo, relaciona las pérdidas de un campo de	0 0



---

considerados básicos  
propios del lugar de  
estudio.

---

Prácticas negligentes  
periódicas o estacionales  
de degradación en el cauce  
y márgenes del río u otro  
continente de agua  
(deterioro en el  
consumo/uso  
indiscriminado de los  
suelos, recursos  
forestales).

0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0 1 0 1 1 0 0 0 1 0 1 0 0 0 1 0 0 1 0 0 1 0 1

---

Prácticas de degradación  
del cauce y márgenes del  
río u otro continente de  
agua (deterioro en el  
consumo/uso  
indiscriminado de los  
suelos, recursos forestales)  
sin asesoramiento técnico  
capacitado. Pero las  
actividades son de baja  
intensidad.

0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0 0 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0

---

Prácticas de consumo/uso  
del cauce y márgenes del  
río u otro continente de  
agua (suelo y recursos  
forestales) con  
asesoramiento técnico  
capacitado bajo criterios de  
sostenibilidad.

0 0

---

Prácticas de consumo/uso  
del cauce y márgenes del  
río u otro continente de  
agua con asesoramiento  
técnico permanente bajo  
criterios de sostenibilidad  
económica y ambiental.

0 0

---

Conocimiento y cumplimiento de normatividad ambiental	Desconoce la existencia de normatividad en tema de conservación ambiental.	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0
	No cumple la normatividad en tema de conservación ambiental	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
	Cumple parcialmente la normatividad en temas de conservación ambiental.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	Cumple mayoritariamente las normatividad en temas de conservación ambiental.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Respeto y cumple totalmente la normatividad en temas de conservación ambiental.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Resiliencia ambiental	La población en su totalidad ha perdido los conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	
	Algunos pobladores poseen y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	Parte de la población posee y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	La población mayoritariamente posee y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	La población en su totalidad posee y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

---

sostenible sus recursos naturales.

---

No recibe y/o desarrolla capacitaciones en temas de conservación ambiental. 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1 1 1 1

---

Está escasamente capacitada en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura escasa. 0 0 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 1 0 0 0 0 1 0 1 0 0 0 0

---

Capacitación en temas de conservación ambiental Se capacita con regular frecuencia en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura parcial. 0

---

Se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura mayoritaria. 0

---

Se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura total recursos naturales. 0

---

**Tabla 20**

*Dimensión social, utilizando el Método de Análisis Jerárquico conocido como el Método de Saaty.*

Dimensiones	Ponderación	Parámetro	Ponderación	Parámetro	Ponderación	Parámetro	Ponderación	N° de Viviendas																
								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
	0.71	Exposición Social	GRUPO ETARIO	1.00	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	0.407	0	0	0	0	0.1966132	0.1966	0.1966	0.19661	0	0	0.1966	0	0.1966	0	0			
					De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	0.333	0.1607	0	0	0	0	0	0	0	0.1607	0.1607	0	0	0	0	0.1607	0.1607		
					De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	0.149	0	0.0720	0.0720	0.072	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.072	0	0	0	
					De 15 a 30 años	0.074	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
					De 30 a 50 años	0.037	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0.21	Fragilidad Social	MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DE LAS EDIFICACIONES	0.53	Estera / cartón	0.478	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
					Madera	0.279	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
					Quincha (caña con barro)	0.124	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
					Adobe o tapia	0.086	0	0	0	0	0.0065272	0	0.0065	0.00653	0	0.0065	0.0065	0	0	0	0	0	0	
					Ladrillo o bloque de cemento	0.033	0.0025	0.0025	0.00254	0.0025	0	0.0025	0	0	0.0025	0	0	0.0025	0	0	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
					ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	0.28	Muy malo	0.428	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
							Malo	0.282	0	0	0	0	0.0114028	0	0	0	0	0	0	0.0114	0	0	0	0
							Regular	0.174	0	0	0	0	0	0	0.007	0.007	0.00704	0	0	0.007	0	0	0	0
							Bueno	0.084	0.0034	0.0034	0.00341	0.0034	0	0	0	0	0.0034	0	0	0.0034	0	0.0034	0.0034	0.0034
					ANTIGÜEDAD DE CONSTRUCCIÓN DE LA EDIFICACIÓN	0.13	Muy bueno	0.031	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			De 40 a más	0.499			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0096	0	0	0		
			De 30 a 40 años	0.215			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0041	0	0	0		
			De 20 a 30 años	0.175			0	0.0033	0	0.0033	0.0033454	0	0	0.00335	0.0033	0	0	0.0033	0	0.0033	0.0033	0.0033	0	
			CONFIGURACIÓN DE ELEVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES	0.05	De 10 a 20 años	0.078	0.0015	0	0.0015	0	0	0	0.0015	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
					De 5 a 10 años	0.032	0	0	0	0	0	0.0006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
					5 Pisos a más	0.460	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
					4 Pisos	0.277	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
			CAPACITACIÓN EN TEMAS DE GESTIÓN DEL RIESGO	0.45	3 Pisos	0.147	0.0010	0	0.00103	0	0	0	0	0	0	0	0.001	0	0	0.001	0.001	0		
					2 Pisos	0.071	0	0.0005	0	0.0005	0	0.0005	0.0005	0	0	0.0005	0.0005	0	0	0.0005	0	0		
					1 Pisos	0.046	0	0	0	0	0.0003186	0	0	0.00032	0	0	0	0	0	0	0	0		
					0.45	No cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en tema concernientes a gestión de riesgo.	0.477	0.0116	0.0116	0	0.0116	0.0116347	0.0116	0.0116	0.01163	0	0.0116	0.0116	0	0.0116	0.0116	0		
						Está escasamente capacitada en temas concernientes a Gestión de Riesgos, siendo su difusión y cobertura escasa.	0.278	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
						Se capacita con regular frecuencia en temas concernientes a Gestión de Riesgos, siendo su difusión y cobertura mayoritaria.	0.154	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0038	0	0	0	0	0	0.0038
Se capacita constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgos, siendo su difusión y cobertura total.						0.059	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Dimensión social	0.68	Resiliencia Social	0.08		Se capacita constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgos actualizándose participando en simulacros, siendo su difusión y cobertura total.	0.031	0	0	0.00076	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
				CONOCIMIENTO LOCAL SOBRE OCURRENCIA PASADA DE DESASTRES	0.30	Existe desconocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres.	0.447	0	0.0073	0	0	0.0072727	0.0073	0.0073	0.00727	0	0.0073	0.0073	0	0.0073	0.0073	0.0073	
						Existe un escaso conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres.	0.278	0	0	0	0.0045	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
						Existe un regular conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres.	0.159	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0026	0	0	0	0	0	0
						La mayoría de población tiene conocimientos sobre las causas y consecuencias de los desastres.	0.077	0.0013	0	0.00125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0013	0	0	0
						Toda la población tienen conocimientos sobre las causas y consecuencias de los desastres.	0.039	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				ACTITUD FRENTE AL RIESGO	0.15	Actitud fatalista, conformista y con desidia.	0.453	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
						Actitud escasamente previsor.	0.286	0	0	0	0.0023	0.0022991	0.0023	0.0023	0.0023	0.0023	0.0023	0.0023	0	0.0023	0.0023	0.0023	
						Actitud parcialmente previsor, asumiendo el riesgo, sin implementación de medidas para prevenir riesgo.	0.156	0	0.0013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
						Actitud parcialmente previsor, asumiendo el riesgo e implementando escasas medidas para prevenir riesgo.	0.069	0	0	0.00056	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
						Actitud previsor, implementando diversas medidas para prevenir el riesgo.	0.036	0.0003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0003	0	0	0	0
				No hay difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo.	0.392	0.0014	0	0.00139	0.0014	0.0013857	0	0	0	0	0	0.0014	0	0.0014	0.0014				

CAMPAÑA DE DIFUSIÓN	0.07	Difusión masiva y poco frecuente en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo.	0.164	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0006	0	0	0	
		Difusión masiva y frecuente en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo.	0.083	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Difusión masiva y frecuente en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo, existiendo el conocimiento y participación total de la población y autoridades.	0.035	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EXISTENCIA DE NORMATIVIDAD POLÍTICA Y LOCAL	0.04	El soporte legal que ayuda a la reducción del riesgo del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio genera efectos negativos a su	0.485	0	0.0011	0	0	0	0	0	0	0.0011	0	0	0	0.0011	0	0	
		El soporte legal del territorio que ayude a la reducción de riesgos del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio se presenta en casi todo el territorio.	0.256	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		El soporte legal del territorio que ayuda a la reducción del riesgo del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio se cumple ocasionalmente.	0.128	0.0003	0	0.00028	0	0.0002785	0.0003	0.0003	0.00028	0	0.0003	0.0003	0.0003	0	0.0003	0.0003	
		El soporte legal del territorio que ayude a la reducción del riesgo del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio se cumple regularmente.	0.072	0	0	0	0.0002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		El soporte legal del territorio que ayude a la reducción del riesgo del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio se llega a cumplir de manera estricta.	0.059	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Dimensiones	Ponderación	Parámetro	Ponderación	Parámetro	Ponderación	Parámetro	Ponderación	N° de Viviendas																		
								16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30				
		Exposición Social	0.71	GRUPO ETARIO	1.00	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	0.407	0	0	0	0.1966	0.1966	0	0.1966	0.19661	0.19661	0.197	0	0	0	0	0				
						De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	0.333	0	0	0	0	0	0.1607	0	0	0	0	0	0	0.1607	0	0	0	0		
De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	0.149					0.072	0.072	0.072019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.072	0	0.072	0.072	0.072	0.072			
De 15 a 30 años	0.074					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
De 30 a 50 años	0.037					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		Fragilidad Social	0.21	MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DE LAS EDIFICACIONES	0.53	Estera / cartón	0.478	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
						Madera	0.279	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
						Quincha (caña con barro)	0.124	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
						Adobe o tapia	0.086	0.0065	0.0065	0.0065	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0065	0.0065	0	0	0		
						Ladrillo o bloque de cemento	0.033	0	0	0.002539	0	0.0025	0.0025	0.0025	0.00254	0.00254	0.003	0.0025	0	0	0.0025	0	0	0.0025	0.0025	
						ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	0.28	Muy malo	0.428	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
								Malo	0.282	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
								Regular	0.174	0.007	0.007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007	0.007	0	0	0
								Bueno	0.084	0	0	0.003405	0.0034	0.0034	0.0034	0.0034	0.00341	0.00341	0.003	0.0034	0	0	0.0034	0.0034	0	0
								Muy bueno	0.031	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		ANTIGÜEDAD DE CONSTRUCCIÓN DE LA EDIFICACIÓN	0.13	De 40 a más	0.499	0	0	0	0	0.0096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
				De 30 a 40 años	0.215	0.0041	0.0041	0	0	0	0.0041	0.0041	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
				De 20 a 30 años	0.175	0	0	0.003345	0.0033	0	0	0	0.00335	0.00335	0.003	0.0033	0	0	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033				
				De 10 a 20 años	0.078	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0015	0.0015	0	0					
		CONFIGURACIÓN DE ELEVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES	0.05	5 Pisos a más	0.460	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
				4 Pisos	0.277	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
				3 Pisos	0.147	0	0	0.001027	0	0.001	0.001	0	0	0.00103	0	0.001	0	0	0.001	0.001	0.001	0.001				
				2 Pisos	0.071	0.0005	0.0005	0	0.0005	0	0	0.0005	0.0005	0	5E-04	0	0.0005	0.0005	0	0	0	0				
				1 Pisos	0.046	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
						CAPACITACIÓN EN TEMAS DE GESTIÓN DEL RIESGO	0.45	No cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en tema concernientes a gestión de riesgo.	0.477	0.0116	0.0116	0.011635	0	0.0116	0	0.0116	0.01163	0.01163	0	0.0116	0.0116	0.0116	0.0116	0.0116		
Está escasamente capacitada en temas concernientes a Gestión de Riesgos, siendo su difusión y cobertura escasa.	0.278							0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Se capacita con regular frecuencia en temas concernientes a Gestión de Riesgos, siendo su difusión y cobertura mayoritaria.	0.154							0	0	0	0	0	0.0038	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Se capacita constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgos, siendo su difusión y cobertura total.	0.059							0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Dimensión social	0.68	Resiliencia Social	0.08		Se capacita constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgos actualizándose participando en simulacros, siendo su difusión y cobertura total.	0.031	0	0	0	0.0008	0	0	0	0	0	8E-04	0	0	0	0	0			
				CONOCIMIENTO LOCAL SOBRE OCURRENCIA PASADA DE DESASTRES	0.30	Existe desconocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres.	0.447	0	0.0073	0.007273	0.0073	0	0.0073	0	0.00727	0.00727	0	0	0.0073	0.0073	0.0073	0.0073	0.0073	0.0073
						Existe un escaso conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres.	0.278	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.005	0	0	0	0	0	0
						Existe un regular conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres.	0.159	0.0026	0	0	0	0	0	0.0026	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
						La mayoría de población tiene conocimientos sobre las causas y consecuencias de los desastres.	0.077	0	0	0	0	0.0013	0	0	0	0	0	0	0.0013	0	0	0	0	0
						Toda la población tienen conocimientos sobre las causas y consecuencias de los desastres.	0.039	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				ACTITUD FRENTE AL RIESGO	0.15	Actitud fatalista, conformista y con desidia.	0.453	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
						Actitud escasamente previsor.	0.286	0.0023	0.0023	0.002299	0.0023	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0023
						Actitud parcialmente previsor, asumiendo el riesgo, sin implementación de medidas para prevenir riesgo.	0.156	0	0	0	0	0	0.0013	0.0013	0.00126	0.00126	0.001	0	0.0013	0.0013	0.0013	0	0	
						Actitud parcialmente previsor, asumiendo el riesgo e implementando escasas medidas para prevenir riesgo.	0.069	0	0	0	0	0.0006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
						Actitud previsor, implementando diversas medidas para prevenir el riesgo.	0.036	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0003	0	0	0	0	0	
						No hay difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo.	0.392	0.0014	0.0014	0.001386	0	0	0.0014	0.0014	0	0.00139	0	0	0.0014	0	0.0014	0		

CAMPAÑA DE DIFUSIÓN	0.07	Escasa difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo.	0.325	0	0	0	0	0.0012	0	0	0.00115	0	0.001	0.0012	0	0.0012	0	0		
		Difusión masiva y poco frecuente en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo.	0.164	0	0	0	0.0006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0006	
		Difusión masiva y frecuente en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo.	0.083	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Difusión masiva y frecuente en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo, existiendo el conocimiento y participación total de la población y autoridades .	0.035	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
EXISTENCIA DE NORMATIVIDAD POLÍTICA Y LOCAL	0.04	El soporte legal que ayuda a la reducción del riesgo del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio genera efectos negativos a su	0.485	0	0	0.001055	0	0.0011	0.0011	0	0	0	0	0.0011	0	0	0.0011	0		
		El soporte legal del territorio que ayude a la reducción de riesgos del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio se presenta en casi todo el territorio.	0.256	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		El soporte legal del territorio que ayuda a la reducción del riesgo del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio se cumple ocasionalmente.	0.128	0.0003	0	0	0.0003	0	0	0.0003	0.00028	0.00028	0	0	0.0003	0	0	0.0003	0	0.0003
		El soporte legal del territorio que ayude a la reducción del riesgo del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio se cumple regularmente.	0.072	0	0.0002	0	0	0	0	0	0	0	0	2E-04	0	0	0.0002	0	0	
		El soporte legal del territorio que ayude a la reducción del riesgo del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio se llega a cumplir de manera estricta.	0.059	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

**Tabla 21**

*Dimensión económica, utilizando el Método de Análisis Jerárquico conocido como el Método de Saaty.*

Dimensiones	Ponderación	Parámetro	Ponderación	Parámetro	Ponderación	Parámetro	Ponderación	N° de Viviendas																
								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Dimensión económica	0.22	Fragilidad económica	0.3	LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	0.53	Muy cercana 0 m - 10 m	0.448	0.0157	0	0.01571	0.0157	0.0157127	0	0	0.01571	0	0	0	0	0.0157	0.0157	0		
						Cercana 10 – 20 m	0.299	0	0	0	0	0	0.0105	0.0105	0	0	0.0105	0	0.0105	0	0.0105	0	0	0
						Medianamente cerca 20 – 30 m	0.148	0	0.0052	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0052	0	0	0	0	0.0052
						Alejada 30 – 40 m	0.065	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0023	0	0	0	0	0	0	0
						Muy alejada > 50 m	0.040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				SERVICIO BÁSICO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO	0.37	> 75% del servicio expuesto	0.482	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				> 50% y ≤ 75% del servicio expuesto		0.253	0.0061	0	0.00611	0.0061	0.006114	0	0	0.00611	0	0	0	0	0	0.0061	0.0061	0		
				> 25% y ≤ 50% del servicio expuesto		0.152	0	0	0	0	0	0.0037	0.0037	0	0	0.0037	0	0.0037	0	0.0037	0	0	0	
				> 10% y ≤ 25% del servicio expuesto		0.074	0	0.0018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0018	0	0	0	0.0018		
				ÁREA AGRÍCOLA	0.10	> y ≤ 10% del servicio expuesto	0.039	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0009	0	0	0	0	0	0	
				> 75% del servicio expuesto		0.490	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
				> 50% y ≤ 75% del servicio expuesto		0.268	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
				> 25% y ≤ 50% del servicio expuesto		0.139	0.0009	0.0009	0	0.0009	0	0.0009	0	0	0.0009	0.0009	0	0	0.0009	0.0009	0	0	0.0009	
				POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA DESOCUPADA	0.69	> 10% y ≤ 25% del servicio expuesto	0.064	0	0	0.00043	0	0.0004318	0	0	0.00043	0	0	0.00043	0	0	0.0004	0	0	0.0004
				> y ≤ 10% del servicio expuesto		0.038	0	0	0	0	0	0	0.0003	0	0	0	0	0	0	0.0003	0	0	0	
	Sin trabajo	0.397	0	0		0	0.0419	0.0418512	0.0419	0	0.04185	0.0419	0.0419	0	0	0	0	0	0	0.0419				
	Trabajo una vez al año	0.339	0.0357	0.0357		0	0	0	0	0.0357	0	0	0	0.0357	0	0.0357	0	0.0357	0	0				
	INGRESO FAMILIAR PROMEDIO MENSUAL (nuevos soles )	0.22	Trabajos temporales menores	0.148	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
	Trabajos temporales continuos		0.081	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0085	0				
	Trabajo permanentes		0.036	0	0	0.00381	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0038	0	0				
	> 3000		0.429	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
	ORGANIZACIÓN Y CAPACITACIÓN INSTITUCIONAL	0.09	> 1200 <= 3000	0.298	0	0	0.01013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0101	0	0				
	> 264 <= 1200		0.162	0	0.0055	0	0.0005	0.0055015	0	0	0.0055	0.0055	0.0055	0.0055	0	0	0.0055	0	0					
	> 149 <= 264		0.076	0.0026	0	0	0	0	0.0026	0.0026	0	0	0	0	0	0	0	0.0026	0	0.0026				
	<= 149		0.035	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran índices de gestión deficientes y trabajo poco coordinado.		0.397	0.0057	0.0057	0.00568	0	0.005682	0.0057	0.0057	0.00568	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0				
	Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran algunos índices de gestión de eficiencia pero en casos aislados.	0.339	0	0	0	0.0049	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0049					
	Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran algunos índices de gestión de eficiencia.	0.148	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran índices interesantes de gestión de eficiencia.	0.081	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran índices altos de gestión de eficiencia.	0.036	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					

Dimensiones	Ponderación	Parámetro	Ponderación	Parámetro	Ponderación	Parámetro	Ponderación	N° de Viviendas																		
								16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30				
Dimensión económica	0.22	Fragilidad económica	0.3	LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	0.53	Muy cercana 0 m - 10 m	0.448	0.0157	0.0157	0	0	0.0157	0.0157	0	0	0.01571	0.016	0	0.0157	0	0.0157	0				
						Cercana 10 – 20 m	0.299	0	0	0	0.0105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
						Medianamente cerca 20 – 30 m	0.148	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00521	0	0	0	0	0	0	0.0052	0	0	
						Alejada 30 – 40 m	0.065	0	0	0.002293	0	0	0	0	0.0023	0	0	0	0.0023	0	0	0	0	0	0	0.0023
						Muy alejada > 50 m	0.040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				SERVICIO BÁSICO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO	0.37	> 75% del servicio expuesto	0.482	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
						> 50% y ≤ 75% del servicio expuesto	0.253	0.0061	0.0061	0	0	0.0061	0.0061	0	0	0.00611	0.006	0	0.0061	0	0.0061	0	0.0061	0		
						> 25% y ≤ 50% del servicio expuesto	0.152	0	0	0	0.0037	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
						> 10% y ≤ 25% del servicio expuesto	0.074	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00179	0	0	0	0	0.0018	0	0	0		
						> y ≤ 10% del servicio expuesto	0.039	0	0	0.000941	0	0	0	0.0009	0	0	0	0.0009	0	0	0	0	0	0.0009		
				ÁREA AGRÍCOLA	0.10	> 75% del servicio expuesto	0.490	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
						> 50% y ≤ 75% del servicio expuesto	0.268	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
						> 25% y ≤ 50% del servicio expuesto	0.139	0.0009	0.0009	0	0	0	0.0009	0	0	0.00094	0	0.0009	0	0	0.0009	0	0.0009	0.0009		
						> 10% y ≤ 25% del servicio expuesto	0.064	0	0	0.000432	0.0004	0	0	0	0.00043	0	0	0	0.0004	0.0004	0	0	0			
						> y ≤ 10% del servicio expuesto	0.038	0	0	0	0	0.0003	0	0.0003	0	0	3E-04	0	0	0	0	0	0			
	0.7	Resiliencia económica	POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA DESOCUPADA	0.69	Sin trabajo	0.397	0	0	0	0	0	0	0.0419	0.04185	0	0	0	0	0	0	0					
					Trabajo una vez al año	0.339	0.0357	0	0.035746	0.0357	0.0357	0.0357	0	0	0.03575	0	0.0357	0	0.0357	0	0.0357	0				
					Trabajos temporales menores	0.148	0	0.0156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0156	0.0156	0	0				
					Trabajos temporales continuos	0.081	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
					Trabajo permanentes	0.036	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.004	0	0	0	0	0.0038				
			INGRESO FAMILIAR PROMEDIO MENSUAL (nuevos soles )	0.22	> 3000	0.429	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
					> 1200 <= 3000	0.298	0	0	0	0.0101	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0.0101				
					> 264 <= 1200	0.162	0.0055	0.0055	0.005502	0	0	0.0055	0.0055	0.0055	0.0055	0.0055	0	0.0055	0	0	0	0				
					> 149 <= 264	0.076	0	0	0	0	0.0026	0	0	0	0	0	0	0	0.0026	0.0026	0.0026	0				
					<= 149	0.035	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
			ORGANIZACIÓN Y CAPACITACIÓN INSTITUCIONAL	0.09	Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran índices de gestión deficientes y trabajo poco coordinado.	0.397	0.0057	0.0057	0.005682	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.00568	0.00568	0.006	0	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057					
					Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran algunos índices de gestión de eficiencia pero en casos aislados.	0.339	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0049	0	0	0	0					
					Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran algunos índices de gestión de eficiencia.	0.148	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
					Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran índices interesantes de gestión de eficiencia.	0.081	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
					Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran índices altos de gestión de eficiencia.	0.036	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					

**Tabla 22**

*Dimensión ambiental, utilizando el Método de Análisis Jerárquico conocido como el Método de Saaty.*

Dimensiones	Ponderación	Parámetro	Ponderación	Parámetro	Ponderación	Parámetro	Ponderación	N° de Viviendas																					
								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15							
Exposición Ambiental	0.72	Ambiental	0.72	DEFORESTACIÓN	0.62	Áreas sin vegetación.	0.480	0.0214	0.0214	0.02141	0.0214	0.0214108	0	0.0214	0.02141	0.0214	0.0214	0	0.0214	0	0.0214	0							
						Áreas de cultivo.	0.240	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0107	0	0				
						Tierras dedicadas al cultivo de pastos para fines de alimentación de animales menores y ganado.	0.175	0	0	0	0	0	0.0078	0	0	0	0	0.0078	0	0	0	0	0	0	0	0.0078	0		
						Otras tierras con árboles. Tierras clasificadas como "otras tierras" que se extienden por más de 0.5 hectáreas con una cubierta de dosel al 10% de árboles capaces de alcanzar una altura de 5 m en la madurez.	0.069	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
						Bosques. Tierras que se extienden por más de 0.5 hectáreas dotadas de árboles de una altura superior a 5 m y una cubierta de dosel superior al 10 %, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ. No incluye la tierra sometida a un uso predominantemente agrícola o urbano.	0.036	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				PÉRDIDA DE SUELO	0.28	Erosión provocada por las lluvias: pendientes pronunciadas y terrenos montañosos, lluvias estacionales y el fenómeno El Niño.	0.478	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0098	0		
						Deforestación agravada, uso indiscriminado de suelos, expansión urbana, sobrepastoreo.	0.278	0	0.0057	0	0.0057	0	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0	0	0.0057	0.0057	0	0	0.0057	0	0.0057	0	0.0057	
						Protección inadecuada en los márgenes de corrientes de agua en ámbitos geográficos extensos.	0.131	0.0027	0	0.00268	0	0.0026815	0	0	0.00268	0	0	0.0027	0.0027	0	0	0.0027	0.0027	0	0	0	0	0	0
						Longitud de la pendiente del suelo, relaciona las pérdidas de un campo de cultivo de pendiente y longitud conocida.	0.078	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
						Factor cultivo y contenido en sale ocasiona pérdidas por desertificación.	0.035	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				PÉRDIDA DE AGUA	0.10	Agricultura, demanda agrícola y pérdida por contaminación de aguas superficiales y subterráneas.	0.461	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0032	0.0032	0	0.0032	0	0.0032	0		
						Prácticas de consumo poblacional/fugas en redes de distribución, uso indiscriminado en riego de suelos de cultivo.	0.283	0.002	0.002	0	0	0.0019535	0	0.002	0	0.002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.002	
						Consumo industrial y minero, pérdidas por evaporación, fugas y otros.	0.154	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
						Pérdidas por técnicas inadecuadas de riego y canales de transporte en tierra.	0.066	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
										Prácticas de uso del cauce y márgenes del río en graves problemas de conservación y mantenimiento.	0.036	0	0	0.00025	0.0002	0	0.0002	0	0.00025	0	0.0002	0	0	0.0002	0	0	0		

Dimensión ambiental	0.10	Fragilidad Ambiental	0.21	CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DEL SUELO	Volcánico Huambos	0.415	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
					Casco urbano	0.308	0.0026	0.0026	0.00258	0.0026	0.0025836	0.0026	0.0026	0.00258	0.0026	0.0026	0.0026	0.0026	0.0026	0.0026	0.0026	0.0026	
					Formación Farrat	0.160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
					Formación Pariatambo	0.084	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
					Formación Chulec	0.034	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				EXPLOTACIÓN DE RECURSOS NATURALES	0.60	Prácticas negligentes e intensas de degradación en el cauce y márgenes del río u otro continente de agua (deterioro en el consumo/ uso indiscriminado de los suelos, recursos forestales), entre otros considerados básicos propios del lugar de estudio.	0.514	0.0065	0.0065	0.00647	0.0065	0.0064722	0.0065	0.0065	0	0	0	0	0	0.0065	0	0	
						Prácticas negligentes periódicas o estacionales de degradación en el cauce y márgenes del río u otro continente de agua (deterioro en el consumo/uso indiscriminado de los suelos, recursos forestales).	0.258	0	0	0	0	0	0	0	0.00325	0	0.0033	0	0.0033	0	0.0033	0.0033	
						Prácticas de degradación del cauce y márgenes del río u otro continente de agua (deterioro en el consumo/uso indiscriminado de los suelos, recursos forestales) sin asesoramiento técnico capacitado. Pero las actividades son de baja intensidad.	0.122	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0015	0	0.0015	0	0	0	0	0
						Prácticas de consumo/uso del cauce y márgenes del río u otro continente de agua (suelo y recursos forestales) con asesoramiento técnico capacitado bajo criterios de sostenibilidad.	0.070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
						Prácticas de consumo/uso del cauce y márgenes del río u otro continente de agua con asesoramiento técnico permanente bajo criterios de sostenibilidad económica y ambiental.	0.036	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Resiliencia ambiental	0.07	CONOCIMIENTO Y CUMPLIMIENTO DE NORMATIVIDAD AMBIENTAL	0.65	Desconoce la existencia de normatividad en tema de conservación ambiental.	0.455	0.0021	0.0021	0	0.0021	0.0020722	0.0021	0.0021	0.00207	0.0021	0.0021	0	0.0021	0.0021	0			
				No cumple la normatividad en tema de conservación ambiental.	0.270	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0012	
				Cumple parcialmente la normatividad en temas de conservación ambiental.	0.158	0	0	0.00072	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0007	0	0	0	0
				Cumple mayoritariamente las normatividad en temas de conservación ambiental.	0.082	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				Respeto y cumple totalmente la normatividad en temas de conservación ambiental.	0.034	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				La población en su totalidad ha perdido los conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	0.439	0.0007	0.0007	0.00071	0	0.0007073	0.0007	0.0007	0	0.0007	0.0007	0	0.0007	0.0007	0	0.0007	0.0007	0.0007
	0.23	CONOCIMIENTO ANCESTRAL PARA LA EXPLOTACIÓN SOSTENIBLE DE SUS RECURSOS NATURALES	Algunos pobladores poseen y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	0.292	0	0	0	0.0005	0	0	0	0.00047	0	0	0.0005	0	0	0	0	0		
			Parte de la población posee y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	0.163	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			La población mayoritariamente posee y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	0.069	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			La población en su totalidad posee y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	0.036	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			No recibe y/o desarrolla capacitaciones en temas de conservación ambiental.	0.494	0.0004	0.0004	0	0.0004	0.0004151	0	0.0004	0.00042	0.0004	0.0004	0.0004	0	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	
			Está escasamente capacitada en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura escasa.	0.267	0	0	0.00022	0	0	0.0002	0	0	0	0	0	0	0.0002	0	0	0	0	
	0.12	CAPACITACIÓN EN TEMAS DE CONSERVACIÓN AMBIENTAL	Se capacita con regular frecuencia en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura parcial.	0.145	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
			Se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura mayoritaria.	0.063	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
			Se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura total.s recursos naturales.	0.030	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Parámetro	Ponderación	Parámetro	Ponderación	Parámetro	Ponderación	N° de Viviendas																			
						16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30					
Exposición Ambiental	0.72	DEFORESTACIÓN	0.62	Áreas sin vegetación.	0.480	0.0214	0	0.021411	0.0214	0.0214	0	0.0214	0	0	0	0	0	0	0						
				Áreas de cultivo.	0.240	0	0.0107		0	0.0107	0	0	0.01069	0.011	0.0107	0.0107	0	0.0107	0	0.0107					
				Tierras dedicadas al cultivo de pastos para fines de alimentación de animales menores y ganado.	0.175	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00778	0	0	0	0	0.0078	0	0				
				Otras tierras con árboles. Tierras clasificadas como "otras tierras" que se extienden por más de 0.5 hectáreas con una cubierta de dosel al 10% de árboles capaces de alcanzar una altura de 5 m en la madurez.	0.069	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
				Bosques. Tierras que se extienden por más de 0.5 hectáreas dotadas de árboles de una altura superior a 5 m y una cubierta de dosel superior al 10 %, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ. No incluye la tierra sometida a un uso predominantemente agrícola o urbano.	0.036	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		PÉRDIDA DE SUELO	0.28			Erosión provocada por las lluvias: pendientes pronunciadas y terrenos montañosos, lluvias estacionales y el fenómeno El Niño.	0.478	0	0	0	0.0098	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0.0098	0			
						Deforestación agravada, uso indiscriminado de suelos, expansión urbana, sobrepastoreo.	0.278	0.0057	0.0057	0	0	0.0057	0	0.0057	0.00568	0.00568	0	0	0	0	0	0	0	0	
						Protección inadecuada en los márgenes de corrientes de agua en ámbitos geográficos extensos.	0.131	0	0	0.002681	0	0	0.0027	0	0	0	0	0	0.0027	0.0027	0.0027	0	0.0027	0	0.0027
						Longitud de la pendiente del suelo, relaciona las pérdidas de un campo de cultivo de pendiente y longitud conocida.	0.078	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
						Factor cultivo y contenido en sale ocasiona pérdidas por desertificación.	0.035	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		PÉRDIDA DE AGUA	0.10			Agricultura, demanda agrícola y pérdida por contaminación de aguas superficiales y subterráneas.	0.461	0	0	0	0	0.0032	0.0032	0	0	0.00319	0	0.0032	0	0.0032	0	0			
						Prácticas de consumo poblacional/fugas en redes de distribución, uso indiscriminado en riego de suelos de cultivo.	0.283	0	0.002	0	0.002	0	0	0	0.00195	0	0.002	0	0	0	0	0	0	0	
						Consumo industrial y minero, pérdidas por evaporación, fugas y otros.	0.154	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
						Pérdidas por técnicas inadecuadas de regadío y canales de transporte en tierra.	0.066	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
						Prácticas de uso del cauce y márgenes del río en graves problemas de conservación y mantenimiento.	0.036	0.0002	0	0.000248	0	0	0	0.0002	0	0	0	0	0	0.0002	0	0.0002	0.0002	0.0002	

Fragilidad Ambiental	0.21	CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DEL SUELO	0.40	Volcánico Huambos	0.415	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
				Casco urbano	0.308	0.0026	0.0026	0.002584	0.0026	0.0026	0.0026	0.0026	0.00258	0.00258	0.003	0.0026	0.0026	0.0026	0.0026	0.0026	0.0026				
				Formación Farrat	0.160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
				Formación Pariatambo	0.084	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
				Formación Chulec	0.034	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		EXPLOTACIÓN DE RECURSOS NATURALES	0.60			Prácticas negligentes e intensas de degradación en el cauce y márgenes del río u otro continente de agua (deterioro en el consumo/ uso indiscriminado de los suelos, recursos forestales), entre otros considerados básicos propios del lugar de estudio.	0.514	0	0.0065	0	0	0.0065	0	0.0065	0.00647	0.00647	0	0.0065	0.0065	0	0	0			
						Prácticas negligentes periódicas o estacionales de degradación en el cauce y márgenes del río u otro continente de agua (deterioro en el consumo/uso indiscriminado de los suelos, recursos forestales).	0.258	0	0	0	0.0033	0	0.0033	0	0	0	0.003	0	0	0.0033	0	0.0033	0	0.0033	
						Prácticas de degradación del cauce y márgenes del río u otro continente de agua (deterioro en el consumo/uso indiscriminado de los suelos, recursos forestales) sin asesoramiento técnico capacitado. Pero las actividades son de baja intensidad.	0.122	0.0015	0	0.001536	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0015	0	0	0
						Prácticas de consumo/uso del cauce y márgenes del río u otro continente de agua (suelo y recursos forestales) con asesoramiento técnico capacitado bajo criterios de sostenibilidad.	0.070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
						Prácticas de consumo/uso del cauce y márgenes del río u otro continente de agua con asesoramiento técnico permanente bajo criterios de sostenibilidad económica y ambiental.	0.036	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Resiliencia ambiental	0.07	CONOCIMIENTO Y CUMPLIMIENTO DE NORMATIVIDAD AMBIENTAL	0.65	Desconoce la existencia de normatividad en tema de conservación ambiental.	0.455	0.0021	0.0021	0.002072	0	0.0021	0.0021	0	0.00207	0.00207	0	0	0.0021	0.0021	0.0021	0		
				No cumple la normatividad en tema de conservación ambiental.	0.270	0	0	0	0	0	0	0.0012	0	0	0	0.0012	0	0	0	0	0	0
				Cumple parcialmente la normatividad en temas de conservación ambiental.	0.158	0	0	0	0.0007	0	0	0	0	0	0	7E-04	0	0	0	0	0	0.0007
				Cumple mayoritariamente las normatividad en temas de conservación ambiental.	0.082	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				Respeto y cumple totalmente la normatividad en temas de conservación ambiental.	0.034	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.07	CONOCIMIENTO ANCESTRAL PARA LA EXPLOTACIÓN SOSTENIBLE DE SUS RECURSOS NATURALES	0.23	La población en su totalidad ha perdido los conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	0.439	0	0.0007	0.000707	0.0007	0.0007	0	0.0007	0.00071	0.00071	7E-04	0.0007	0.0007	0	0.0007	0.0007	0.0007	
				Algunos pobladores poseen y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	0.292	0.0005	0	0	0	0	0.0005	0	0	0	0	0	0	0	0.0005	0	0	
				Parte de la población posee y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	0.163	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				La población mayoritariamente posee y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	0.069	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				La población en su totalidad posee y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	0.036	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0.07	CAPACITACIÓN EN TEMAS DE CONSERVACIÓN AMBIENTAL	0.12	No recibe y/o desarrolla capacitaciones en temas de conservación ambiental.	0.494	0	0.0004	0.000415	0	0.0004	0.0004	0.0004	0.00042	0	0	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004		
				Está escasamente capacitada en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura escasa.	0.267	0.0002	0	0	0.0002	0	0	0	0	0.00022	0	0.0002	0	0	0	0		
				Se capacita con regular frecuencia en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura parcial.	0.145	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
				Se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura mayoritaria.	0.063	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
				Se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura total.s recursos naturales.	0.030	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

**Tabla 23**

Porcentajes y fórmula de la prueba de Tukey

$$|\bar{y}_i - \bar{y}_j| > q(\alpha, k, v) \cdot \sqrt{\frac{CME}{n}}$$

$(\alpha, k, v)$

Tabla A.12 Puntos porcentuales superiores de la distribución de rangos estudentizados: valores de  $q(0.05; k, v)$

Grados de libertad, $v$	Número de tratamientos, $k$									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	18.0	27.0	32.8	37.2	40.5	43.1	45.1	47.1	49.1	
2	6.09	5.33	5.00	4.80	4.67	4.58	4.51	4.45	4.40	
3	4.50	3.91	3.63	3.51	3.43	3.37	3.32	3.28	3.25	
4	3.93	3.40	3.16	3.06	2.99	2.94	2.90	2.87	2.85	
5	3.64	3.14	2.92	2.83	2.77	2.73	2.70	2.68	2.66	
6	3.46	2.98	2.77	2.69	2.64	2.60	2.58	2.56	2.55	
7	3.34	2.87	2.67	2.59	2.55	2.52	2.50	2.49	2.48	
8	3.26	2.80	2.60	2.53	2.49	2.47	2.46	2.45	2.44	
9	3.20	2.74	2.55	2.48	2.45	2.43	2.42	2.41	2.40	
10	3.15	2.70	2.51	2.44	2.41	2.39	2.38	2.37	2.36	
11	3.11	2.66	2.47	2.40	2.37	2.35	2.34	2.33	2.32	
12	3.08	2.63	2.44	2.37	2.34	2.32	2.31	2.30	2.29	
13	3.06	2.61	2.42	2.35	2.32	2.30	2.29	2.28	2.27	
14	3.03	2.59	2.40	2.33	2.30	2.28	2.27	2.26	2.25	
15	3.01	2.57	2.38	2.31	2.28	2.26	2.25	2.24	2.23	
16	3.00	2.56	2.37	2.30	2.27	2.25	2.24	2.23	2.22	
17	2.98	2.54	2.35	2.28	2.25	2.23	2.22	2.21	2.20	
18	2.97	2.53	2.34	2.27	2.24	2.22	2.21	2.20	2.19	
19	2.96	2.52	2.33	2.26	2.23	2.21	2.20	2.19	2.18	
20	2.95	2.51	2.32	2.25	2.22	2.20	2.19	2.18	2.17	
24	2.92	2.48	2.29	2.22	2.19	2.17	2.16	2.15	2.14	
30	2.89	2.45	2.26	2.19	2.16	2.14	2.13	2.12	2.11	