



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## **FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

### **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Evaluación del peligro por inundación pluvial de la Quebrada  
Santa Cecilia, Huamanga, Ayacucho, 2020”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Poma Taguada Miluska (ORCID: 0000-0002-7045-7220)

**ASESOR:**

Mg. Luis Alfonso Juan Barrantes Mann (ORCID: 0000-0002-2026-0411)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

**LIMA - PERÚ**

**2020**

## **Dedicatoria**

*Llena de satisfacción dedico a cada uno de mis seres queridos quienes con su ayuda Incondicional han hecho realidad este proyecto. A mis padres Leoncio Poma y Julia Taguada, porque ellos son mi razón de ser, quienes día a día guían mis Pasos. A mis hermanos Michael, Jhordan y Erika porque ellos son mi motivación y orgullo de culminar mi meta, gracias a ellos por confiar en mí.*

## **Agradecimiento**

*Agradezco a Dios por su bondad y por los días que me regala.*

*A la Universidad César Vallejo por haberme dado la oportunidad de cumplir una de mis metas.*

*A mi asesor Mg. Luis Alfonso Juan Barrantes Mann por el apoyo que me brindó.*

*A mi familia por su apoyo incondicional.*

# ÍNDICE

|  |     |
|--|-----|
| Dedicatoria.....   | ii  |
| Agradecimiento.....                                      | iii |
| Resumen.....   | x   |
| Abstract.....  | xi  |
| I. INTRODUCCIÓN.....                                     | 1   |
| II. MARCO TEÓRICO.....                                   | 7   |
| III. METODOLOGÍA.....                                    | 20  |
| 3.1 Tipo y diseño de investigación.....                  | 20  |
| 3.1.1 Tipo de investigación Básica.....                  | 20  |
| 3.1.2 Diseño de investigación.....                       | 20  |
| No experimental.....                                     | 20  |
| 3.2 Variables y operacionalización.....                  | 20  |
| 3.3 Población (Criterios de selección), muestra.....     | 22  |
| 3.3.1 Población.....                                     | 22  |
| 3.3.2 Muestra.....                                       | 22  |
| 3.3.3 Tipo de Muestreo.....                              | 22  |
| 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 22  |
| 3.5 Procedimientos.....                                  | 22  |
| 3.6 Método de análisis de datos.....                     | 23  |
| 3.7 Aspectos éticos.....                                 | 23  |
| IV. RESULTADOS.....                                      | 24  |
| 4.1 Ubicación.....                                       | 24  |
| 4.1.1 Ubicación política.....                            | 24  |
| 4.1.2 Ubicación geográfica.....                          | 24  |
| 4.2 Descripción física.....                              | 27  |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 4.2.1  | Geología .....   | 27 |
| 4.2.2  | Geomorfología .....  | 30 |
| 4.2.3  | Pendiente del terreno .....  | 32 |
| 4.3    | Características del clima.....                                       | 34 |
| 4.3.1  | Precipitación.....   | 34 |
| 4.4    | Aspectos sociales.....   | 37 |
| 4.4.1  | Población.....   | 37 |
| 4.4.2  | Vivienda.....  | 37 |
| 4.4.3  | Servicios básicos.....   | 38 |
| 4.5    | De la evaluación del peligro .....                                   | 40 |
| 4.5.1  | Metodología para la determinación del peligro .....                  | 40 |
| 4.5.2  | Metodología para la determinación del peligro .....                  | 40 |
| 4.5.3  | Identificación del peligro.....                                      | 40 |
| 4.5.4  | Caracterización del peligro.....                                     | 41 |
| 4.5.5  | Determinación del nivel de peligrosidad.....                         | 41 |
| 4.5.6  | Análisis de la susceptibilidad del ámbito geográfico.....            | 42 |
| 4.5.7  | Análisis de los elementos expuestos en zonas de susceptibilidad..... | 47 |
| 4.5.8  | Estratificación del nivel de peligros.....                           | 50 |
| 4.5.9  | Niveles de peligro.....  | 50 |
| 4.5.10 | Mapa de peligros.....  | 50 |
| V.     | DISCUSIÓN.....   | 54 |
| VI.    | CONCLUSIONES .....   | 57 |
| VII.   | RECOMENDACIONES .....  | 58 |
|        | REFERENCIAS.....   | 59 |
|        | ANEXOS .....   | 62 |

## Índice de tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Escala de Saaty.....   | 15 |
| Tabla 2. Valores del índice aleatorio .....                                   | 17 |
| Tabla 3. Valores de la relación de consistencia .....                         | 17 |
| Tabla 4. Variables y operacionalización .....                                 | 21 |
| Tabla 5. Coordenadas del área de estudio .....                                | 24 |
| Tabla 6. Priorización de las unidades geológicas.....                         | 28 |
| Tabla 7. Priorización de las unidades geomorfológicas .....                   | 30 |
| Tabla 8. Priorización de las unidades de pendientes .....                     | 32 |
| Tabla 9. Estaciones cercanas al área de estudio .....                         | 34 |
| Tabla 10. Precipitación promedio anual del 2017 al 2020.....                  | 34 |
| Tabla 11. Priorización de la anomalía de precipitación .....                  | 34 |
| Tabla 12 Población según sexo .....   | 37 |
| Tabla 13. Población según grupo etario.....                                   | 37 |
| Tabla 14. Total, de viviendas según tipo .....                                | 38 |
| Tabla 15. Material predominante en paredes exteriores de la vivienda .....    | 38 |
| Tabla 16. Material predominante en los pisos de la vivienda .....             | 38 |
| Tabla 17. Tipo de abastecimiento de agua en la vivienda.....                  | 39 |
| Tabla 18. Servicios higiénicos disponibles .....                              | 39 |
| Tabla 19. Servicio de alumbrado.....  | 39 |
| Tabla 20. Priorización de la frecuencia .....                                 | 42 |
| Tabla 21. Matriz de comparación de pares de la frecuencia .....               | 42 |
| Tabla 22. Matriz de comparación de pares de la frecuencia .....               | 42 |
| Tabla 23. Matriz de comparación de pares de la precipitación.....             | 43 |
| Tabla 24. Matriz de normalización de la precipitación.....                    | 43 |
| Tabla 25. Matriz de comparación de pares de la pendiente .....                | 44 |
| Tabla 26. Matriz de normalización de la pendiente .....                       | 44 |
| Tabla 27. Matriz de comparación de pares de la geología .....                 | 45 |
| Tabla 28. Matriz de normalización de la geología .....                        | 45 |
| Tabla 29. Matriz de comparación de pares de la geomorfología.....             | 46 |
| Tabla 30. Matriz de normalización de la geomorfología .....                   | 46 |
| Tabla 31. Matriz de comparación de pares de los factores condicionantes ..... | 46 |
| Tabla 32. Matriz de normalización de de los factores condicionantes.....      | 47 |

|   |    |
|---|----|
| Tabla 33 Elementos expuestos en la dimensión social .....     | 47 |
| Tabla 34. Elementos expuestos en la dimensión económica ..... | 48 |
| Tabla 35. Estratificación del nivel de peligrosidad.....      | 50 |
| Tabla 36. Niveles de peligro del área evaluada.....           | 50 |

## Índice de gráficos

|   |    |
|---|----|
| Gráfico 1. Tipos de peligros en Japón.....                                    | 7  |
| Gráfico 2. Tipos de peligros en México .....                                  | 8  |
| Gráfico 3. Clasificación de peligros en Perú.....                             | 9  |
| Gráfico 4 Representación del peligro .....                                    | 9  |
| Gráfico 5. Parámetros generales de evaluación.....                            | 11 |
| Gráfico 6. Parámetros de los factores condicionantes .....                    | 11 |
| Gráfico 7. Parámetros de los factores desencadenantes .....                   | 12 |
| Gráfico 8. Parámetros generales que ayudan a caracterizar a las inundaciones. | 13 |
| Gráfico 9. Elementos expuestos del peligro .....                              | 13 |
| Gráfico 10. Flujo metodológico para la toma de decisiones .....               | 14 |
| Gráfico 11. Herramientas de uso del Sistema de Información geográfica.....    | 18 |
| Gráfico 12. Metodología para la determinación del peligro .....               | 40 |
| Gráfico 13. Flujograma general del proceso de análisis de información .....   | 41 |



## Índice de figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Vista panorámica del área de estudio. ....                             | 1  |
| Figura 2. Sobreviviente del huayco en Punta Hermosa-Lima .....                   | 2  |
| Figura 3. Inundación en Huamanga .....   | 3  |
| Figura 4. Cartografía de peligro por el fenómeno inundación en la Quebrada ..... | 4  |
| Figura 5. Vivienda construida al margen de la quebrada .....                     | 5  |
| Figura 6. Mapa de Ubicación de la quebrada Santa Cecilia.....                    | 25 |
| Figura 7. Vista panorámica de la quebrada Santa Cecilia.....                     | 27 |
| Figura 8. Mapa de geología.....  | 28 |
| Figura 9. Mapa geomorfológico.....   | 30 |
| Figura 10. Mapa de precipitación .....   | 35 |
| Figura 11. Mapa de elementos expuestos .....                                     | 48 |
| Figura 12 Mapa de peligrosidad de la quebrada Santa Cecilia .....                | 52 |

## Resumen

El Perú, en la actualidad, se ve fuertemente afectado por diversos fenómenos naturales tales como las inundaciones, los sismos, los flujos de detritos, etc. Los cuales, inducidos por un inadecuado crecimiento y localización de la población en ámbitos geográficos poco seguros, generan altos niveles de peligro y riesgo.

La presente investigación tiene como objetivo evaluar el peligro por inundación pluvial de la Quebrada Santa Cecilia, expresándolo en niveles de peligrosidad e identificando los parámetros de evaluación; y los factores condicionantes y desencadenantes del área en estudio.

La metodología del CENEPRED. (2014) *Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales* (Vol. II) explica la forma de determinar los parámetros del peligro y sus descriptores; ponderándolos según el método de Saaty. El Sistema de Información Geográfica (SIG) permite conocer y elaborar los mapas geológicos, geomorfológicos, de pendientes y de precipitación; para sintetizarlos en mapas de peligrosidad.

El enfoque cuantitativo muestra una metodología básica para el tipo de investigación con un diseño no experimental.

Finalmente, se concluye que la Quebrada Santa Cecilia es una zona crítica expuesta al fenómeno de inundación pluvial que muestra los siguientes rangos de peligrosidad: Peligro muy alto (50.3% - 26%), peligro alto (26% - 13.4%), peligro medio (13.4% - 6.8%) y peligro bajo (6.8% - 3.5%), esto indica que la población de la zona podría verse gravemente afectada ante fuertes precipitaciones pluviales.

**Palabras clave:** Peligro, inundación pluvial, factores condicionantes, factores desencadenantes y parámetros de evaluación.

## Abstract

Peru, at present, is strongly affected by various natural phenomena such as floods, earthquakes, debris flows, etc. These phenomena, induced by inadequate growth and location of the population in unsafe geographical areas, generate high levels of danger and risk.

The objective of the present research is to evaluate the pluvial flood hazard of ravine Santa Cecilia, expressing it in hazard levels and identifying the evaluation parameters; and the conditioning and triggering factors of the area under study.

CENEPRED methodology. (2014) Manual for the Evaluation of Risks Originated by Natural Phenomena (Vol. II) explains how to determine the hazard parameters and their descriptors; weighting them according to Saaty's method. The Geographic Information System (GIS) allows to know and elaborate geological, geomorphological, slope and precipitation maps; to synthesize them in hazard maps.

The quantitative approach shows a basic methodology for the type of research with a non-experimental design.

Finally, it is concluded that the ravine Santa Cecilia is a critical zone exposed to the phenomenon of pluvial flooding that shows the following hazard ranges: very high hazard (50.3% - 26%), high hazard (26% - 13.4%), medium hazard (13.4% - 6.8%) and low hazard (6.8% - 3.5%), which indicates that the population of the zone could be seriously affected by heavy pluvial precipitation.

**Key words:** Hazard, pluvial flooding, conditioning factors, triggering factors and evaluation parameters.

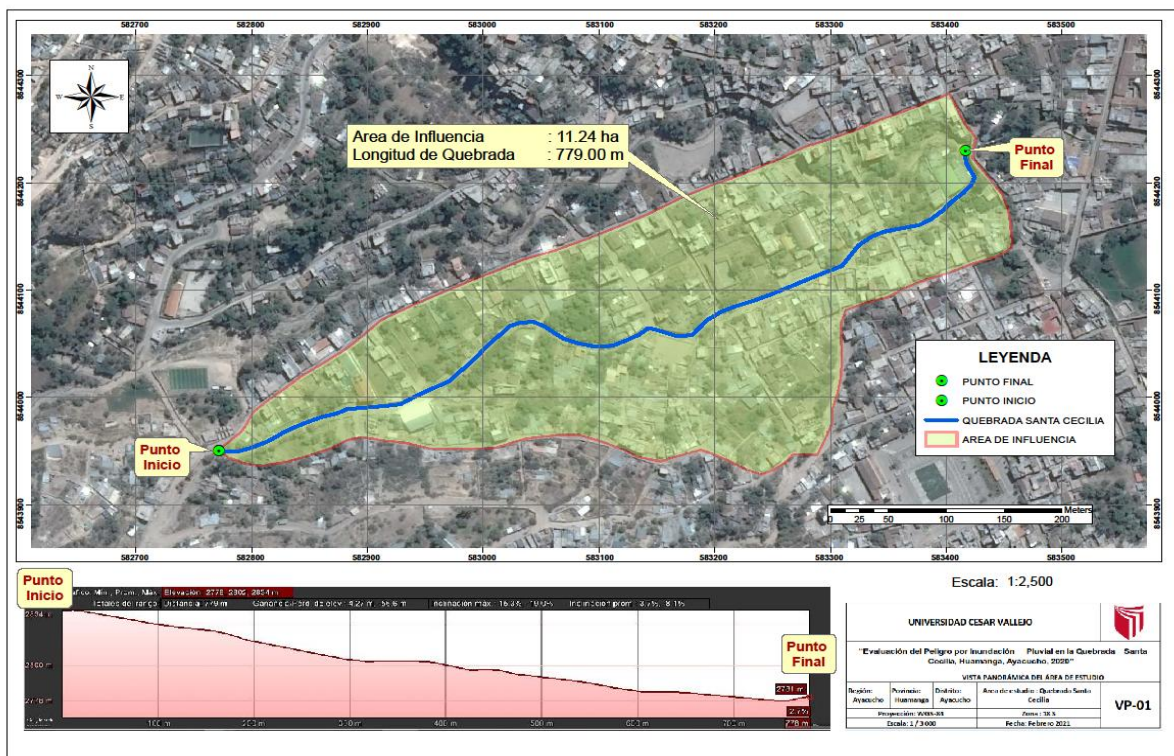
# I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad en el Perú se presentan diversos fenómenos naturales como inundaciones, sismos, deslizamientos, volcanes a causa del cambio climático el cual exacerba la ocurrencia de estos fenómenos naturales los cuales presentan peligros para la sociedad.

Asimismo, la inadecuada ocupación del territorio pone en riesgo a la población y demás elementos ante el evento de estos fenómenos naturales los cuales traen consigo pérdidas o daños de vidas humanas y bienes materiales.

Actualmente la quebrada Santa Cecilia está considerada una zona de peligro inminente porque presenta pendiente pronunciada, geología variada y de la misma manera se presentan viviendas de infraestructura insegura establecidas en zonas riesgosas expuestas a peligros de la naturaleza. De suceder el evento del fenómeno causaría daños y pérdidas de infraestructuras especialmente las que están ubicadas en ambos márgenes de la quebrada ya sean viviendas, losas deportivas y entre otras infraestructuras es más se tendrían pérdidas de vidas humanas.

Figura 1. Vista panorámica del área de estudio.



Fuente: Elaboración propia

(International Press, 2016) informó que Japón es el país desarrollado que enfrenta el mayor riesgo de sufrir desastres naturales pese a su excelente infraestructura y gran capacidad para disminuir los efectos de los azotes de la naturaleza.

En México los estudios de desastres los realiza el CENAPRED mediante el Programa Especial para la Prevención y Mitigación del Riesgo de Desastres los cuales se enfocan en la evaluación de peligros, vulnerabilidad y riesgos.

(INDECI, Compendio Estadístico del INDECI 2017 - Gestión Reactiva, 2017), el 17 de mayo del 2017 se generó intensas lluvias los cuales provocaron desastres como huaycos y desborde de ríos trayendo consigo la pérdida de seres humanos y el colapso de viviendas. La figura N°02 muestra una de las sobrevivientes del desastre ocurrido en Lima

Figura 2. Sobreviviente del huayco en Punta Hermosa-Lima



Fuente: INDECI

(INDECI, Precipitaciones pluviales afectan el Dpto. de Ayacucho, 2009) Huamanga evidenció intensas precipitaciones las cuales ocasionaron que las quebradas en

ladera de Rio Seco, Piscotambo, Pueblo Libre, entre otros; desencadenen en huaycos e inundaciones los cuales generaron la pérdida de 9 ciudadanos y causaron daños materiales irreparables.

Figura 3. Inundación en Huamanga



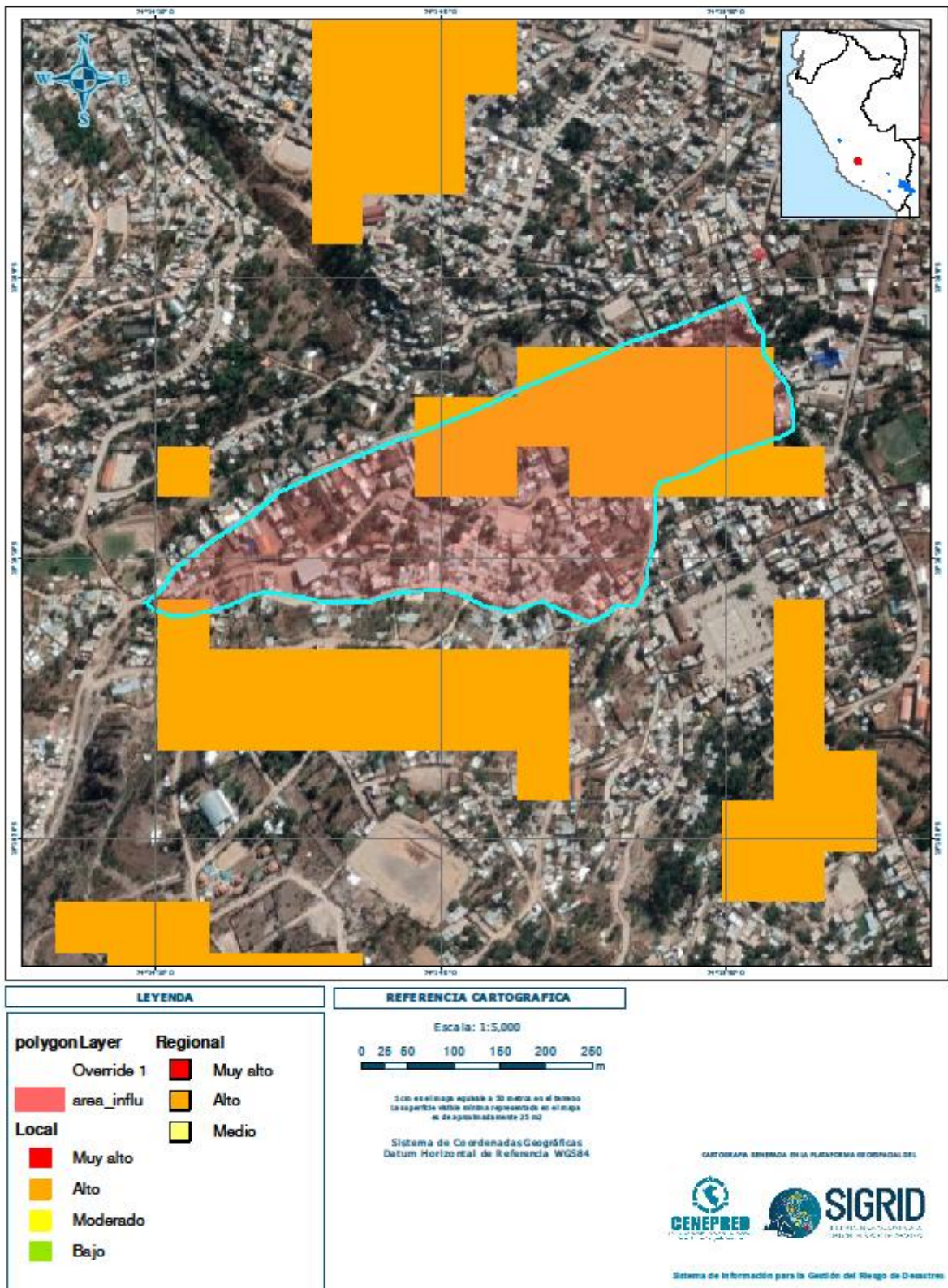
Fuente: Periódico virtual Inforegión

(Nina, 2014) realizó la investigación *Estimación de riesgo de desastre en las quebradas de Santa Cecilia y Pilacucho del barrio Santa Ana, Ayacucho, 2014* con el objetivo de exhibir los riesgos de peligro por inundación y contaminación ambiental de la zona, los cuales presentan un 80% de nivel de peligro muy alto.

Con los antecedentes existentes nace la inquietud de realizar la estimación del peligro por el fenómeno inundación en el área de estudio de la Quebrada Santa Cecilia.

La figura N°4 muestra la cartografía de peligro de la plataforma SIGRID en el cual reportó la existencia de peligro ante el fenómeno de inundación pluvial. Se aprecia zonas con franjas de color naranja dentro y fuera del área en estudio los cuales indican exposición al peligro por ello nace la inquietud de la investigación.

Figura 4. Cartografía de peligro por el fenómeno inundación en la Quebrada



Fuente: SIGRID

Problema general: ¿Cuáles son los niveles de peligro ante el fenómeno de inundación pluvial de la quebrada Santa Cecilia, del barrio Santa Ana, Huamanga, Ayacucho 2020?

Problemas específicos: ¿Cuáles son los posibles factores que condicionarán y desencadenarán el peligro ante el fenómeno de inundación pluvial en el área de estudio?, ¿Cuál será el parámetro principal para evaluar el peligro del fenómeno por inundación pluvial en el área de estudio?

Justificación de la Investigación: La inadecuada ocupación del territorio en zonas peligrosas y en su mayoría con viviendas que incumplen las normas, códigos de construcción y urbanismo expone a la población a los diferentes fenómenos naturales que puedan ocurrir. Asimismo, los patrones de precipitación y temperatura se vienen alterando por efectos del cambio climático los cuales constituyen peligros para la sociedad.

Figura 5. Vivienda construida al margen de la quebrada



Fuente: Visita a campo

Objetivo General: Evaluar los niveles de peligrosidad ante el fenómeno de inundación pluvial de la quebrada Santa Cecilia.



Objetivos Específicos: Identificar los factores condicionantes, desencadenantes del peligro ante el fenómeno de inundación pluvial.

Identificar los parámetros de evaluación del peligro ante el fenómeno por inundación pluvial.

Hipótesis general: Los niveles de peligro para la zona de estudio serán principalmente alto y muy alto.

Hipótesis Específicos: Los factores condicionantes del peligro en el área de estudio serán las características físicas del territorio como la geología, geomorfología y la variación de pendientes; y el factor desencadenante será la precipitación en la misma.

El principal parámetro de evaluación del peligro será la frecuencia de lluvias o tiempo de retorno.

## II. MARCO TEÓRICO

En Perú la evaluación de peligros, vulnerabilidad y riesgos se realizan en base al Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales 02 versión del CENEPRED en el cual se establece diversos procedimientos metodológicos.

El diseño y discusión de las medidas de apercebimiento y simplificación de la evaluación de Riesgos está a cargo de las agencias del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres bajo la reglamentación del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción

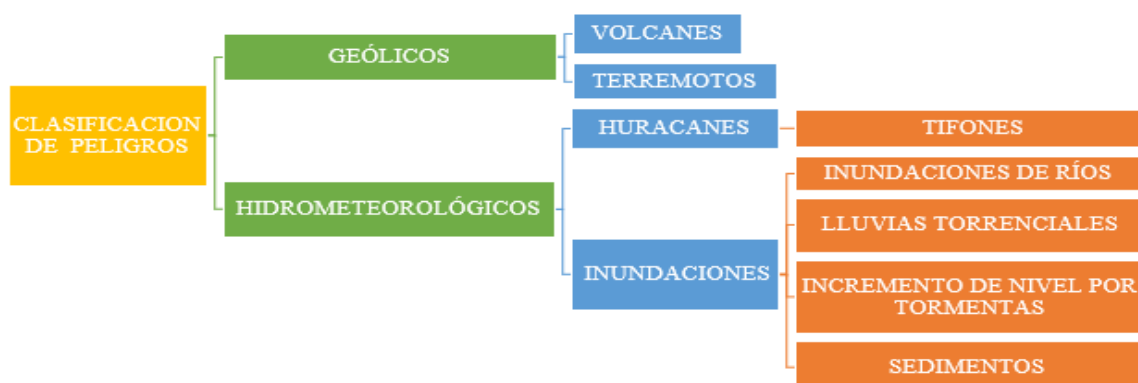
Según la “Administración de desastres de Japón” (Administración), el país sufrió desastres más catastróficos hasta el año 1950 los cuales causaron pérdidas de vidas y daños a las infraestructuras construidas.

Sin embargo, debido al avance en la toma de medidas como la mejora en tecnologías de pronóstico del clima y elaboración de sistemas para gestionar los desastres, la cantidad de víctimas se muestra reducida en los últimos años y actualmente cuenta con el *Sistema de Administración de Desastres* en el cual se establecen las políticas, decisiones administrativas y actividades operacionales para la reducir el riesgo de desastres.

Asimismo, describe las medidas preventivas contra los desastres que puedan ocurrir en el país de acuerdo a ello se ha clasificado a los peligros de la siguiente manera.

En Japón se clasifica a los peligros de la siguiente manera las cuales se muestran en el gráfico.

Gráfico 1. Tipos de peligros en Japón



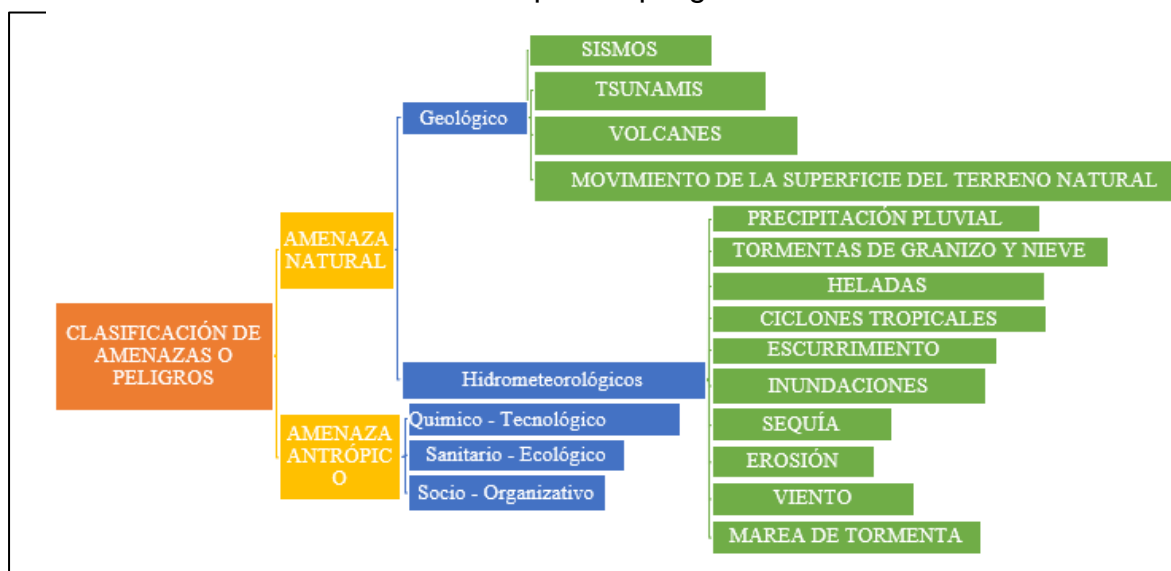
Fuente: CENAPRED

“En México en los últimos años los fenómenos naturales han causado daños irreparables en función al costo de la vida humana y bienes inmuebles es por ello que se ha priorizado prevenir los desastres estableciéndose planes y capacitaciones de extendido alcance enfocados en la anticipación y minimización de efectos “ (CENAPRED, 2001)

Actualmente cuenta con el *Centro Nacional de Prevención de Desastres* el cual tiene la función de ejecutar la estrategia para prevenir desastres asimismo cuenta con el libro “Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México” el cual tiene el propósito de poner en conocimiento la temática de peligros e identificación de riesgos en desastres, producidos por fenómenos de causalidad geológica, hidrológica, meteorológica, química, sanitaria, social y estructural.

México clasifica a los peligros de la siguiente manera (ver gráfico 2 )

Gráfico 2. Tipos de peligros en México



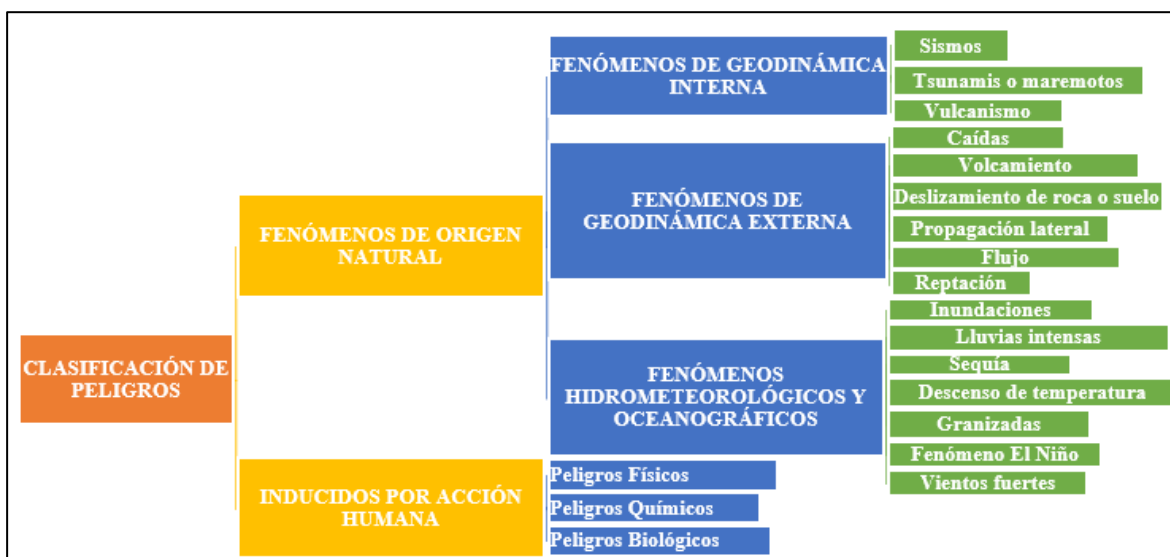
Fuente: Manual del CENEPRED

“Los Peligros son eventos físicos con potencial altamente dañinos; los fenómenos y / o actividades humanas que pueden causar lesiones o el fin de una vida humana, daños a la propiedad, interrupción de actividades sociales y económicas, o minimización positiva ambiental” (UNISDR, 2009).

Asimismo, el CENEPRED precisa al peligro como “la probabilidad de un fenómeno físico potencialmente dañino que ocurre en un lugar específico con una

intensidad específica y dentro de un rango de tiempo y frecuencia específico, naturalmente originado o causado por actividades espontaneas o humanas”.

Gráfico 3. Clasificación de peligros en Perú

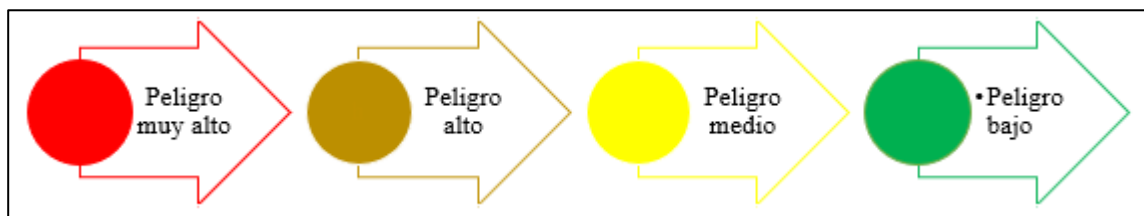


Fuente: Manual del CENEPRED

A continuación, se describirá los métodos que se usan para evaluar el peligro.

Métodos Cualitativos expresan el peligro en términos de bajo, medio, alto y muy alto.

Gráfico 4 Representación del peligro



Fuente: CENEPRED

Métodos semicuantitativos, expresan el peligro en términos de índice de riesgo. A menudo oscilan entre 0 y 1, 0 a 100. No tienen un significado directo de la probabilidad de pérdidas. Son simplemente indicaciones relativas del peligro.

Métodos cuantitativos, expresan el riesgo ya sea como probabilidades o las pérdidas esperadas, los cuales pueden ser probabilístico y determinista. A continuación, se describirán los tipos de escalas.

Escala nacional (Menos de 1:1.000.000), Cubre, en forma general, toda la nación, el principal objetivo es el de atraer la atención de los gobernantes y público en general. Se usa para generar políticas públicas o estrategias sobre los peligros.

Escala regional (Entre 1:100.000 y 1:1.000.000), Abarca una cuenca amplia o una entidad independiente y política de un País (Región). Cartografías en este particular tamaño planeados en la etapa de reconocimiento para la prospección de infraestructuras proyectadas con gran dimensión.

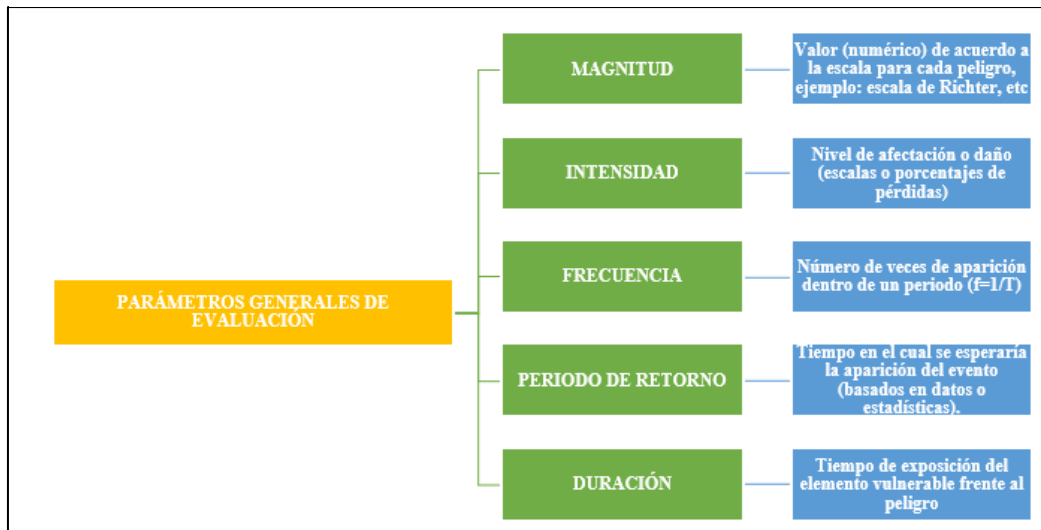
Escala media (Entre 1:25.000 y 1:100.000), Abarca una zona provincial o distrital (Municipalidades) o pequeñas cuencas. Direccionadas a una estrategia significativa de infraestructuras intermedias, estudios de medio ambiente y planificación macro distrital o provincial.

Escala detallada: (Entre 1:2.000 y 1:25.000), Abarca centros urbanos y poblaciones menores, empleados en la generación cartográfica de riesgos específicos. Es la escala ideal para una extendida evaluación en riesgos.

Investigación de sitio (Entre 1:100 y 1:2.000), Abarcando las zonas donde el desempeño ingenieril será ejecutado. Empleados en detallados diseños de labores de ingeniería tales como presas, túneles, carreteras y ejecución en mitigación de trabajos.

Luego de ubicar el área influyente de peligros generados por fenomenología espontanea es indispensable gestionar los parámetros que actúan en el origen "Mecanismo productor" de los fenómenos, aquellos que facilitan su análisis y evaluación.

Gráfico 5. Parámetros generales de evaluación

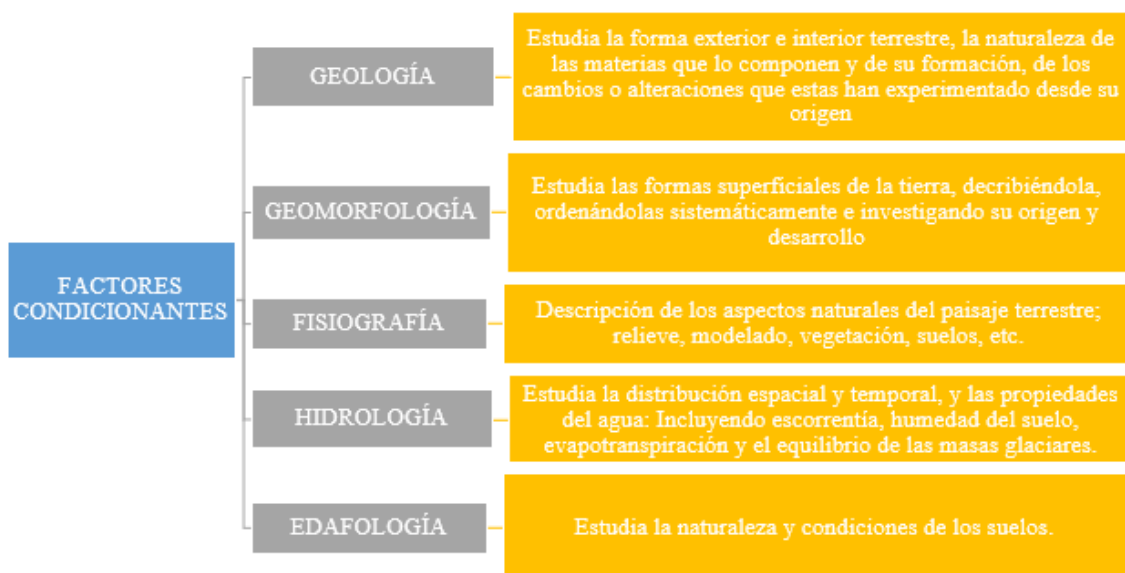


Fuente: CENEPRED

Susceptibilidad, está referida a la amplificación o minimización en la propensión de que un evento acontezca o suceda sobre un ámbito geográfico específico los cuales están ligados con los factores condicionantes y desencadenantes.

Factores condicionantes del peligro, son condicionantes propias del área de estudio (ver Figura 7), los cuales contribuyen en forma benefactora o no al amplio desarrollo de la fenomenología de indicio natural.

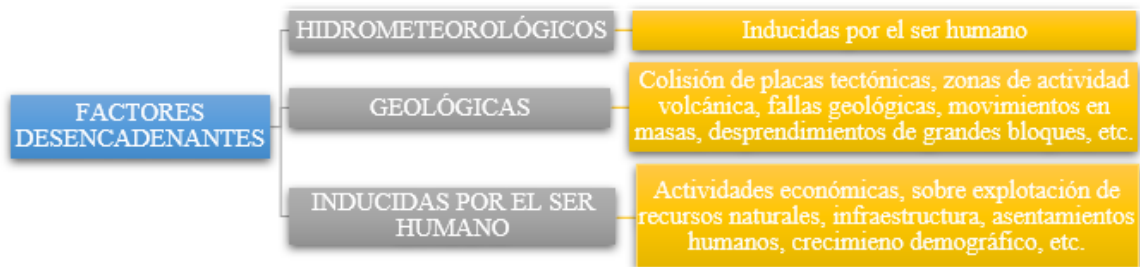
Gráfico 6. Parámetros de los factores condicionantes



Fuente: CENEPRED

Factores desencadenantes del peligro, son condicionantes que dan origen a *situaciones* y/o procesos con capacidad de generar peligros, en un ambiente geográfico determinado. Ver la Figura 8

Gráfico 7. Parámetros de los factores desencadenantes



Fuente: CENEPRED

Inundaciones, ocurren cuando las lluvias de media o fuerte intensidad son continuas y sobrepasan el límite superior del suelo de igual manera si el caudal máximo de movimiento del río es superado y provoca desborde de su línea principal el cual significa inundación a los terrenos colindantes.

Los tipos de inundación por su duración son:

Inundaciones dinámicas o aceleradas: Se originan en ríos con pendientes de cuencas pronunciadas asimismo el aumento del caudal es de forma rápida por efecto es la que produce daños principales en la sociedad e inmuebles.

Inundaciones estáticas o reducidas: Producto de lluvias constantes, así como el aumento del caudal es de forma lenta de tal manera que supera su condición máxima de movimiento por lo cual el movimiento en masa de agua se desborda produciendo inundaciones en áreas planas.

Las inundaciones por su origen son:

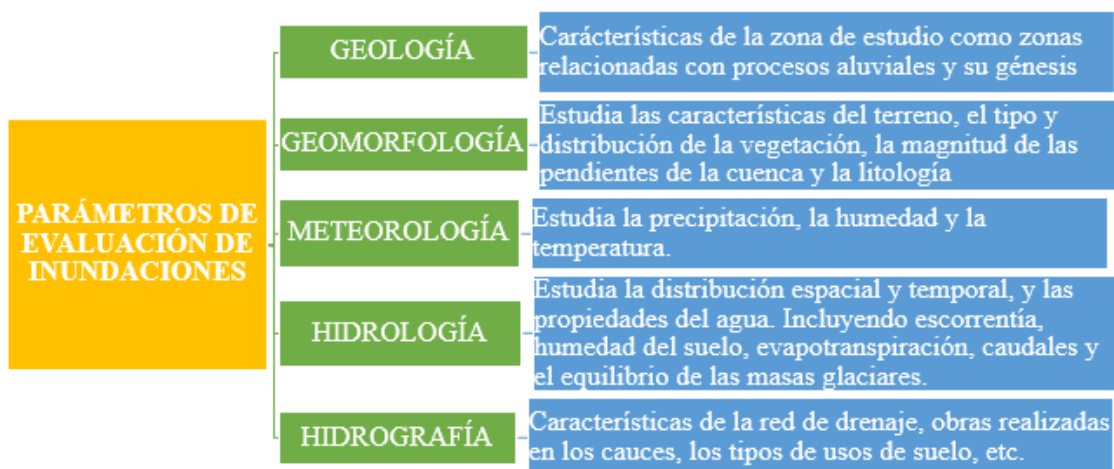
Inundaciones pluviales: Son causadas por fuertes lluvias en algún lugar, y este fenómeno no necesariamente coincide con el desborde del río.

Inundaciones fluviales: Inician por el exceso fluvial en ríos y arroyos por efecto del incremento brusco del caudal de agua es decir que supera el volumen del cauce que transporta sin desbordar.

Parámetros de evaluación de inundaciones: El fenómeno de inundación se puede determinar debido a que existen ciertos parámetros los cuales varían según el tipo

de fenómeno. Prueba de ello se muestra en la Figura 9 los parámetros propios de inundaciones los cuales serán útiles en la presente investigación.

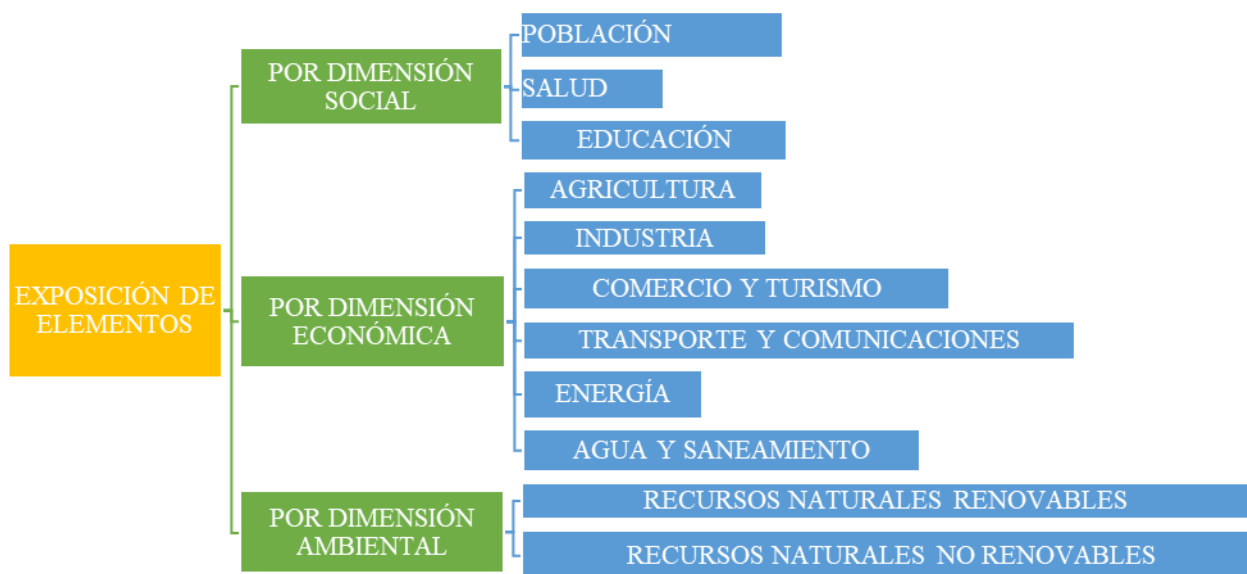
Gráfico 8. Parámetros generales que ayudan a caracterizar a las inundaciones



Fuente: CENEPRED

“El análisis de elementos expuestos al peligro es la cuantificación de la probabilidad de afectación de los elementos expuestos que pertenecen al área de influencia del fenómeno de condición espontánea o natural, estimando las probables pérdidas o daños (recursos humanos, inmuebles, bienes tangibles, y el ambiente), que se generarían a causa de la exposición de los fenómenos naturales” (CENEPRED, 2014).

Gráfico 9. Elementos expuestos del peligro



Fuente: CENEPRED



El proceso de análisis jerárquico fue desarrollado por (Saaty, 1971) en 1980 el cual está planteado para solucionar situaciones complicadas de múltiples criterios a través de la creación de un modelo jerárquico el cual consiste en realizar comparaciones por pares entre los elementos (descriptores), asimismo estos son asignados numéricamente con la escala de Saaty según las preferencias del evaluador.

En la Figura 10 se detalla el flujo metodológico que fue adaptado y utilizado por (Toskano, 2005) en su investigación. El mismo que se utilizará en el estudio de la evaluación del peligro por inundación pluvial el cual servirá para dar priorización a los parámetros y descriptores de la investigación.

Gráfico 10. Flujo metodológico para la toma de decisiones



Fuente: Toskano, 2005

Escala de saaty, sirve para calificar las preferencias de dos alternativas. En la tabla 1 se muestran la escala numérica y escala verbal y su respectiva explicación según su jerarquía.

Tabla 1. Escala de Saaty

| ESCALA NUMÉRICA | ESCALA VERBAL   | EXPLICACIÓN   |
|-----------------|---|---|
| 9               | Absolutamente o muchísimo más importante que ..   | Al comparar un elemento con otro el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el          |
| 7               | Mucho más importante o preferido que ...  | al comparar un elemento con otro el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante o preferido     |
| 5               | Más importante o preferido que...   | Al comparar un elemento con otro el primero se considera más importante o preferido que el segundo.               |
| 3               | Ligeramente más importante o preferido que ...  | Al comparar un elemento con otro, el primero es ligeramente más importante o preferido que el segundo.            |
| 1               | Igual o diferente a ..  | Al comparar un elemento con otro, hay indiferencia entre ellos  |
| 1/3             | Ligeramente menos importante o preferido que ..   | Al comparar un elemento con otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo |
| 1/5             | Menos importante o preferido que ..   | Al comparar un elemento con otro, el primero se considera menos importante o preferido que el segundo.            |
| 1/7             | Mucho menos importante o preferido que ..   | Al comparar un elemento con otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.      |
| 1/9             | Absolutamente o muchísimo   | Al comparar un elemento con otro el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el          |
| 2,4,6,8         | Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores. |   |

Fuente: CENEPRED

A continuación, se detalla el procedimiento matemático del método Saaty a base de matrices para la toma de decisiones.

- Cálculo de los Pesos Ponderados
  - Matriz de Pares: Ver la ecuación 1.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{2n} & \dots & 1 \end{pmatrix} \dots\dots\dots(1)$$

Donde:  $a_{12}, a_{21} \dots a_{1n}$  = son los criterios, sub criterios y/o descriptores.

- Matriz Normalizada: Se obtiene de dividir cada elemento de la matriz **A** entre el resultado de la suma vertical de los elementos de la matriz "**A**"

$$A_{Normalizada} = \begin{pmatrix} 1/v_1 & a_{12}/v_2 & \dots & a_{1n}/v_n \\ a_{21}/v_1 & 1/v_2 & \dots & a_{2n}/v_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1}/v_1 & a_{2n}/v_2 & \dots & 1/v_2 \end{pmatrix} \dots\dots\dots(2)$$

Dónde:  $v_1, v_2, \dots, v_n$  = resultado de la suma vertical de los elementos de la matriz "A"

- Vector prioridad: es la suma horizontal de los elementos de la Matriz Normalizada.

$$p = \begin{pmatrix} p_{c11} \\ p_{c12} \\ \dots \\ \dots \\ p_{c1n} \end{pmatrix} \dots\dots\dots(1)$$

Donde:  $p_{c11}, p_{c12}, \dots, p_{c1n}$  = se le denomina pesos ponderados de cada criterio donde la sumatoria de los elementos del vector prioridad tiene que ser igual a 1.

$$\sum_{i=1}^n p_{c1i} = p_{c11} + p_{c12} + \dots + p_{c1n} = 1 \dots\dots\dots(4)$$

➤ Cálculo de la Relación de consistencia

- Vector suma ponderada (VSP):

$$\begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{2n} & \dots & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} p_{c11} \\ p_{c12} \\ \dots \\ \dots \\ p_{c1n} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} VSP_{11} \\ VSP_{12} \\ \dots \\ \dots \\ VSP_{1n} \end{pmatrix} \dots\dots\dots(5)$$

Donde:  $VSP_{11}, VSP_{12}, \dots, VSP_{1n}$  = es la suma horizontal de los valores obtenidos de la multiplicación de los componentes de la matriz de comparación pareada con el vector prioridad.

- Lambda máxima:

$$\lambda_{max} = \frac{(\lambda_1 + \lambda_{12} + \dots + \lambda_n)}{n} \dots\dots\dots(2)$$

Donde:  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$  = se obtiene al dividir los componentes del vector de la suma ponderada y los valores del vector prioridad.

- Índice de Consistencia (IC): es para verificar si se hizo una buena ponderación en la matriz.

$$IC = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)} \dots\dots\dots(7)$$

- Relación de Consistencia (RC):

$$RC = \frac{IC}{IA} \dots\dots\dots(8)$$

Dónde:IA es el índice aleatorio

En la tabla 2 se muestran los valores que tomará “n” según la cantidad de parámetros que se tomó en la matriz.

Tabla 2. Valores del índice aleatorio

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

Fuente: CENEPRED

Según la cantidad de parámetros en la matriz de Saaty se debe cumplir:

Tabla 3. Valores de la relación de consistencia

|                  |        |
|------------------|--------|
| Nº de Parámetros | RC     |
| tres             | < 0.04 |
| cuatro           | < 0.08 |
| mayor a cuatro   | < 0.10 |

Fuente: CENEPRED

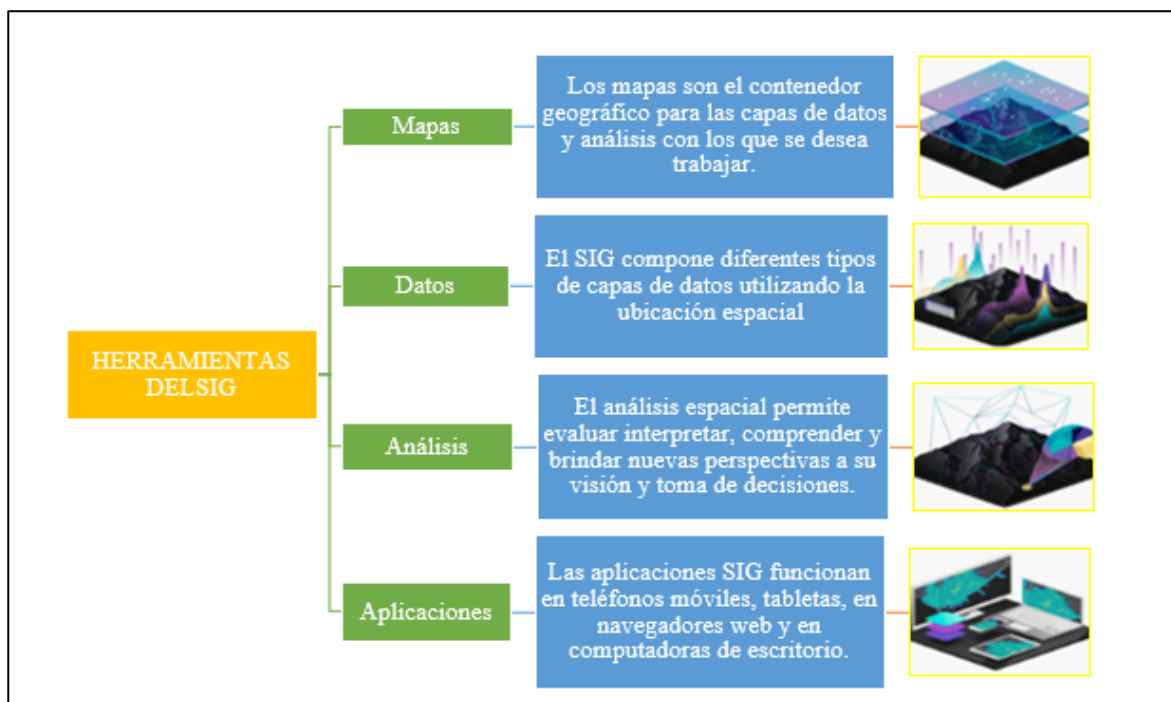
“El sistema de información geográfica sirve para recopilar, gestionar y analizar datos de diferentes categorías analizando la ubicación espacial y las diversas capas de información plasmadas en mapas”

Asimismo, la Organización de los Estados Americanos indica que el SIG puede usarse para evaluar los peligros naturales y conocer la probabilidad de ocurrencia de los mismos en una determinada área estableciendo la cantidad de población o tipo de infraestructura expuesta a riesgos.

De esta manera el SIG puede orientar las medidas para prevenir, mitigar e implementar acciones en las zonas que fueron evaluadas.

El SIG para lograr cumplir con sus funciones hace uso de ciertas herramientas los cuales se muestra en el gráfico 11.

Gráfico 11. Herramientas de uso del Sistema de Información geográfica



Fuente: ESRI

Finalmente, en la presente investigación se utilizará el SIG mediante el programa ArcGIS con el cual se elaborarán los mapas de peligro los cuales permitirán visualizar la distribución del peligro de la quebrada Santa Cecilia.

Cambio climático: se debe a procesos de origen natural o acciones antrópicas. Asimismo, la influencia del ser humano en la composición de la atmosfera por medio de la emisión de gases del efecto invernadero tiene como resultado un incremento en la temperatura por ello se puede hablar de un cambio climático, el cual está exacerbando la ocurrencia de fenómenos naturales los cuales presentan peligros para la sociedad.

Vulnerabilidad: Según el glosario de términos del CENEPRED el riesgo es la probabilidad de que la sociedad y sus condiciones de vida sufran alteraciones y/o pérdidas como consecuencia de su condición a la vulnerabilidad y el impacto de un posible peligro.

Estratificación: según CENEPRED (s.f) la estratificación es la existencia de diversos estratos y/o niveles que se pueden caracterizan por ciertos elementos que son entonces diferenciables de los demás niveles. En tal sentido la percepción de estratificación es una creación racional humana que tiene en cuenta como su principal objetivo clasificar y dividir determinados elementos, circunstancias o fenómenos.

Prevención: Procedimiento de la gestión del riesgo de desastres, que abarca las acciones orientadas a evitar la producción de inicios de riesgos en la sociedad contextualizada a la gestión del desarrollo formidable.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y diseño de investigación.**

##### **3.1.1 Tipo de investigación Básica**

La presente investigación es de carácter básico porque según los objetivos busca evaluar el nivel de peligrosidad por el fenómeno inundación pluvial en la Quebrada Santa Cecilia, Huamanga, Ayacucho, 2020

##### **3.1.2 Diseño de investigación**

No experimental

#### **3.2 Variables y operacionalización**

Tabla 4. Variables y operacionalización

| VARIABLE                                       | DEFINICIÓN CONCEPTUAL  | DEFINICIÓN OPERACIONAL  | DIMENSIONES  | INDICADORES                   |
|--|--|---|--|-------------------------------|
| <b>Independiente</b><br><br>Inundación Pluvial | Es provocado por la acumulación de agua de lluvia en una determinada ubicación o área geográfica, y este fenómeno no necesariamente coincide con el desborde del río. Este tipo de inundación se produce en condiciones de lluvias intensas continuas, es decir, una concentración de una gran cantidad de lluvia en un intervalo de tiempo corto, o un período prolongado de infiltración de lluvias moderadas y continuas bajo lluvias severas | La presente investigación evaluará las precipitaciones diarias de la estación más cercana a nuestra área en evaluación, los cuales serán procesados con el programa R estudio para obtener el rango de percentiles del SENHAMI para finalmente ponderarlos con la matriz de Satty con la finalidad de obtener los pesos ponderados y verificar en que porcentaje la precipitación favorece a la ocurrencia del peligro. | 5 descriptores de la <b>precipitación</b> como factor desencadenante del área en evaluación                          | Extraordinaria                |
|  |  |   |  | Muy fuerte                    |
|  |  |   |  | Fuerte                        |
|  |  |   |  | Moderado                      |
|  |  |   |  | Ligera                        |
| <b>dependiente</b><br><br>el peligro           | Esta es la probabilidad de un fenómeno físico potencialmente dañino que ocurre en un lugar específico con una intensidad específica y dentro de un rango de tiempo y frecuencia específico, naturalmente originado o causado por actividades humanas   | La presente investigación evaluará el nivel de peligro a través de los factores condicionantes del territorio (geología, geomorfología y pendiente) y el parámetro de evaluación (frecuencia) y serán evaluados con la matriz de Satty con la finalidad de obtener los pesos ponderados y verificar en que porcentaje favorecen a la ocurrencia del peligro.  | 5 descriptores de la <b>geología, geomorfología y pendiente</b> como factores condicionantes del área en evaluación. | Peligro muy alto (color rojo) |
|  |  |   | 5 descriptores de la <b>frecuencia de lluvias</b> como parámetro de evaluación                                       | Peligro alto (color verde)    |
|  |  |   |  | Peligro medio (color naranja) |
|  |  |   |  | Peligro bajo (color amarillo) |

Fuente: Elaboración propia



### **3.3 Población (Criterios de selección), muestra**

#### **3.3.1 Población**

Se ha tomado como población a las diversas quebradas del barrio Santa Ana

#### **3.3.2 Muestra**

La quebrada Santa Cecilia y su área de influencia que posee un área de 11.25Ha y 779m de longitud.

#### **3.3.3 Tipo de Muestreo**

El tipo de muestreo seleccionado es el No Probabilístico.

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

- Cartas Nacionales - Instituto Geográfico Nacional (IGN).
- Información pluviométrica de la estación de meteorología – SENHAMI.
- Fotogrametría - Programa Google Earth Pro.
- El procedimiento metodológico enfocado en la elaboración de los mapas con niveles de peligrosidad - El Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales – 02 Versión de la CENEPRED.
- Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas - Instituto Nacional de Estadística e Informática.

### **3.5 Procedimientos**

Las coordenadas UTM Este (x) y Norte (y) del área en evaluación y área de influencia se obtendrá del programa Google Earth Pro.

Los datos del factor desencadenante se obtendrán de la precipitación diaria desde el año 1965 hasta el 2014 de la estación más cercana al área de estudio, con la finalidad de procesarla con el programa R estudio y obtener el rango de percentiles según el SENHAMI.

Las unidades de los factores condicionantes (geología, geomorfología) del área de evaluación se obtendrán de las Plataformas y geo servicios de información geográfica en la gestión de riesgos.

La Información sobre elementos expuestos (infraestructura habitacional, saneamiento, educación, agricultura, industria, comercio y turismo, transporte y comunicaciones, energía, agua, saneamiento, recursos naturales renovables,

recursos naturales no renovables) que se encuentran en riesgo por fenómenos de lluvia se obtendrá del Censo Nacional 2017: Población XII, Vivienda VII y Comunidad Indígena III-INEI

Los cinco descriptores de los parámetros de evaluación (frecuencia) se obtendrán del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales 02 Versión - CENEPRED.

El rango de pendientes del área en evaluación se obtendrá partir de la curva de nivel (la información se obtendrá de la Carta Nacional del IGN en formato Shapefile), el cual se procesará con el programa Arc Gis.

### **3.6 Método de análisis de datos**

Una vez caracterizado la zona de estudio a través de los parámetros y descriptores se procederá a la ponderación de los mismos con el Método Multicriterio.

Asimismo, se elaborará los mapas de los factores condicionantes y desencadenantes a través del Sistema de información Geográfica con la finalidad de obtener el mapa de peligrosidad del área en evaluación.

### **3.7 Aspectos éticos**

La presente investigación es un trabajo inédito en el cual se ha citado las fuentes según las normas APA, y se ha realizado las diferentes disposiciones de la guía de elaboración de trabajos de investigación y otros documentos que facilitó la Universidad César Vallejo para su cabal cumplimiento.

Asimismo, indico que el proyecto se ha realizado contemplando el Código de Ética en Investigación de la Universidad César Vallejo y finalmente me someto al proceso de anti plagio.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Ubicación

#### 4.1.1 Ubicación política

El área de estudio en el cual se realizará la evaluación de peligro por inundación pluvial tiene la siguiente ubicación política:

Región: Ayacucho

Provincia: Huamanga

Distrito: Ayacucho

Quebrada: Santa Cecilia

#### 4.1.2 Ubicación geográfica

Del Google Earth se obtuvo las coordenadas del área que se va a evaluar, el cual presenta un área de 11.25 Ha y el perímetro del terreno es de 779 m de longitud.

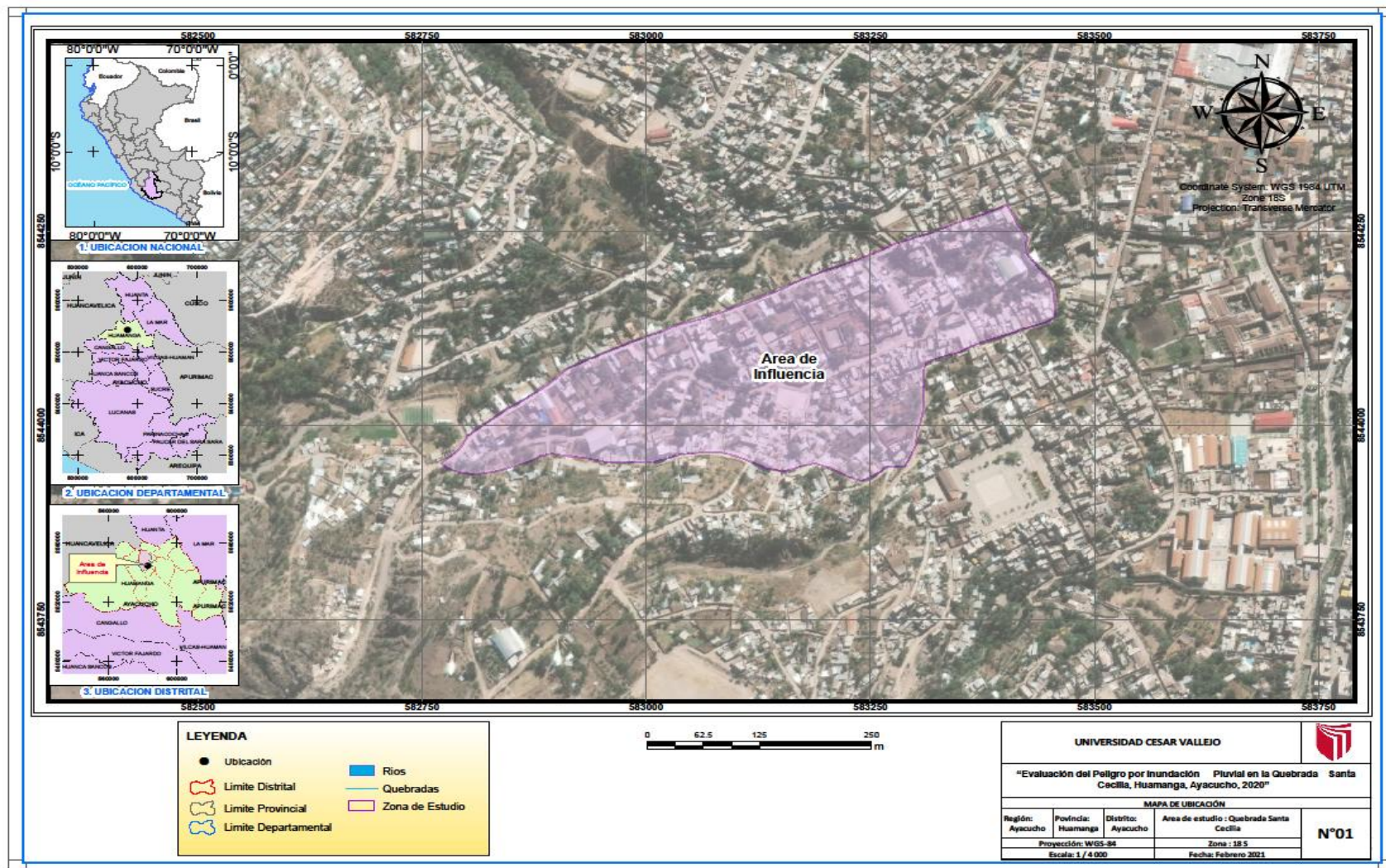
Tabla 5. Coordenadas del área de estudio

| Punto | Coordenadas |         |
|-------|-------------|---------|
|       | Este        | Norte   |
| P1    | 582772      | 8543951 |
| P2    | 582790      | 8543968 |
| P3    | 582801      | 8543987 |
| P4    | 582843      | 8544020 |
| P5    | 582882      | 8544046 |
| P6    | 582912      | 8544072 |
| P7    | 583035      | 8544129 |
| P8    | 583061      | 8544137 |
| P9    | 583143      | 8544171 |
| P10   | 583170      | 8544186 |
| P11   | 583259      | 8544224 |
| P12   | 583278      | 8544234 |
| P13   | 583324      | 8544250 |
| P14   | 583402      | 8544284 |
| P15   | 583416      | 8544255 |
| P16   | 583425      | 8544242 |
| P17   | 583423      | 8544223 |
| P18   | 583448      | 8544190 |

|     |        |         |
|-----|--------|---------|
| P19 | 583453 | 8544175 |
| P20 | 583456 | 8544139 |
| P21 | 583444 | 8544132 |
| P22 | 583377 | 8544108 |
| P23 | 583349 | 8544093 |
| P24 | 583313 | 8544082 |
| P25 | 583309 | 8544071 |
| P26 | 583308 | 8544018 |
| P27 | 583302 | 8543990 |
| P28 | 583301 | 8543976 |
| P29 | 583295 | 8543962 |
| P30 | 583286 | 8543947 |
| P31 | 583261 | 8543940 |
| P32 | 583240 | 8543928 |
| P33 | 583188 | 8543951 |
| P34 | 853153 | 8543941 |
| P35 | 583133 | 8543945 |
| P36 | 583106 | 8543958 |
| P37 | 583083 | 8543965 |
| P38 | 583064 | 8543965 |
| P39 | 583037 | 8543962 |
| P40 | 583011 | 8543953 |
| P41 | 582985 | 8543952 |
| P42 | 582956 | 8543952 |
| P43 | 582933 | 8543958 |
| P44 | 582895 | 8543963 |
| P45 | 582883 | 8543961 |
| P46 | 582871 | 8543954 |
| P47 | 582848 | 8543945 |
| P48 | 582811 | 8543937 |
| P49 | 582797 | 8543938 |
| P50 | 582779 | 8543944 |

Fuente: Google Earth

Figura 6. Mapa de Ubicación de la quebrada Santa Cecilia



Fuente: Elaboración propia

## 4.2 Descripción física

Se realizó un recorrido de la zona de estudio, el cual se puede apreciar que el terreno tiene variación de pendientes, geología y geomorfología variada.

Figura 7. Vista panorámica de la quebrada Santa Cecilia



**Fuente:** Elaboración propia

### 4.2.1 Geología

Según el mapa geológico de la carta 27-ñ, zona 18 y cuadrícula L, elaborado por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET, la Quebrada Santa Cecilia está conformado por las siguientes unidades geológicas, los cuales también se muestran en la figura 8.

**Depósito Eluvial (Qh-el):** Está formado por gravas y arenas en una matriz areno limosa.

**Formación Huari (Np-hu):** conformado por flujo de lavas grises porfíricas con cristales de homblenda envuelta en una matriz vitra.

**Formación Ayacucho – Miembro Superior (Nm-ay-s):** formadas por tobas retransportadas intercaladas con limos y arenas con presencia de diatomitas y algunos conglomerados.

**Formación Ayacucho – Miembro Inferior (Nm-ayi/tb2):** conformada por toba lítica con clastos de material volcánico y matriz de ceniza color blanquecina.

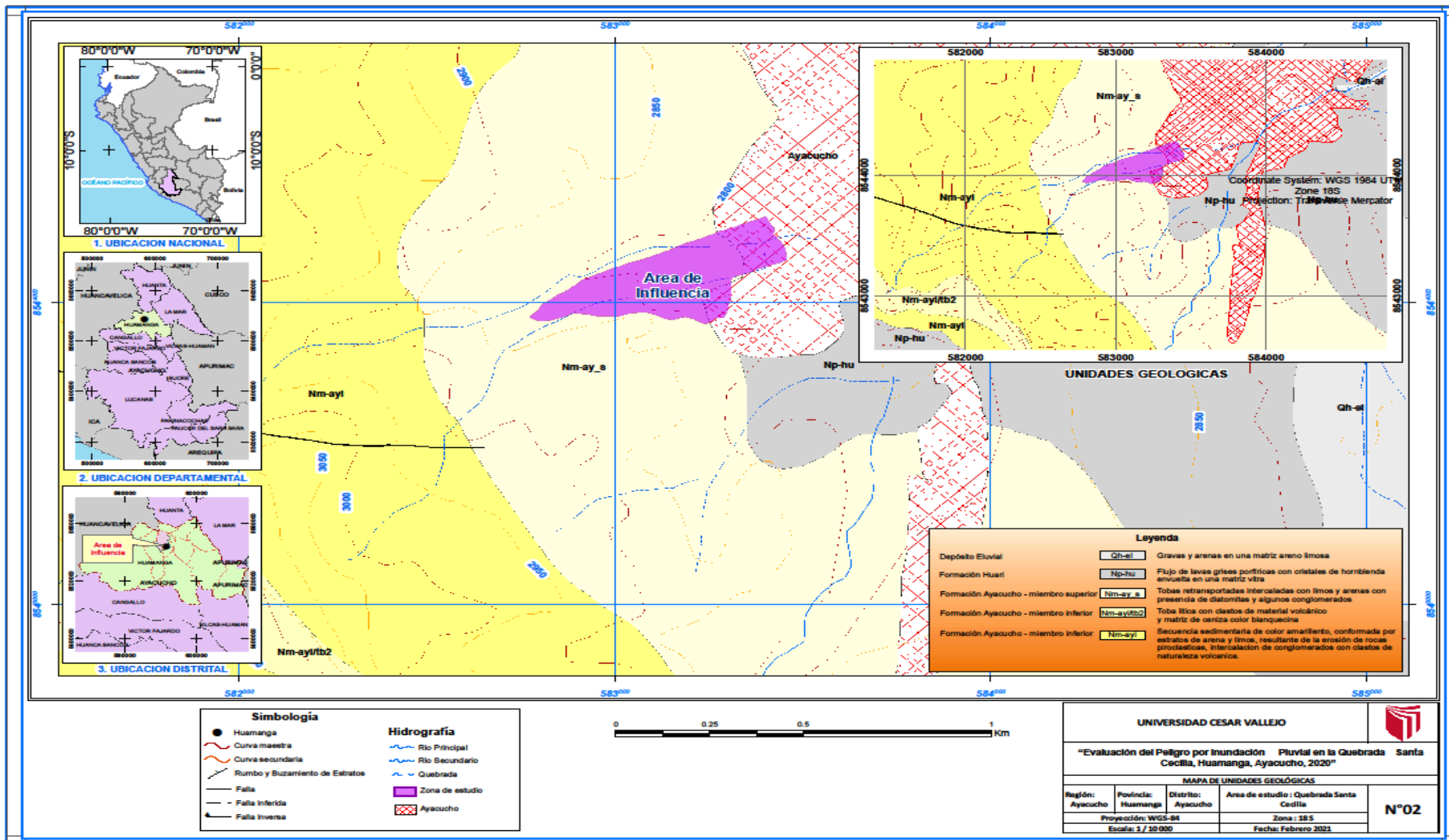
**Formación Ayacucho – Miembro Inferior (Nm-ayi):** conformada por una secuencia sedimentaria de color amarillento, estratos de arena y limos, resultante de la erosión de rocas piroclásticas, intercalación de conglomerados con clastos de naturaleza volcánica.

Tabla 6. Priorización de las unidades geológicas

| <b>Unidad geológica</b>                         | <b>Priorización</b> |
|---|---------------------|
| Formación Huari (Np-hu)                         | Muy alto            |
| Formación Ayacucho – Miembro Inferior (Nm-ayi)  | Alto                |
| Formación Ayacucho – Miembro Superior (Nm-ay-s) | Medio               |
| Depósito Eluvial (Qh-el):                       | Bajo                |
| Formación Ayacucho – Miembro Superior (Nm-ay-s) | Muy bajo            |

Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Mapa de geología



Fuente: Elaboración propia



#### 4.2.2 Geomorfología

Según el mapa geológico de la carta 27-ñ, zona 18 y cuadrícula L, elaborado por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET, la Quebrada Santa Cecilia está conformado por las siguientes unidades geomorfológicas.

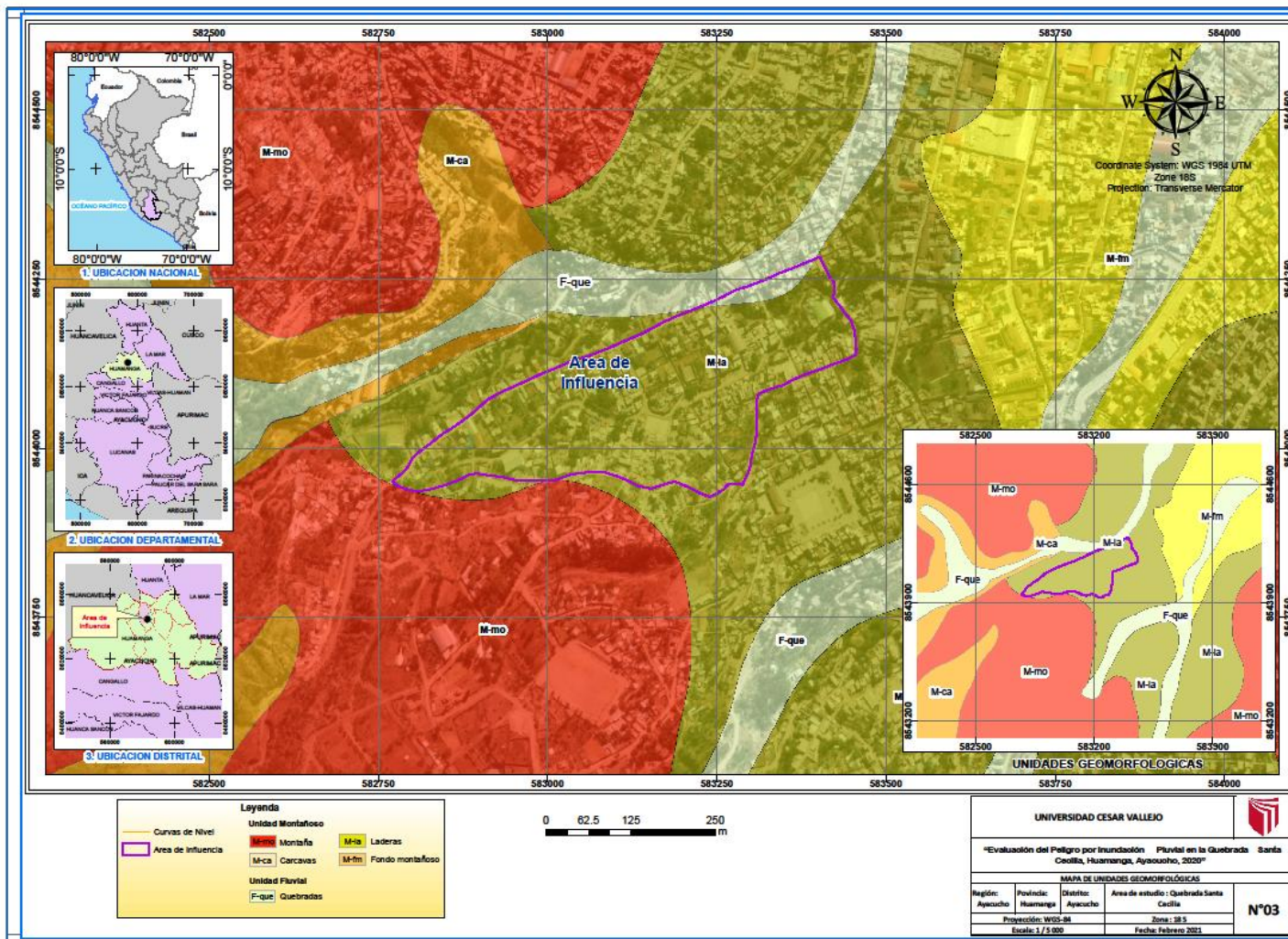
Tabla 7. Priorización de las unidades geomorfológicas

| Unidad geomorfológica  | Priorización |
|------------------------|--------------|
| Laderas (M-la)         | Muy alto     |
| Cárcavas (M-ca)        | Alto         |
| Quebradas (F-que)      | Medio        |
| Fondo Montañoso (M-fm) | Bajo         |
| Montaña (M-mo)         | Muy bajo     |

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 9 se muestra el mapa geomorfológico con sus respectivas unidades.

Figura 9. Mapa geomorfológico



Fuente: Elaboración propia

### 4.2.3 Pendiente del terreno

Los rangos de pendientes se han obtenido del procesamiento de información del shapefile de las curvas de nivel de la cuadrícula 27- ñ, donde se ubica el área de estudio, de los resultados se obtiene los siguientes rangos de pendientes y su respectiva priorización, los cuales se muestran en la tabla 8.

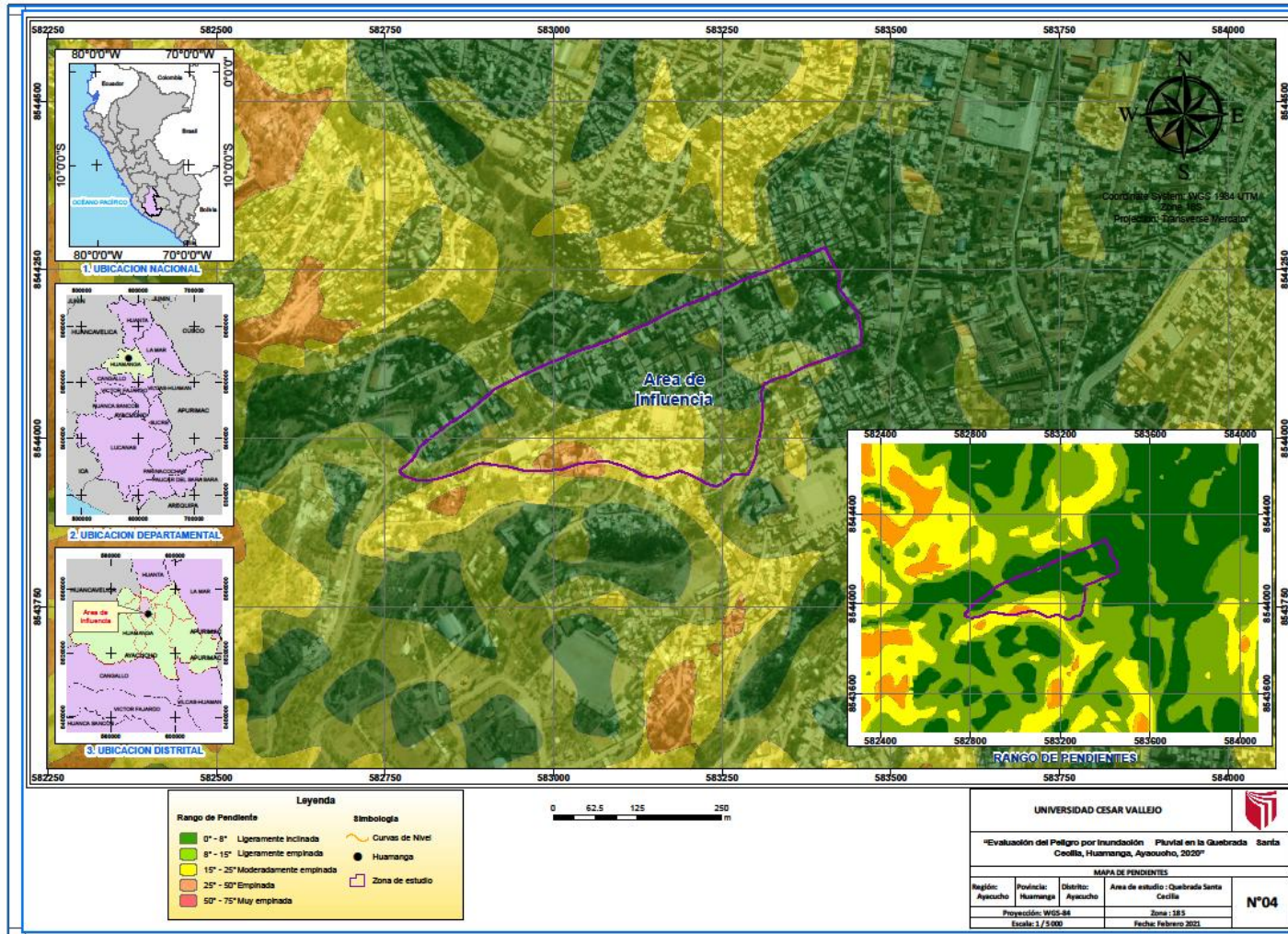
Tabla 8. Priorización de las unidades de pendientes

| Unidad de pendiente              | Priorización |
|----------------------------------|--------------|
| Ligeramente inclinada (0° - 8°)  | Muy alto     |
| Ligeramente empinada (8° - 15°)  | Alto         |
| Moderadamente empinada (15°-25°) | Medio        |
| Empinada (25°-50°)               | Bajo         |
| Muy empinada (50°-75°)           | Muy bajo     |

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 10 se muestra el mapa de pendientes.

El mapa de pendientes está caracterizado con diversos colores, las zonas sombreadas de verde oscuro indican que posee una pendiente ligeramente inclinada; el peligro se presenta con mayor intensidad, el verde claro una pendiente ligeramente empinada, amarillo representa pendiente moderadamente empinada, rosado claro presenta pendiente empinado y rosado oscuro señala pendiente muy empinado; en el que se genera peligro muy bajo.



Fuente: Elaboración propia

### 4.3 Características del clima

#### 4.3.1 Precipitación

Para calcular la precipitación en el área de estudio, se descargaron los datos hidrometeorológicos de diferentes estaciones cercanas para interpolar los datos de precipitación. Cuyos datos corresponden del año 2017 al 2020

Tabla 9. Estaciones cercanas al área de estudio

| ESTACIONES:        | COORDENADAS DATUM WGS84 18 S |           | ALTITUD (MSNM) | PERIODO   |
|--------------------|------------------------------|-----------|----------------|-----------|
|                    | X (ESTE)                     | Y (NORTE) |                |           |
| HUANTA             | 577755                       | 8572560   | 2485           | 2017-2020 |
| PACAYCASA          | 584940                       | 8554284   | 2470           | 2017-2020 |
| PAMPA CANGALLO     | 586676                       | 8500589   | 3315           | 2017-2020 |
| QUINUA             | 593070                       | 8556572   | 3215           | 2017-2020 |
| SAN PEDRO DE CACHI | 566054                       | 8553117   | 3247           | 2017-2020 |

Fuente: SENAMHI

Según los percentiles del SENHAMI la precipitación anual oscila de 6.50mm – 13.20mm (mín - máx pp). Así mismo se muestra en los siguientes gráficos las precipitaciones máximas y mínimas por estación hidrometeorológica en la zona de estudio.

Tabla 10. Precipitación promedio anual del 2017 al 2020

| ESTACIONES         | ENE  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN | JUL | AGO  | SEP | OCT  | NOV  | DIC  | ANUAL |
|--------------------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|-----|------|------|------|-------|
| HUANTA             | 15.3 | 17.5 | 11.3 | 0    | 0    | 0   | 0   | 6.9  | 6.2 | 15.9 | 11   | 18.3 | 8.5   |
| PACAYCASA          | 17.6 | 15   | 21   | 9.1  | 6    | 0.8 | 7.6 | 8.1  | 8.6 | 8.6  | 18   | 19.6 | 11.7  |
| PAMPA CANGALLO     | 16.4 | 16.3 | 16.1 | 4.6  | 3    | 0.4 | 3.8 | 7.5  | 7.4 | 12.2 | 14.5 | 18.9 | 10.1  |
| QUINUA             | 7.7  | 15.7 | 5.5  | 4.5  | 5.5  | 3.9 | 1.8 | 2    | 3.6 | 9.7  | 5.9  | 12.4 | 6.5   |
| SAN PEDRO DE CACHI | 21.1 | 18.9 | 21.5 | 11.6 | 12.3 | 1.3 | 6.3 | 10.3 | 5   | 11.5 | 17.6 | 20.6 | 13.2  |

Fuente: SENHAMI

Tabla 11. Priorización de la anomalía de precipitación

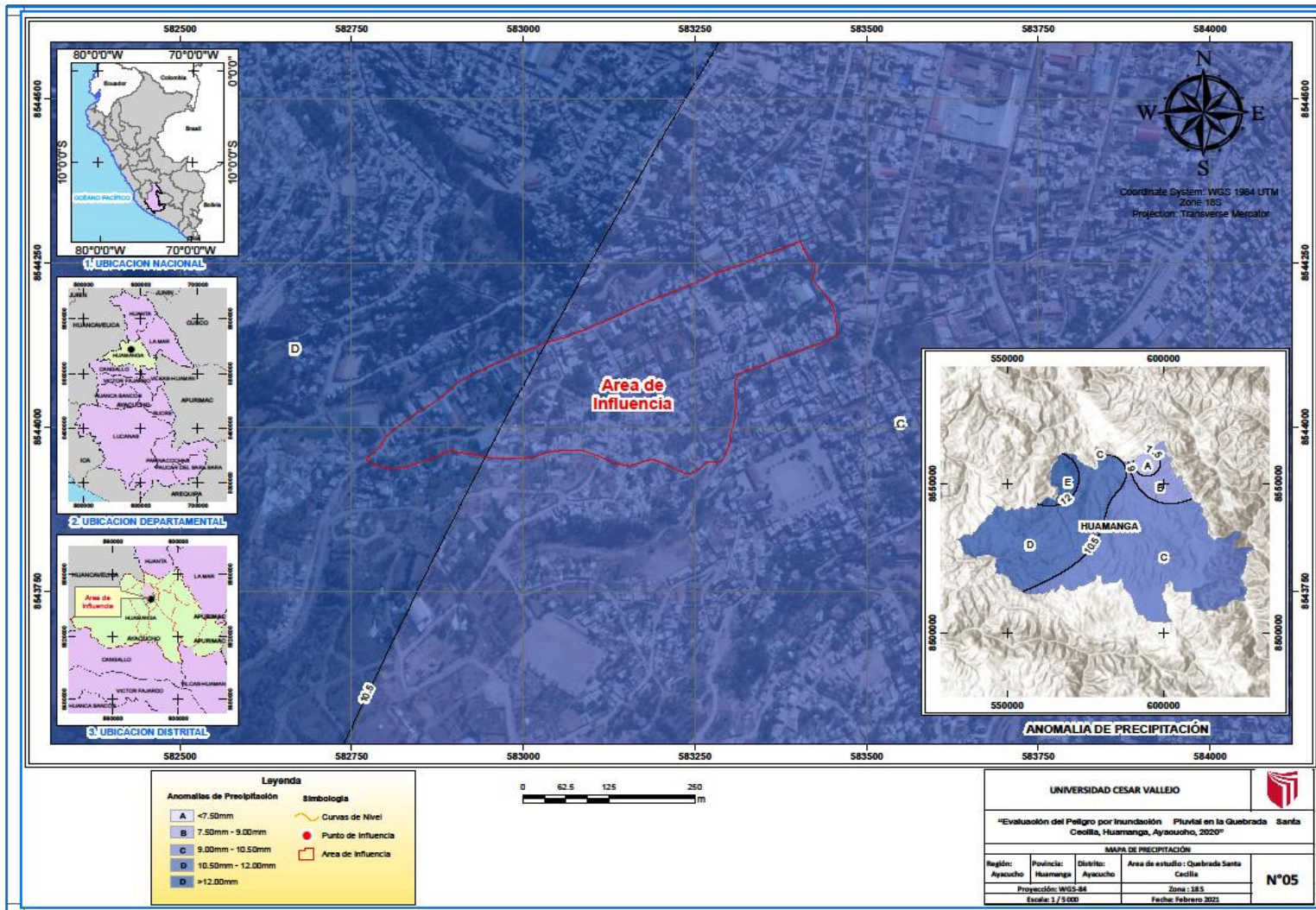
| Unidad de pendiente     | Priorización |
|-------------------------|--------------|
| Extraordinaria > 12mm   | Muy alto     |
| Muy fuerte 10.50mm-12mm | Alto         |
| Fuerte 9mm-10.50mm      | Medio        |
| Moderado 7.50mm-9mm     | Bajo         |
| Ligera <7.50mm          | Muy bajo     |

Fuente: Elaboración propia

La priorización de los rangos de la precipitación se toma de mayor a menor, quiere decir para precipitaciones mayores a 12mm, el peligro en la zona se caracteriza por ser muy alto y en casos extremos si las precipitaciones fueran menores a 7.50mm se estaría generando peligro muy bajo

#### Figura 10. Mapa de precipitación

La Figura 10 muestra un mapa de precipitación o isoyetas, que se caracteriza porque las líneas presentadas representan la distribución de la precipitación en el área evaluada. Estas líneas se generan a partir de un ráster, que es el producto de la interpolación de puntos que tienen información sobre las precipitaciones en el área.



Fuente: Elaboración propia

## 4.4 Aspectos sociales

### 4.4.1 Población

#### Población según sexo

Según los resultados del Instituto Nacional de Estadística e Informática del censo nacional 2017: XII Población, VII de Vivienda y III de comunidades Indígenas, señala que la población de la quebrada Santa Cecilia cuenta con 1210 habitantes de los cuales el 49.17% son varones y el 50.83% son mujeres.

Tabla 12 Población según sexo

| Area de estudio        | Población según sexo |         | Total |
|------------------------|----------------------|---------|-------|
|                        | Varones              | Mujeres |       |
| Quebrada Santa Cecilia | 595                  | 615     | 1210  |
| %                      | 49.17%               | 50.83%  | 100%  |

Fuente: CENSO, 2017

#### Población según grupo etario

Tabla 13. Población según grupo etario

| Población según grupo etario | Total |        |
|------------------------------|-------|--------|
| Población de 0 a 14 años     | 323   | 26.69% |
| Población de 15 a 29 años    | 360   | 29.75% |
| Población de 30 a 44 años    | 254   | 20.99% |
| Población de 45 a 64 años    | 175   | 14.46% |
| Población mayor a 65 años    | 98    | 8.10%  |
| Total                        | 1210  | 100%   |

Fuente: CENSO, 2017

### 4.4.2 Vivienda

Según los resultados del Instituto Nacional de Estadística e Informática del censo nacional 2017: XII Población, VII de Vivienda y III de comunidades Indígenas, señala que la población de la quebrada Santa Cecilia cuenta con 23 manzanas con un total de 331 viviendas.



## Vivienda según tipo

Tabla 14. Total, de viviendas según tipo

| Vivienda según tipo          | Total |         |
|------------------------------|-------|---------|
| Casa independiente           | 314   | 94.87%  |
| Vivienda en quinta           | 11    | 3.32%   |
| Vivienda en casa de vecindad | 5     | 1.51%   |
| Vivienda improvisada         | 1     | 0.30%   |
| Total                        | 331   | 100.00% |

Fuente: CENSO, 2017

## Material predominante de las paredes

Tabla 15. Material predominante en paredes exteriores de la vivienda

| Material predominante en paredes exteriores de la vivienda | Total |         |
|--|-------|---------|
| Ladrillo o bloque de cemento                               | 157   | 54.70%  |
| Piedra o sillar con cal o cemento                          | 2     | 0.70%   |
| Adobe  | 119   | 41.46%  |
| Tapia  | 5     | 1.74%   |
| Quincha (caña con barro)                                   | 2     | 0.70%   |
| Triplay / calamina / estera                                | 2     | 0.70%   |
| Total  | 287   | 100.00% |

Fuente: CENSO, 2017

## Material predominante en los pisos de la vivienda

Tabla 16. Material predominante en los pisos de la vivienda

| Material predominante en los pisos de la vivienda | Total |         |
|---|-------|---------|
| Parquet o madera pulida                           | 3     | 1.05%   |
| Láminas asfálticas, vinílicos o similares         | 1     | 0.35%   |
| Losetas, terrazos, cerámicos o similares          | 32    | 11.15%  |
| Madera (poma, tornillo, etc.)                     | 2     | 0.70%   |
| Cemento   | 168   | 58.54%  |
| Tierra  | 81    | 28.21%  |
| Total   | 287   | 100.00% |

Fuente: CENSO, 2017

### 4.4.3 Servicios básicos

#### Servicio de Agua.

En la quebrada Santa Cecilia cuenta con red pública dentro de la vivienda 89.20 %, el 8.01% se abastecen de la red fuera de la vivienda, el 1.39% de pilón o

pileta de uso público, el 0.35% del río y 1.05% tienen otro tipo de abastecimiento de agua.

Tabla 17. Tipo de abastecimiento de agua en la vivienda

| Tipo de abastecimiento de agua en la vivienda                   | Total |         |
|---|-------|---------|
| Red pública dentro de la vivienda                               | 256   | 89.20%  |
| Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación | 23    | 8.01%   |
| Pilón o pileta de uso público                                   | 4     | 1.39%   |
| Río, acequia, lago, laguna                                      | 1     | 0.35%   |
| Otro tipo de abastecimiento de agua                             | 3     | 1.05%   |
| Total   | 287   | 100.00% |

Fuente: CENSO, 2017

### Servicios higiénicos

El 86.41 % de las viviendas están conectados a la red pública de desagüe dentro de la vivienda, el 7.67% fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación, y en menor porcentaje están conectados a pozo séptico, letrina, Pozo ciego, río, campo abierto.

Tabla 18. Servicios higiénicos disponibles

| Servicios higiénicos que tiene la vivienda está conectado a :   | Total |         |
|---|-------|---------|
| Red pública de desagüe dentro de la vivienda                    | 248   | 86.41%  |
| Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación | 22    | 7.67%   |
| Pozo séptico, tanque séptico o biodigestor                      | 3     | 1.05%   |
| Letrina (con tratamiento)                                       | 5     | 1.74%   |
| Pozo ciego o negro  | 2     | 0.70%   |
| Río, acequia, canal o similar                                   | 4     | 1.39%   |
| Campo abierto o al aire libre                                   | 3     | 1.04%   |
| Total   | 287   | 100.00% |

Fuente: CENSO, 2017

### Servicios de alumbrado

El 90.94% de las viviendas cuentan con este servicio, mientras que el 9.06% no cuenta con servicio de alumbrado eléctrico.

Tabla 19. Servicio de alumbrado

| Alumbrado eléctrico por red pública | Total |         |
|-------------------------------------|-------|---------|
| Si dispone de alumbrado             | 261   | 90.94%  |
| No dispone de alumbrado             | 26    | 9.06%   |
| Total                               | 287   | 100.00% |

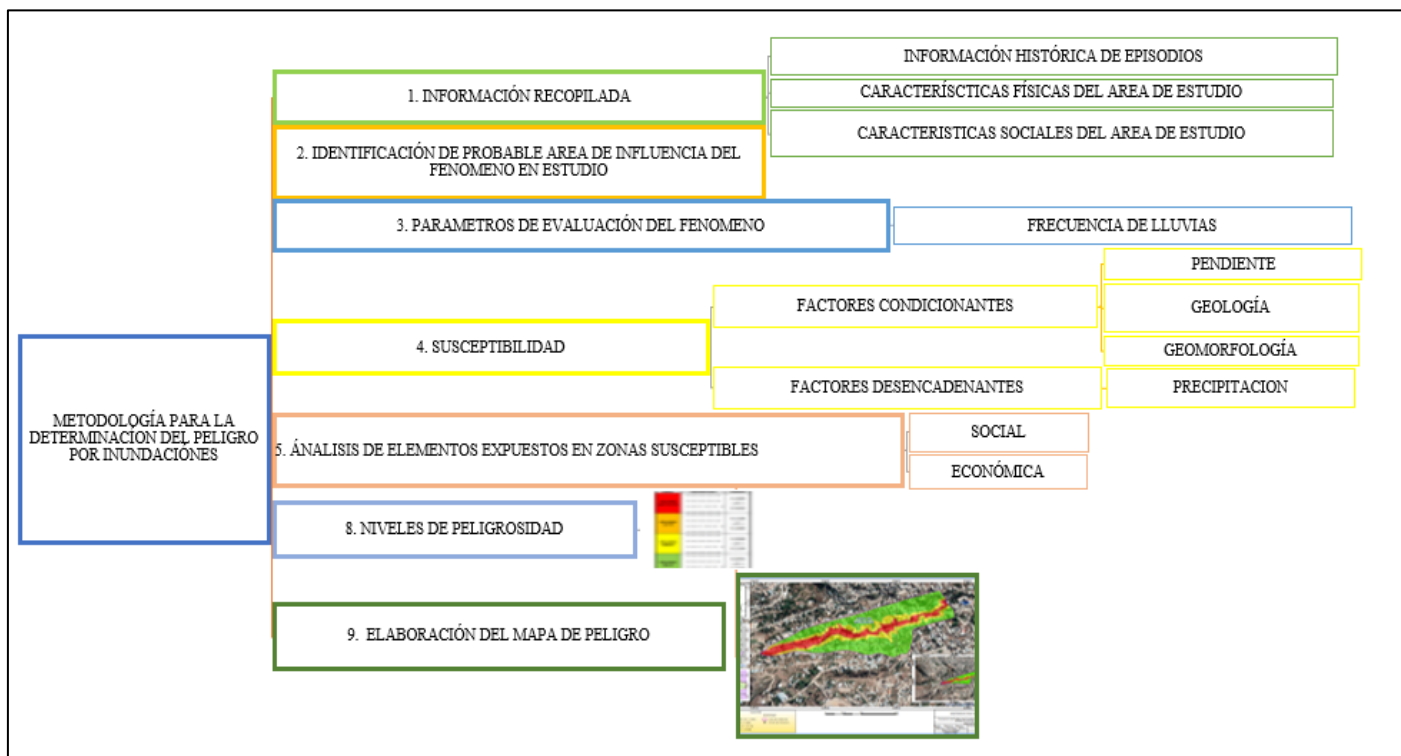
Fuente: CENSO, 2017

## 4.5 De la evaluación del peligro

### 4.5.1 Metodología para la determinación del peligro

Para determinar el grado de peligro en el área de estudio, se considerará los alcances que establecidos en el manual del CENEPRED.

Gráfico 12. Metodología para la determinación del peligro



Fuente: CENEPRED

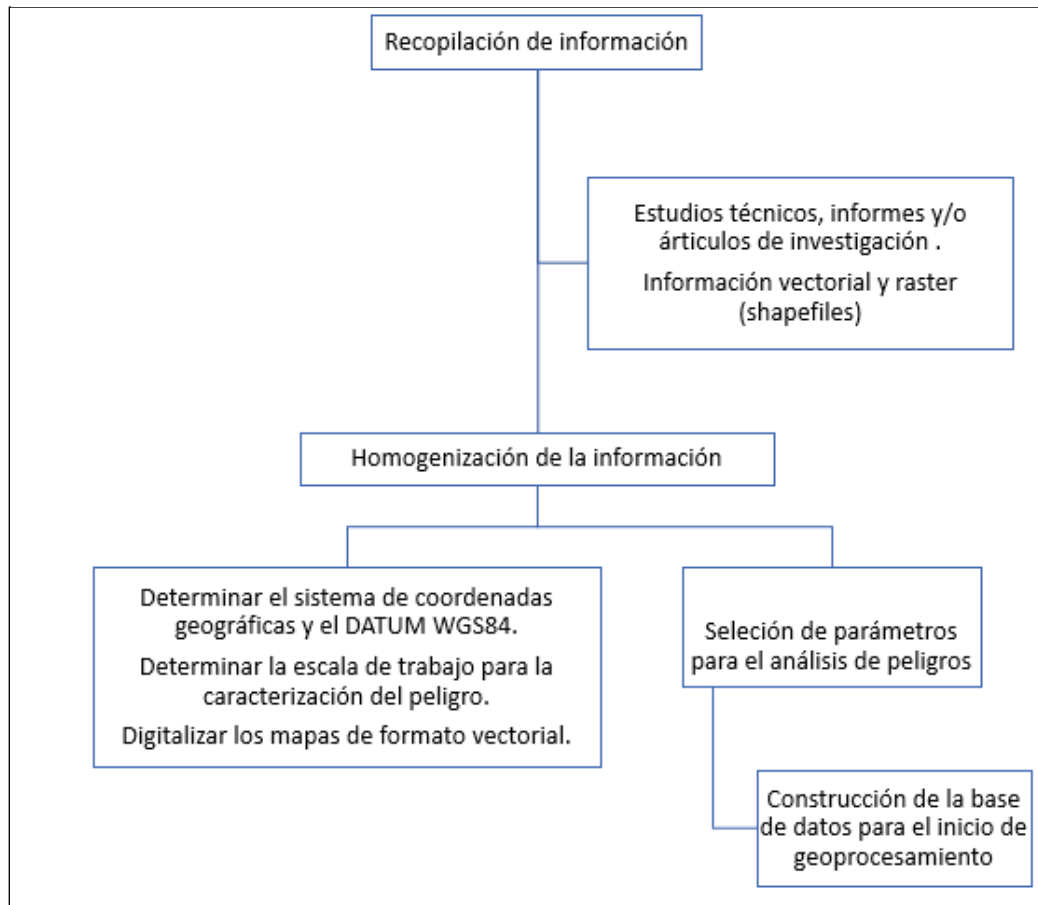
### 4.5.2 Metodología para la determinación del peligro

Se ha realizado la recopilación de la información existente: investigación publicada por las entidades técnicas y científicas competentes (INGEMMET, SENAMHI, DECI), información histórica, investigación sobre áreas peligrosas, cartografía, geología y accidentes geográficos del área que es sujeta a evaluación.

### 4.5.3 Identificación del peligro

Las amenazas en el área de evaluación están estrechamente relacionadas con eventos hidrometeorológicos, las lluvias registradas en 2009 ocasionaron que las quebradas de piscotambo, pueblo libre y río seco produzcan huaycos e inundaciones. Durante muchos años ha sido un peligro persistente y tiene un mayor impacto en los hechos ocurridos ese año.

Gráfico 13. Flujoograma general del proceso de análisis de información



Fuente: CENEPRED

#### 4.5.4 Caracterización del peligro

El fenómeno de inundación pluvial, es un fenómeno natural se caracteriza por la concentración y la persistencia de las lluvias en un intervalo de tiempo en las depresiones del área de evaluación acumulándose por horas o días saturando la capacidad del suelo a ser drenada.

#### 4.5.5 Determinación del nivel de peligrosidad

Para determinar el grado de peligrosidad, se realizará un cálculo de matriz de Satty de cada parámetro y su descriptor.

#### Análisis del Parámetro de evaluación del peligro

##### Frecuencia

De acuerdo a la información del SENHAMI, la frecuencia de precipitación en el área de evaluación es lluvioso que predomina en los meses de septiembre hasta abril el cual concentra 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 periodo de tiempo sobre un suelo poco permeable.

Tabla 20. Priorización de la frecuencia

| Rangos de Frecuencia | Priorización |
|----------------------|--------------|
| cada año             | Muy alto     |
| Cada 2 a 3 años      | Alto         |
| Cada 4 a 6 años      | Medio        |
| Cada 7 a 10 años     | Bajo         |
| Mayor a 10 años      | Muy bajo     |

Fuente: SENHAMI

### Ponderación de la frecuencia

### Matriz de comparación de pares

Tabla 21. Matriz de comparación de pares de la frecuencia

| Frecuencia de lluvias | cada año | Cada 2 a 3 años | Cada 4 a 6 años | Cada 7 a 10 años | Mayor a 10 años |
|-----------------------|----------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|
| cada año              | 1.00     | 3.00            | 5.00            | 7.00             | 9.00            |
| Cada 2 a 3 años       | 0.33     | 1.00            | 3.00            | 5.00             | 7.00            |
| Cada 4 a 6 años       | 0.20     | 0.33            | 1.00            | 3.00             | 5.00            |
| Cada 7 a 10 años      | 0.14     | 0.20            | 0.33            | 1.00             | 3.00            |
| Mayor a 10 años       | 0.11     | 0.14            | 0.20            | 0.33             | 1.00            |
| SUMA                  | 1.79     | 4.68            | 9.53            | 16.33            | 25.00           |
| 1/ SUMA               | 0.56     | 0.21            | 0.10            | 0.06             | 0.04            |

Fuente: Elaboración propia

### Matriz de Normalización

Tabla 22. Matriz de comparación de pares de la frecuencia

| Frecuencia de lluvias | cada año | Cada 2 a 3 años | Cada 4 a 6 años | Cada 7 a 10 años | Mayor a 10 años | Vector Priorización |
|-----------------------|----------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|---------------------|
| cada año              | 0.560    | 0.642           | 0.524           | 0.429            | 0.360           | 0.503               |
| Cada 2 a 3 años       | 0.187    | 0.214           | 0.315           | 0.306            | 0.280           | 0.260               |
| Cada 4 a 6 años       | 0.112    | 0.071           | 0.105           | 0.184            | 0.200           | 0.134               |
| Cada 7 a 10 años      | 0.080    | 0.043           | 0.035           | 0.061            | 0.120           | 0.068               |
| Mayor a 10 años       | 0.062    | 0.031           | 0.021           | 0.020            | 0.040           | 0.035               |

|    |       |
|----|-------|
| IC | 0.061 |
| RC | 0.054 |

Fuente: Elaboración propia

## 4.5.6 Análisis de la susceptibilidad del ámbito geográfico

## Análisis del factor desencadenante: Precipitación

- Considerándose un único parámetro general (precipitación), el peso de este parámetro es 1.
- Los descriptores de la precipitación muestran las características de las lluvias intensas extremas, incluida una comparación de la precipitación media anual máxima de enero de 2017 a enero de 2020. Sus respectivos umbrales de precipitación se clasifican como días extraordinario porque superan el 99%.
- En la matriz se muestran descriptores divididos en cinco niveles, que están relacionados con el rango de anomalías de lluvia expresado gradualmente y el valor en milímetros.
- Para obtener la ponderación del parámetro del factor desencadenante, se utiliza el proceso de jerarquía analítica y el resultado es.

### Ponderación de la precipitación

#### Matriz de comparación de pares

Tabla 23. Matriz de comparación de pares de la precipitación

| Precipitación                | Extraordinaria > 12mm | Muy fuerte 10.50mm – 12.00mm | Fuerte 9.00mm – 10.50mm | Moderado 7.50mm – 9.00mm | Ligera < 7.50mm |
|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------|
| Extraordinaria > 12mm        | 1.00                  | 3.00                         | 5.00                    | 7.00                     | 9.00            |
| Muy fuerte 10.50mm – 12.00mm | 0.33                  | 1.00                         | 3.00                    | 5.00                     | 7.00            |
| Fuerte 9.00mm – 10.50mm      | 0.20                  | 0.33                         | 1.00                    | 3.00                     | 5.00            |
| Moderado 7.50mm – 9.00mm     | 0.14                  | 0.20                         | 0.33                    | 1.00                     | 3.00            |
| Ligera < 7.50mm              | 0.11                  | 0.14                         | 0.20                    | 0.33                     | 1.00            |
| <b>SUMA</b>                  | 1.79                  | 4.68                         | 9.53                    | 16.33                    | 25.00           |
| <b>1/SUMA</b>                | 0.56                  | 0.21                         | 0.10                    | 0.06                     | 0.04            |

Fuente: Elaboración propia

#### Matriz de Normalización

Tabla 24. Matriz de normalización de la precipitación

| Precipitación                | Extraordinaria > 12mm | Muy fuerte 10.50mm – 12.00mm | Fuerte 9.00mm – 10.50mm | Moderado 7.50mm – 9.00mm | Ligera < 7.50mm | Vector Priorización |
|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------|---------------------|
| Extraordinaria > 12mm        | 0.560                 | 0.642                        | 0.524                   | 0.429                    | 0.360           | 0.503               |
| Muy fuerte 10.50mm – 12.00mm | 0.187                 | 0.214                        | 0.315                   | 0.306                    | 0.280           | 0.260               |
| Fuerte 9.00mm – 10.50mm      | 0.112                 | 0.071                        | 0.105                   | 0.184                    | 0.200           | 0.134               |
| Moderado 7.50mm – 9.00mm     | 0.080                 | 0.043                        | 0.035                   | 0.061                    | 0.120           | 0.068               |
| Ligera < 7.50mm              | 0.062                 | 0.031                        | 0.021                   | 0.020                    | 0.040           | 0.035               |

#### Índice de consistencia y relación de consistencia

|    |       |
|----|-------|
| IC | 0.061 |
| RC | 0.054 |

Fuente: Elaboración propia

## Análisis de los factores condicionantes

Los Parámetros considerados son: Pendiente, Geología y Geomorfología

### A. Pendiente

#### Ponderación del factor condicionante: Pendiente

#### Matriz de comparación de pares

Tabla 25. Matriz de comparación de pares de la pendiente

| Pendiente del terreno              | Ligeramente inclinada (0° - 8°) | Ligeramente empinada (8° - 15°) | Moderadamente empinada (15° - 25°) | Empinada (25° - 50°) | Muy Empinada (50° - 75°) |
|------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|----------------------|--------------------------|
| Ligeramente inclinada (0° - 8°)    | 1.00                            | 3.00                            | 5.00                               | 7.00                 | 9.00                     |
| Ligeramente empinada (8° - 15°)    | 0.33                            | 1.00                            | 3.00                               | 5.00                 | 7.00                     |
| Moderadamente empinada (15° - 25°) | 0.20                            | 0.33                            | 1.00                               | 3.00                 | 5.00                     |
| Empinada (25° - 50°)               | 0.14                            | 0.20                            | 0.33                               | 1.00                 | 3.00                     |
| Muy Empinada (50° - 75°)           | 0.11                            | 0.14                            | 0.20                               | 0.33                 | 1.00                     |
| SUMA                               | 1.79                            | 4.68                            | 9.53                               | 16.33                | 25.00                    |
| 1/SUMA                             | 0.56                            | 0.21                            | 0.10                               | 0.06                 | 0.04                     |

Fuente: Elaboración propia

#### Matriz de Normalización

Tabla 26. Matriz de normalización de la pendiente

| Pendiente del terreno              | Ligeramente inclinada (0° - 8°) | Ligeramente empinada (8° - 15°) | Moderadamente empinada (15° - 25°) | Empinada (25° - 50°) | Muy Empinada (50° - 75°) | Vector Priorización |
|------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|----------------------|--------------------------|---------------------|
| Ligeramente inclinada (0° - 8°)    | 0.560                           | 0.642                           | 0.524                              | 0.429                | 0.360                    | 0.503               |
| Ligeramente empinada (8° - 15°)    | 0.187                           | 0.214                           | 0.315                              | 0.306                | 0.280                    | 0.260               |
| Moderadamente empinada (15° - 25°) | 0.112                           | 0.071                           | 0.105                              | 0.184                | 0.200                    | 0.134               |
| Empinada (25° - 50°)               | 0.080                           | 0.043                           | 0.035                              | 0.061                | 0.120                    | 0.068               |
| Muy Empinada (50° - 75°)           | 0.062                           | 0.031                           | 0.021                              | 0.020                | 0.040                    | 0.035               |

#### Índice de consistencia y relación de consistencia

|    |       |
|----|-------|
| IC | 0.061 |
| RC | 0.054 |

Fuente: Elaboración propia

### B. Geología

## Ponderación del factor condicionante: Geología

### Matriz de comparación de pares

Tabla 27. Matriz de comparación de pares de la geología

| Und. Geológicas                                    | Formación Huari (Np-hu) | Formación Ayacucho – Miembro Inferior (Nm-ayi) | Formación Ayacucho – Miembro Inferior (Nm-ayi/tb2) | Formación Huari (Np-hu) | Formación Ayacucho – Miembro Superior (Nm-ay-s) |
|--|-------------------------|--|--|-------------------------|---|
| Formación Huari (Np-hu)                            | 1.00                    | 3.00   | 5.00   | 7.00                    | 9.00  |
| Formación Ayacucho – Miembro Inferior (Nm-ayi)     | 0.33                    | 1.00   | 3.00   | 5.00                    | 7.00  |
| Formación Ayacucho – Miembro Inferior (Nm-ayi/tb2) | 0.20                    | 0.33   | 1.00   | 3.00                    | 5.00  |
| Formación Huari (Np-hu)                            | 0.14                    | 0.20   | 0.33   | 1.00                    | 3.00  |
| Formación Ayacucho – Miembro Superior (Nm-ay-s)    | 0.11                    | 0.14   | 0.20   | 0.33                    | 1.00  |
| SUMA   | 1.79                    | 4.68   | 9.53   | 16.33                   | 25.00   |
| 1/SUMA   | 0.56                    | 0.21   | 0.10   | 0.06                    | 0.04  |

Fuente: Elaboración propia

### Matriz de Normalización

Tabla 28. Matriz de normalización de la geología

| Und. Geológicas                                    | Formación Huari (Np-hu) | Formación Ayacucho – Miembro Inferior | Formación Ayacucho – Miembro Inferior (Nm-ayi/tb2) | Formación Huari (Np-hu) | Formación Ayacucho – Miembro Superior | Vector Priorización |
|--|-------------------------|---------------------------------------|--|-------------------------|---------------------------------------|---------------------|
| Formación Huari (Np-hu)                            | 0.560                   | 0.642                                 | 0.524  | 0.429                   | 0.360                                 | 0.503               |
| Formación Ayacucho – Miembro Inferior              | 0.187                   | 0.214                                 | 0.315  | 0.306                   | 0.280                                 | 0.260               |
| Formación Ayacucho – Miembro Inferior (Nm-ayi/tb2) | 0.112                   | 0.071                                 | 0.105  | 0.184                   | 0.200                                 | 0.134               |
| Formación Huari (Np-hu)                            | 0.080                   | 0.043                                 | 0.035  | 0.061                   | 0.120                                 | 0.068               |
| Formación Ayacucho – Miembro Superior              | 0.062                   | 0.031                                 | 0.021  | 0.020                   | 0.040                                 | 0.035               |

Fuente: Elaboración propia

### Índice de consistencia y relación de consistencia

|    |       |
|----|-------|
| IC | 0.061 |
| RC | 0.054 |

## C. Geomorfología

### Ponderación del factor condicionante: Geomorfología

### Matriz de comparación de pares



Tabla 29. Matriz de comparación de pares de la geomorfología

| Unidades geomorfológicas | Laderas | Carcavas | Quebradas | Fondo Montañoso | Montaña |
|--------------------------|---------|----------|-----------|-----------------|---------|
| Laderas                  | 1.00    | 3.00     | 5.00      | 7.00            | 9.00    |
| Carcavas                 | 0.33    | 1.00     | 3.00      | 5.00            | 7.00    |
| Quebradas                | 0.20    | 0.33     | 1.00      | 3.00            | 5.00    |
| Fondo Montañoso          | 0.14    | 0.20     | 0.33      | 1.00            | 3.00    |
| Montaña                  | 0.11    | 0.14     | 0.20      | 0.33            | 1.00    |
| SUMA                     | 1.79    | 4.68     | 9.53      | 16.33           | 25.00   |
| 1/SUMA                   | 0.56    | 0.21     | 0.10      | 0.06            | 0.04    |

Fuente: Elaboración propia

### Matriz de Normalización

Tabla 30. Matriz de normalización de la geomorfología

| Unidades geomorfológicas | Laderas | Carcavas | Quebradas | Fondo Montañoso | Montaña | Vector Priorización |
|--------------------------|---------|----------|-----------|-----------------|---------|---------------------|
| Laderas                  | 0.560   | 0.642    | 0.524     | 0.429           | 0.360   | 0.503               |
| Carcavas                 | 0.187   | 0.214    | 0.315     | 0.306           | 0.280   | 0.260               |
| Quebradas                | 0.112   | 0.071    | 0.105     | 0.184           | 0.200   | 0.134               |
| Fondo Montañoso          | 0.080   | 0.043    | 0.035     | 0.061           | 0.120   | 0.068               |
| Montaña                  | 0.062   | 0.031    | 0.021     | 0.020           | 0.040   | 0.035               |

### Índice de consistencia y relación de consistencia

|    |       |
|----|-------|
| IC | 0.061 |
| RC | 0.054 |

Fuente: Elaboración propia

### Ponderación de los factores condicionantes

#### Matriz de comparación de pares

Tabla 31. Matriz de comparación de pares de los factores condicionantes

| Factores condicionantes | pendiente | Und. Geomorfológicas | Und.geológicas |
|-------------------------|-----------|----------------------|----------------|
| pendiente               | 1.00      | 2.00                 | 4.00           |
| Und. Geomorfológicas    | 0.50      | 1.00                 | 3.00           |
| Und.geológicas          | 0.25      | 0.33                 | 1.00           |
| SUMA                    | 1.750     | 3.333                | 8.000          |
| 1/SUMA                  | 0.571     | 0.300                | 0.125          |

Fuente: Elaboración propia

## Matriz de Normalización

Tabla 32. Matriz de normalización de de los factores condicionantes

| Factores condicionantes | pendiente | Und. Geomorfológicas | Und.geológicas | Vector Priorizacion |
|-------------------------|-----------|----------------------|----------------|---------------------|
| pendiente               | 0.571     | 0.600                | 0.500          | 0.557               |
| Und. Geomorfológicas    | 0.298     | 0.300                | 0.375          | 0.320               |
| Und.geológicas          | 0.143     | 0.100                | 0.125          | 0.123               |

### Índice de consistencia y relación de consistencia

|    |       |
|----|-------|
| IC | 0.009 |
| RC | 0.017 |

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5.7 Análisis de los elementos expuestos en zonas de susceptibilidad

los elementos expuestos se evaluarán en 2 dimensiones:

##### a. Dimensión social

Población total susceptible al fenómeno de inundación según información del INEI se tiene:

Tabla 33 Elementos expuestos en la dimensión social

| Población según sexo       | Total |        |
|----------------------------|-------|--------|
| Varón                      | 595   | 49.17% |
| Mujer                      | 615   | 50.83% |
| Total                      | 1210  | 100%   |
| Población según grupo etar | Total |        |
| Población de 0 a 14 años   | 323   | 26.69% |
| Población de 15 a 29 años  | 360   | 29.75% |
| Población de 30 a 44 años  | 254   | 20.99% |
| Población de 45 a 64 años  | 175   | 14.46% |
| Población mayor a 65 años  | 98    | 8.10%  |
| Total                      | 1210  | 100%   |

Fuente: Elaboración propia

##### b. Dimensión Económica

#### Infraestructura susceptible al fenómeno de inundación.

Cantidad de Manzanas y viviendas susceptible al fenómeno de inundación según información del INEI y ANA se tiene:

Tabla 34. Elementos expuestos en la dimensión económica

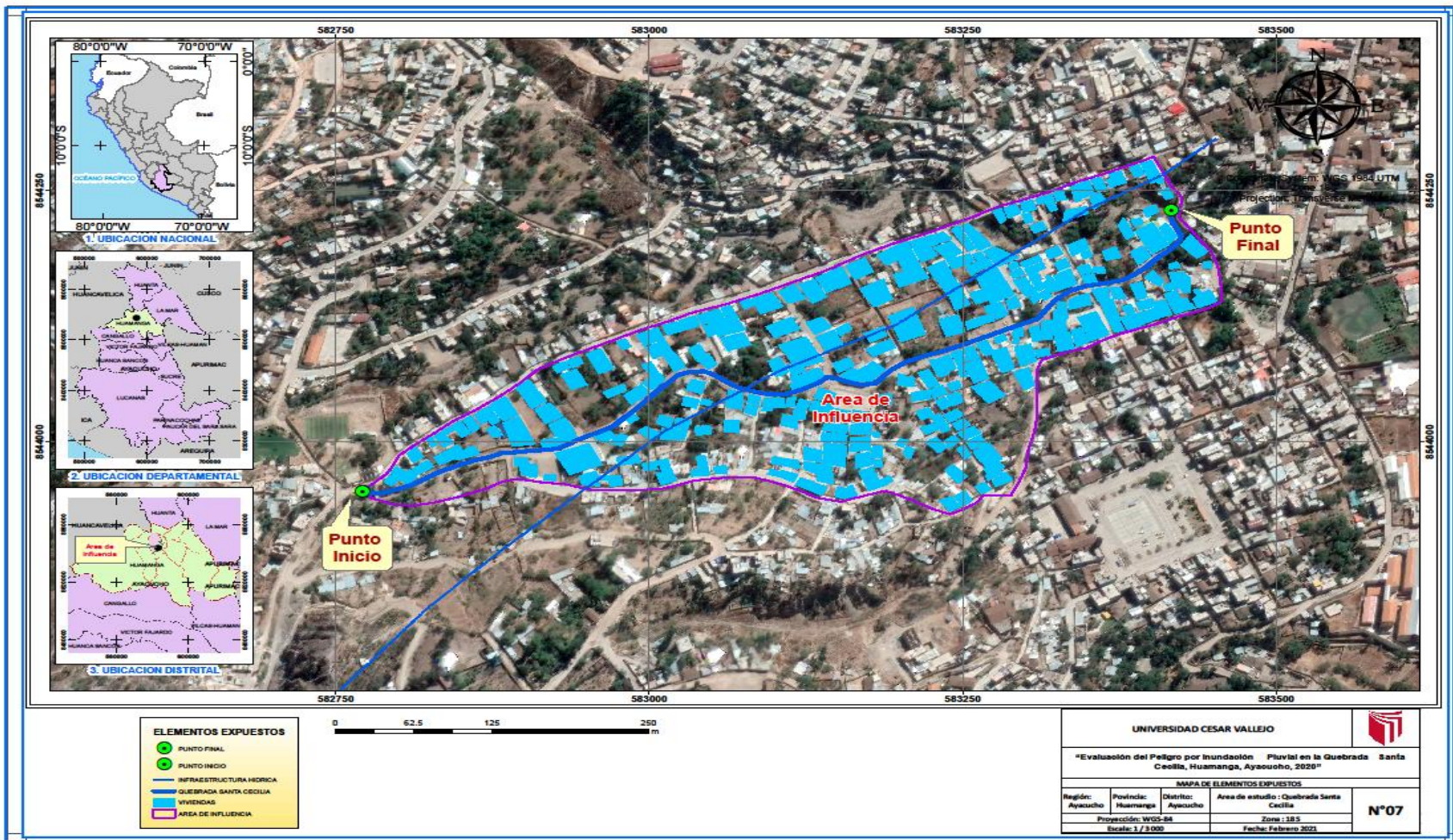
| Tipo de Infraestructura | Material que predomina en las paredes | Cantidad                                  | Total    |       |
|-------------------------|---------------------------------------|---|----------|-------|
| Vivienda                | Ladrillo o bloque de cemento          | 157                                       | 287      |       |
|                         | Piedra o sillar con cal o cemento     | 2   |          |       |
|                         | Adobe                                 | 119                                       |          |       |
|                         | Tapia                                 | 5   |          |       |
|                         | Quincha (caña con barro)              | 2   |          |       |
|                         | Triplay / calamina / estera           | 2   |          |       |
|                         |                                       | Material que predomina en los pisos       | Cantidad | Total |
|                         |                                       | Parquet o madera pulida                   | 3        | 287   |
|                         |                                       | Láminas asfálticas, vinílicos o similares | 1        |       |
|                         |                                       | Losetas, terrazos, cerámicos o similares  | 32       |       |
|                         |                                       | Madera (poma, tornillo, etc.)             | 2        |       |
|                         |                                       | Cemento                                   | 168      |       |
|                         | Tierra                                | 81  |          |       |

| Tipo de Infraestructura          | Cantidad | Longitud (m) |
|----------------------------------|----------|--------------|
| Canal de afianzamiento Quicapata | 1        | 558          |

Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Mapa de elementos expuestos

El mapa representa los elementos que se encuentran expuestos al peligro por inundación pluvial, en la dimensión económica los tipos de infraestructuras expuestas ascienden a 287 viviendas y el canal de afianzamiento Quicapata, en la dimensión social están expuestos 1210 pobladores entre niños, mujeres y varones.



Fuente: Elaboración propia

#### 4.5.8 Estratificación del nivel de peligros

Es el resultado final de la evaluación del peligro en el área de evaluación

Tabla 35. Estratificación del nivel de peligrosidad

| Nivel                   | Descripción  | Rango                  |
|-------------------------|--|------------------------|
| <b>PELIGRO MUY ALTO</b> | Sector con frecuencia de lluvias cada año. La pendiente del terreno es ligeramente inclinada de 0° - 8°. La geología corresponde a presencia de la Formación Huari (Np-hu). La geomorfología del terreno está caracterizada por presentar laderas. Presenta precipitaciones extraordinarias > 12mm.  | $0.260 \leq P < 0.503$ |
| <b>PELIGRO ALTO</b>     | Sector con frecuencia de lluvias cada 2 a 3 años. La pendiente del terreno es Ligeramente empinada de 8° - 15°. La geología corresponde a presencia de la Formación Ayacucho – Miembro Inferior (Nm-ayi). La geomorfología del terreno está caracterizada por presentar Cárcavas. Presenta precipitaciones muy fuertes de 10.50mm – 12.00mm  | $0.134 \leq P < 0.260$ |
| <b>PELIGRO MEDIO</b>    | Sector con frecuencia de lluvias cada 4 a 6 años. La pendiente del terreno es moderadamente empinada 15° - 25°. La geología corresponde a presencia de la Formación Ayacucho – Miembro Inferior (Nm-ayi/tb2). La geomorfología del terreno está caracterizada por presentar Quebradas. Presenta precipitaciones muy fuertes de 9.00mm – 10.50mm  | $0.068 \leq P < 0.134$ |
| <b>PELIGRO BAJO</b>     | Sector con frecuencia de lluvias cada 7 a 10 años o mayor a 10 años. La pendiente del terreno es empinada de 25° - 50° o muy empinada de 50° - 75°. La geología corresponde a presencia de la Formación Huari (Np-hu) o Formación Ayacucho – Miembro Superior (Nm-ay-s). La geomorfología del terreno está caracterizada por presentar Fondo Montañoso o Montaña. Presenta precipitaciones de 7.50mm – 9.00mm o Ligeras < 7.50mm | $0.035 \leq P < 0.068$ |

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.5.9 Niveles de peligro

La siguiente tabla muestra los niveles de peligro y sus rangos correspondientes obtenidos utilizando el proceso de análisis jerárquico.

Tabla 36. Niveles de peligro del área evaluada

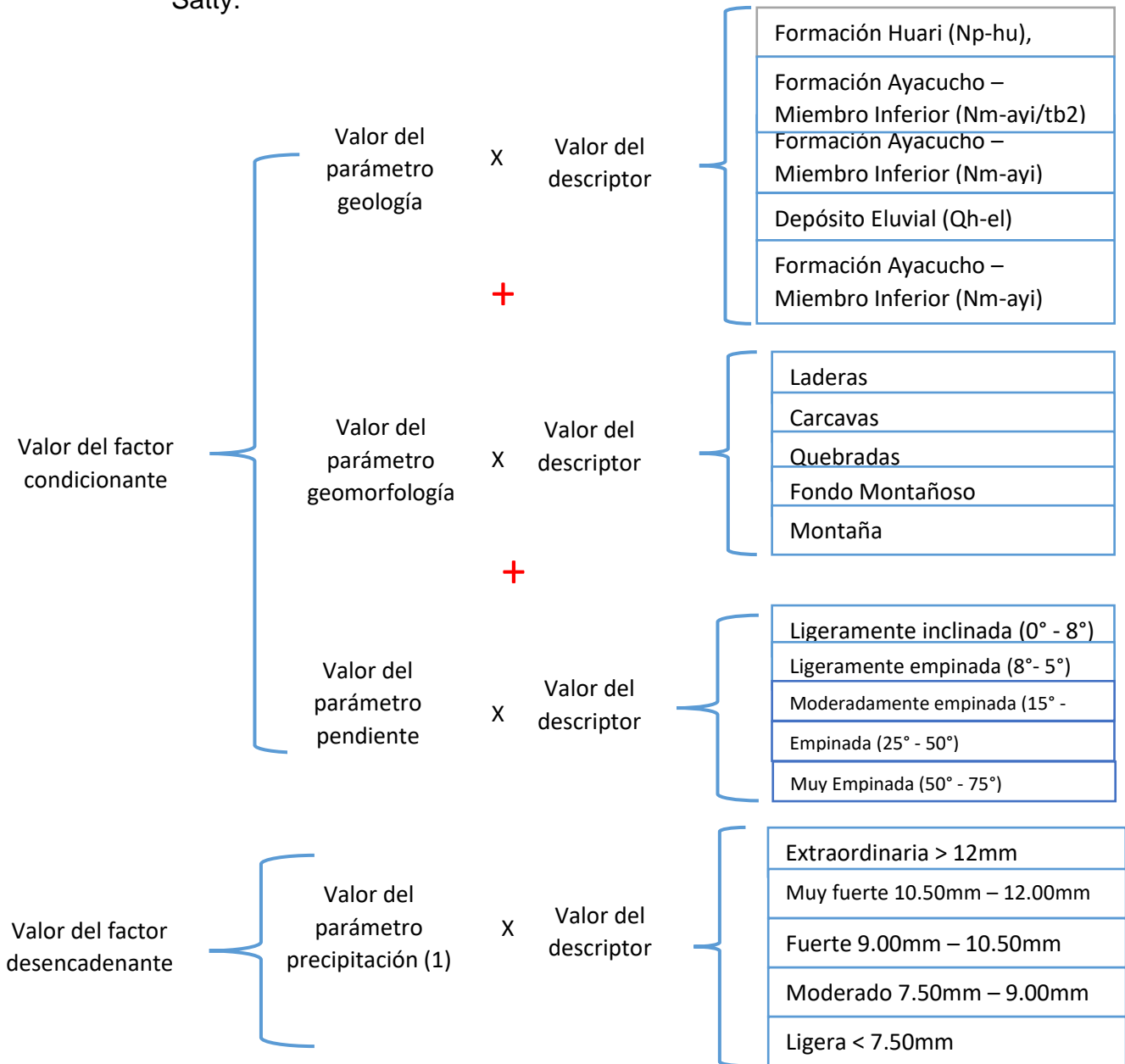
| Rango |            | Nivel de peligro |                 |
|-------|------------|------------------|-----------------|
| 0.260 | $\leq P <$ | 0.503            | <b>MUY ALTO</b> |
| 0.134 | $\leq P <$ | 0.260            | <b>ALTO</b>     |
| 0.068 | $\leq P <$ | 0.134            | <b>MEDIO</b>    |
| 0.035 | $\leq P <$ | 0.068            | <b>BAJO</b>     |

Fuente: Elaboración Propia

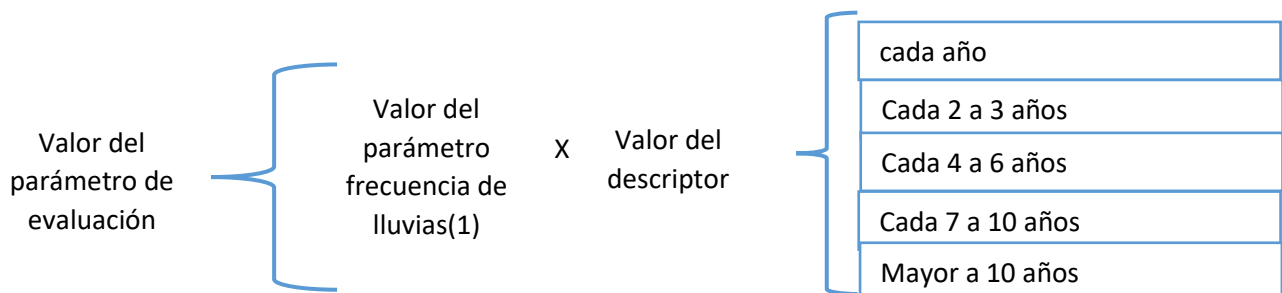
#### 4.5.10 Mapa de peligros

A continuación, se detallará el procedimiento en la elaboración del mapa de peligrosidad.

- En el siguiente esquema se muestra de cómo se realiza la ponderación de los parámetros y descriptores cuyos valores se muestran en las tablas de Satty.



$$\text{Valor de la susceptibilidad} = V. \text{ factor cond.} * \text{ peso} + V. \text{ factor desenc.} * \text{ peso}$$



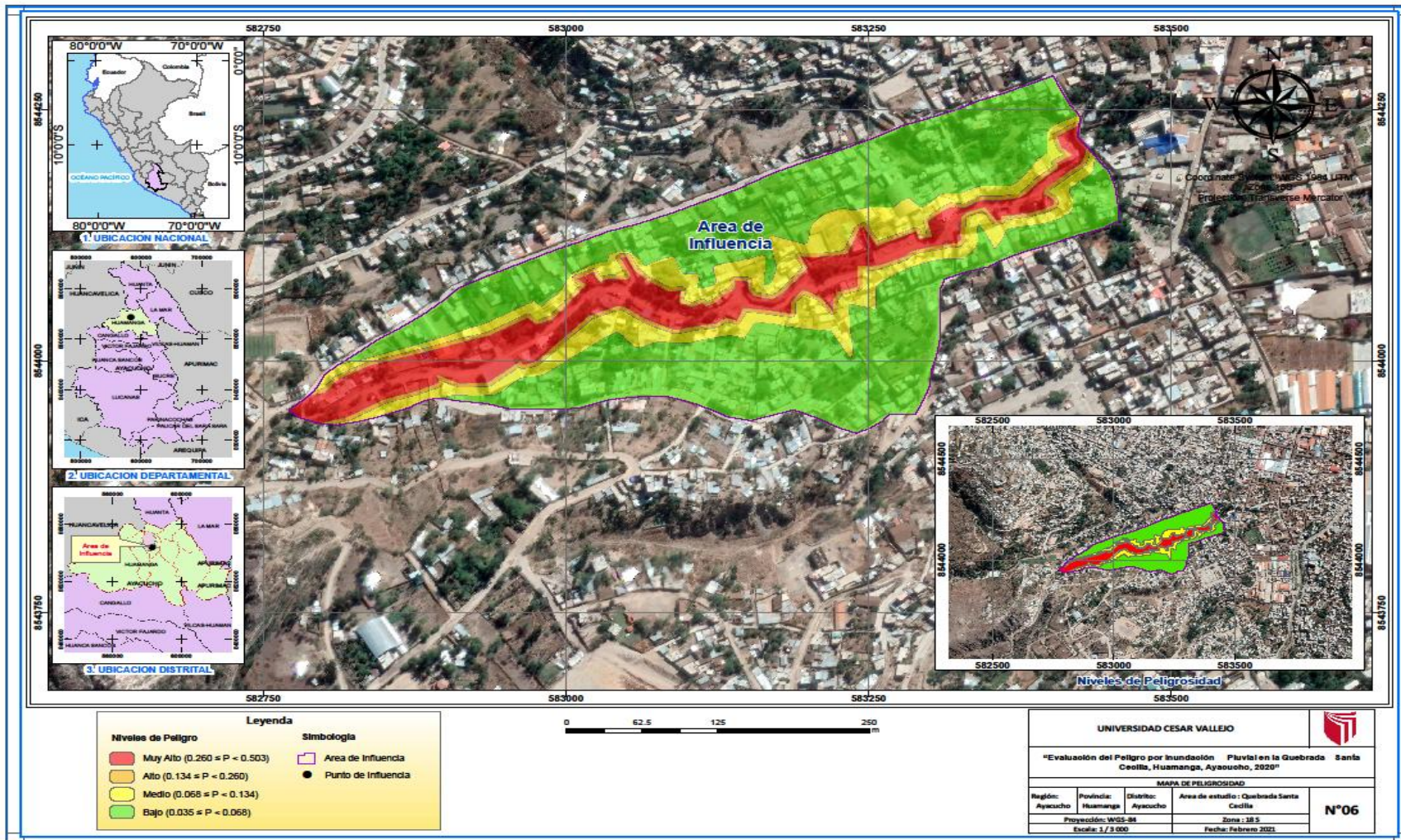
finalmente se obtiene el valor del peligro:

$$\text{Valor del peligro} = V. \text{ de la susceptibilidad} * \text{peso} + V. \text{ parámetro de eva} * \text{peso}$$

El mapa de peligrosidad se ha obtenido de la siguiente manera:

1. En el programa Arc gis en primer lugar se realiza la configuración de la data Frame con la referencia espacial WGS84 UTM 18S.
2. Luego se insertan los shapefiles de la geología, geomorfología y pendiente con sus respectivos valores de cada parámetro y descriptores, con los cálculos que realiza el programa se obtiene los valores del factor condicionante.
3. De la misma manera se insertan los shapefiles de la precipitación y sus descriptores, para obtener los valores del factor desencadenante.
4. La sumatoria de ambos resultados del factor condicionante y el factor desencadenante dan origen al valor de la susceptibilidad.
5. Los valores del parámetro de evaluación se obtienen al ingresar el shapefile de la frecuencia con sus respectivos descriptores.
6. Finalmente se obtiene el mapa de peligro el cual se muestra en la figura 11, resultado final de la sumatoria del producto de la susceptibilidad y el producto del parámetro de evaluación con sus respectivos pesos. Obteniendo los niveles de peligrosidad muy alto, medio, bajo y muy bajo; los cuales fueron zonificados con sus respectivos colores.

Figura 12 Mapa de peligrosidad de la quebrada Santa Cecilia



Fuente: Elaboración Propia



## V. DISCUSIÓN

### Discusión 1

Según el objetivo general “Evaluar los niveles de peligrosidad ante el fenómeno de inundación pluvial de la quebrada Santa Cecilia”

De los resultados obtenidos la tabla N° muestra los niveles de peligrosidad,

| PELIGRO | BAJO      | MEDIO      | ALTO      | MUY ALTO  |
|---------|-----------|------------|-----------|-----------|
| RANGO   | 3.5%-6.8% | 6.8%-13.4% | 13.4%-26% | 26%-50.3% |

Efectivamente la quebrada Santa Cecilia es una zona inestable por sus condiciones geográficas, existencia de viviendas construidas en su mayoría con materiales precarios; se encuentra amenazada por sufrir inundaciones ante la ocurrencia de precipitaciones como se evidenció el desastre de las quebradas Piscotambo, pueblo Libre y Rio Seco en año el 2009, dando como resultado 9 fallecidos y pérdida de daños materiales.

### Discusión 2 y 3

Según el objetivo específico “Identificar los factores condicionantes, desencadenantes y el parámetro de evaluación del peligro ante el fenómeno, elaborar el mapa del nivel de peligrosidad”, de los resultados se logró identificar 3 factores condicionantes propios del ámbito geográfico (pendiente, geología y geomorfología) los cuales contribuirán de manera favorable o no a que se desarrolle el fenómeno de inundación pluvial y como factor desencadenante se evaluó a la precipitación, Asimismo como parámetro de evaluación se ha considerado a la frecuencia de lluvias. Finalmente, tras haber evaluado cada uno de los parámetros en la matriz de Satty, se elaboró los mapas de pendiente, geología, geomorfología y precipitación para finalmente realizar el cruce de información y obtener el mapa de peligrosidad del área que se evaluó.

#### Discusión 4. De la teoría

Se hizo los cálculos matriciales con el método Satty de los parámetros pendientes, geología y geomorfología y sus descriptores para conocer cuan susceptible es el territorio.

En la ponderación de la pendiente el descriptor “Ligeramente inclinada (0°-8°)” es el que obtiene mayor peso 50.3%, quiere decir que en esa superficie se genera mayor peligro y menor peligro en pendientes muy empinadas con pendiente de (50°-75°) con un peso de 3.48%

El método Satty indica que para matrices de 5 por 5, la relación de consistencia tiene que ser menor a 10%, lo cual indica que los criterios que se han utilizado para la comparación de pares son los adecuados.

|           |       |
|-----------|-------|
| <b>IC</b> | 0.061 |
| <b>RC</b> | 0.054 |

En la ponderación de la Geología el descriptor “Formación Huari (Np-hu)” es el que obtiene mayor peso 50.3%, quiere decir que en esa superficie se genera mayor peligro y menor peligro en superficies con unidades geológicas de Formación Ayacucho – Miembro Superior (Nm-ay-s) con un peso de 3.48%

El método Satty indica que para matrices de 5 por 5, la relación de consistencia tiene que ser menor a 10%, lo cual indica que los criterios que se han utilizado para la comparación de pares son los adecuados.

|           |       |
|-----------|-------|
| <b>IC</b> | 0.061 |
| <b>RC</b> | 0.054 |

En la ponderación de la Geomorfología el descriptor “Laderas” es el que obtiene mayor peso 50.3%, quiere decir que en esa superficie se genera mayor peligro y menor peligro en superficies con unidades Geomorfológicas de Formación Ayacucho – Miembro Superior (Nm-ay-s) con un peso de 3.48%

El método Satty indica que para matrices de 5 por 5, la relación de consistencia tiene que ser menor a 10%, lo cual indica que los criterios que se han utilizado para la comparación de pares son los adecuados.

|           |       |
|-----------|-------|
| <b>IC</b> | 0.061 |
| <b>RC</b> | 0.054 |

Del factor desencadenante precipitación el descriptor “Extraordinaria > 12mm” ha obtenido un peso de 50.3% el cual indica precipitaciones mayores a 12mm

estarían generando mayor peligro y menor peligro con precipitación menores a 7.50mm.

La relación de consistencia es menor al 10%, lo cual indica que el criterio que se ha utilizado es el adecuado.

|           |       |
|-----------|-------|
| <b>IC</b> | 0.061 |
| <b>RC</b> | 0.054 |

Del parámetro Frecuencia de lluvias el descriptor lluvias cada año resulta ser el 50.3% generando mayor peligro y en menor peligro lluvias mayores a 10años.

Asimismo, Nina en su investigación estimó un 80% de nivel de peligrosidad muy alto en ambas quebradas Santa Cecilia y Pilacucho ante el peligro por inundación pluvial, lo cual difiere con el resultado matemático de la presente investigación, pero ambas investigaciones coinciden que la quebrada Santa Cecilia está expuesta a un peligro de nivel muy alto.

## **VI. CONCLUSIONES**

- La zona en evaluación se encuentra ante una condición de peligro, muy alto.
- El desencadenamiento de un peligro por inundación pluvial se debería a causa de intensas precipitaciones con periodos de retorno muy cortos, además de las imprescindibles condiciones geológicas, geomorfológicas y la variación de pendientes.
- Del análisis de los elementos expuestos, se obtuvo que la población y materia afectada sería un porcentaje considerable. Ante una situación muy fuerte el panorama podría generar la pérdida de vidas humanas o bienes materiales; y la colapsabilidad de los sistemas de agua potable, desagüe y energía eléctrica.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Poner en conocimiento a las autoridades respectivas sobre la evaluación del peligro por inundación pluvial, para prevenir los peligros, aplicando medidas que permitan que un evento no desencadene un desastre.
- Sensibilizar a la población habitante de la quebrada Santa Cecilia que se encuentran expuesta a un peligro muy alto.
- Los habitantes de la zona juntamente con los miembros responsables de defensa civil, de la municipalidad deberán organizarse para efectuar simulacros de inundaciones y de esta manera adoptar medidas de prevención y dar respuesta adecuada a las emergencias que puedan suscitarse a causa de las inundaciones pluviales.
- Construcción de un sistema integral de drenaje en la quebrada principal y vías aledañas.
- A futuras investigaciones, se recomienda realizar un estudio de vulnerabilidad para poder determinar en forma general el riesgo por inundaciones pluviales.

## REFERENCIAS

- INDECI(Instituto Nacional de Defensa Civil). (2015). *Compendio Estadístico del INDECI 2015 en la Preparación, Respuesta y Rehabilitación ante Emergencias y Desastres* (Vol. 255). Lima, Perú.
- Sistema Nacional de Defensa Civil (INDECI). (s.f.). *Mapa de Peligros de la Ciudad de Ayacucho*.
- (SENAMHI), S. N. (s.f.). *Mapa de Clasificación Climática del Perú. Método de Thornthwaite*. Eds. SENAMHI .
- Administración, D. G. (s.f.). *Administración de desastres en Japón*.
- Alonso Sarría , F. (s.f.). *Sistemas de Información Geográfica*.
- Autoridad Nacional del Agua (ANA). (s.f.). *Elaboración de Mapas de Isoyetas - Ambito Político, Administrativo y Unidades Hidrográficas*.
- Barros , V. (2003). *Informe del taller sobre cambio climático global e inundaciones, encuentro entre actores sociales y gubernamentales*. Buenos Aires , Argentina.
- CENAPRED. (2001). *Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México*.
- CENEPRED. (2014). *Manual para la Elaboración de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales* (Vol. II). Lima, Perú.
- CENEPRED-SIGRID. (s.f.). *Manual de Usuario Sigrid*.
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de desastres (CENEPRED). (2014). *Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Inundaciones Fluviales* . Lima.
- Dávila Burga , J. (1992). *“Diccionario Geológico”*, Sociedad Geológica del Perú.
- ENFEN. (2017). *Informe Técnico Extraordinario N°001-2017/ENFEN*.
- ESRI. (s.f.). *Aeroterra*. Obtenido de <https://www.aeroterra.com/es-ar/home>
- Fundación "La Caixa". (s.f.). *Guía práctica de Reducción del Riesgo de desastres para organizaciones humanitarias y de desarrollo*.
- INDECI. (2009). *Precipitaciones pluviales afectan el Dpto. de Ayacucho*. Ayacucho.
- INDECI. (2017). *Compendio Estadístico del INDECI 2017 - Gestión Reactiva*.

- INDECI( Instituto Nacional de Defensa Civil ). (2006). *Manual Básico para la Estimación del Riesgo*.
- INDECI(Instituto Nacional de Defensa Civil). (2006). *Compendio estadístico de prevención y atención de desastres* (Vol. 512p). Lima, Perú.
- INEI. (2017). *Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas*.
- INGEMMET (Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico). (s.f.). “*Álbum de Mapas de Zonificación de Riesgos Fisiográficos y Climatológicos del Perú*”, *Memoria Descriptiva. Boletín N° 17. Mayo, 1997*.
- Instituto Geográfico Nacional (IGN). (s.f.). *Cartografía base al 100000*.
- International Press*. (26 de 08 de 2016). Obtenido de <https://internationalpress.jp/2016/08/26/japon-el-pais-desarrollado-que-enfrenta-el-mayor-riesgo-de-sufrir-desastres/>
- ISDR (Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres). (2009). *UNISDR Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres* (Vol. 38). Geneva.
- Mendoza Gómez, J., & Rositas Martínez, J. (2013). *El proceso Analítico Jerárquico (AHP) como Método Innovador en la Toma de Decisiones Grupales*.
- Morche, W., Albán Avila, C., De la Cruz Wetzell, J., & Cerrón Zeballos, F. (s.f.). *Geología del cuadrángulo de Ayacucho Hojas :27- ñ*.
- Moreno Jiménez, J. M. (s.f.). *El Proceso Analítico Jerárquico (AHP). Fundamentos, Metodología y Aplicaciones*.
- Mugerza Perelló, I. (2003). *Inundaciones*. Euskonews & Media. Obtenido de <https://www.euskonews.eus/0204zbk/gaia20405es.html>
- Naciones Unidas. (s.f.). “*La Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres Naturales*”, *Yokohama – Japón. 1994*.
- Narváez, L., Lavell, A., & Pérez Ortega, G. (s.f.). *La Gestión del Riesgo de desastres un Enfoque basado en Procesos*.
- Nina, F. L. (2014). *Estimación de riesgo de desastre en las quebradas de Santa Cecilia y Pilacucho del barrio Santa Ana, Ayacucho, 2014* (Tesis de pre grado, Universidad Nacional San Cristobal de Huamanga) . 2016. Obtenido de <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/Arqueo/article/view/13329/11809>

- OEA (Organización de los Estados Americanos). (1993). *Manual sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado*. Obtenido de <http://www.oas.org/osde/publications/Unit/oea65s/begin.htm#Contents>
- Olaya, V. (2014). *Sistemas de Información Geográfica* .
- Pérez Vega , A., & Ortega Chávez , V. M. (2013). *Manual de prácticas de sistemas de información Geográfica* .
- PREDES. (s.f.). *Centro de Estudios y Prevención de Desastres* . Lima.
- Pucha Cofrep, F., Cánovas García , F., Fries, A., & Oñate Valdivieso, F. (s.f.). *Fundamentos de SIG - Aplicaciones con ArcGIS*.
- Saaty, T. L. (1971). *The Analytic Hierarchy Process, 1980*.
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la investigación*.
- SENAMHI. (2014). *Estimación de Umbrales de Precipitaciones Extremas para la Emisión de Avisos Meteorológicos*.
- Toskano, G. B. (2005). *El Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) como Herramienta para la Toma de Decisiones en la Selección de Proveedores: Aplicación en la Selección del Proveedor para la Empresa Gráfica Comercial M y E S.R.L*. Lima, Perú.
- UNISDR ( Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastre). (2015). *Hacia el desarrollo sostenible: El futuro de la gestión del riesgo de desastre. Informe de Evaluación Global sobre la Reducción del Riesgo de Desastre*. Suiza.
- UNISDR. (2009). *Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres*. Ginebra, Suiza.



## **ANEXOS**

### **ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

| Evaluación del Peligro por Inundación Pluvial de la Quebrada Santa Cecilia, Huamanga, Ayacucho, 2020   |  |  |                      |  |                               |   |
|--|--|--|----------------------|--|-------------------------------|---|
| PROBLEMA   | OBJETIVOS  | HIPÓTESIS  | VARIABLE             | DIMENSIONES  | INDICADORES                   | METODOLOGÍA   |
| <b>PROBLEMA GENERAL</b>  | <b>OBJETIVO GENERAL</b>  | <b>HIPÓTESIS GENERAL</b>   | <b>Independiente</b> |  |                               | <b>Tipo de Investigación: Básica</b>  |
| ¿Cuáles son los niveles de peligro ante el fenómeno de inundación pluvial de la quebrada Santa Cecilia, del barrio Santa Ana, Huamanga, Ayacucho 2020? | Evaluar los niveles de peligrosidad ante el fenómeno de inundación pluvial de la quebrada Santa Cecilia.     | Los niveles de peligro para la zona de estudio serán principalmente alto y muy alto.   | Inundación Pluvial   | 5 descriptores de la precipitación                       | Extraordinaria                | <b>Diseño de investigación:</b> No experimental   |
| <b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b>   | <b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>   | <b>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</b>   |                      |  | Muy fuerte                    | <b>Población:</b> Las diversas quebradas del barrio de Santa Ana.   |
| ¿Cuáles son los posibles factores que condicionarán y desencadenarán el peligro ante el fenómeno de inundación pluvial en el área de estudio?          | Identificar los factores condicionantes, desencadenantes del peligro ante el fenómeno de inundación pluvial. | Los factores condicionantes del peligro en el área de estudio serán las características físicas del territorio como la geología, geomorfología y la variación de pendientes; y el factor desencadenante será la precipitación en la misma. |                      |  | Fuerte                        | <b>Muestra:</b> La quebrada Santa Cecilia y su área de influencia que posee un área de 11.25Ha y 779m de longitud.  |
|  |  |  |                      |  | Moderado                      | <b>Técnicas e instrumentos de recolección de datos:</b>   |
|  |  |  | Ligera               | Cartas Nacionales - Instituto Geográfico Nacional (IGN). |                               |   |
| ¿Cuál será el parámetro principal para evaluar el peligro del fenómeno por inundación pluvial en el área de estudio?                                   | Identificar los parámetros de evaluación del peligro ante el fenómeno por inundación pluvial                 | El principal parámetro de evaluación del peligro será la frecuencia de lluvias o tiempo de retorno.  | <b>dependiente</b>   | 5 descriptores de la geología, geomorfología y pendiente | peligro muy alto (color rojo) | Información pluviométrica de la estación de meteorología – SENAMHI.   |
|  |  |  | <b>el peligro</b>    | 5 descriptores de la frecuencia de lluvias               | peligro alto (color verde)    | Fotogrametría - Programa Google Earth Pro.  |
|  |  |  |                      |  | peligro medio (color naranja) | El procedimiento metodológico enfocado en la elaboración de los mapas con niveles de peligrosidad - El Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales – 02 Versión de la CENEPRED. |
|  |  |  |                      |  | peligro bajo (color amarillo) | Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas - Instituto Nacional de Estadística e Informática.  |

Fuente: Elaboración propia

## **ANEXO 2: FOTOGRAFÍAS**

## Anexo A:

Se aprecian viviendas al margen de la quebrada, expuesta a peligros de huaycos, inundaciones u otros fenómenos naturales, los cuales están contruidos con materiales con materiales poco resistentes.



En el pasaje Santa Cecilia, Continúa la construcción de viviendas en el margen de la quebrada.



Características de las calles en el barrio Santa Cecilia





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**


**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Yo (Nosotros) MILUSKA POMA TAGUADA estudiante(s) de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA. de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "EVALUACIÓN DEL PELIGRO POR INUNDACIÓN PLUVIAL DE LA QUEBRADA SANTA CECILIA, HUAMANGA, AYACUCHO, 2020 ", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

| <b>Nombres y Apellidos</b>  | <b>Firma</b>  |
|---|---|
| MILUSKA POMA TAGUADA<br><b>DNI:</b> 46959876<br><b>ORCID:</b> 0000-0002-7045-7220 | <br>Firmado digitalmente por:<br>MPOMAT el 19 de marzo del 2021.<br>15:19:23 |