

Universidad Nacional

“José Faustino Sánchez Carrión”



“Facultad de Ingeniería Civil”

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

**“ANÁLISIS DE RIESGO DE INUNDACIÓN EN PREVENCIÓN DE DESBORDES
DEL RÍO POCOTO EN EL DISTRITO DE SAN VICENTE DE CAÑETE – 2018”**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Autor:

PORTA ZAPATA, Guibell Lorena.

Asesor:

Ing. VALVERDE FIGUEROA, Jean Jesús.

C.I.P. N° 154167

Huacho - Perú

2020

**“ANÁLISIS DE RIESGO DE INUNDACIÓN EN PREVENCIÓN DE
DESBORDES DEL RÍO POCOTO EN EL DISTRITO DE SAN VICENTE
DE CAÑETE – 2018”**

ASESOR Y MIEMBROS DEL JURADO

.....
ASESOR
Ing. VALVERDE FIGUEROA, Jean Jesús.
CIP N° 154167

.....
Presidente
Dr. SALCEDO MEZA, Máximo Tomás.
CIP N° 15140

.....
Secretario
M(o) ABARCA RODRÍGUEZ, Joaquín José.
CIP N° 108833

.....
Vocal
M(o) ZUMARÁN IRRIBARREN, José Luis.
CIP N° 78792

DEDICATORIA

Mi investigación, está dedicada, con todo amor y afecto a todos aquellos que han influenciado en mi vida, brindándome los mejores consejos, guiándome y haciendo de mí una buena persona.

AGRADECIMIENTO

Mi gratitud primero a Dios, porque a pesar de las trabas me dio fortaleza para seguir avanzando, y me dio una gran madre.

A mi madre, por ser maravillosa y saber corregirme e impulsarme para ser la profesional y persona que soy, ser mi gran amiga, y tener siempre mi admiración.

A mi abuela, mi segunda madre, por estar cada día de mi vida, brindarme el más grande amor que pudo darme, y tener siempre una mano amiga para mí.

RESUMEN

En la presente investigación analiza el riesgo de inundación para prevenir desbordes del Río Pócoto en el distrito de San Vicente de Cañete, este estudio se realizó en el año 2018, se utilizó la tecnología para ayudar al análisis y obtención de resultados; la evaluación por prueba fue durante 24 horas máximas las precipitaciones en el sector de estudio obteniéndose un P de 0.020, en un periodo de retorno de 50 (T) con $G_{ev. Max} = 10.9298$, empleando el Método del Hidrograma Unitario Sintético (SCS).

Es así que, la hidráulica fluvial permitió el cálculo del área de inundación a ambos márgenes del río Pócoto, para ello se empleó el software HEC-RAS, ya que este nos permite las observaciones con flujo unidimensional permanente, así como cuasi-permanente y no permanente, para el régimen mixto.

La determinación del nivel de riesgo se obtuvo de acuerdo al peligro y la vulnerabilidad a la que está expuesta la zona, siendo así el nivel de peligro Alto, con un valor de 0.136 y la vulnerabilidad Muy Alta con un valor de 0.275, obteniendo así un nivel de riesgo con un valor de 0.131 correspondiente al nivel de riesgo Muy Alto.

Palabras clave: riesgo, inundación, prevención, desbordes.

ABSTRACT

In the present investigation, it analyzes the risk of flooding to prevent overflows of the Pócoto River in the district of San Vicente de Cañete, this study was carried out in 2018, technology was used to help the analysis and obtain results; the evaluation by test was for 24 hours maximum rainfall in the study sector obtaining a P of 0.020, in a return period of 50 (T) with $G_{ev. Max} = 10.9298$, applying the Synthetic Unitary Hydrogram (SCS) Method.

Thus, the river hydraulics allowed the calculation of the flood area on both banks of the Pócoto river, for this the HEC-RAS software was used, since this allows us to observe with permanent one-dimensional flow, as well as quasi-permanent and not permanent, for the mixed regime.

The determination of the risk level was obtained according to the danger and vulnerability to which the area is exposed, thus being the High level of danger, with a value of 0.136 and the Very High vulnerability with a value of 0.275, thus obtaining a risk level with a value of 0.131 corresponding to the Very High risk level.

Key words: *risk, flood, prevention, overflow.*

INTRODUCCIÓN

Las inundaciones repentinas se encuentran entre los peligros naturales más catastróficos que causan trastornos en el medio ambiente y las sociedades. Las inundaciones repentinas se inician principalmente por lluvias intensas, y debido a su rápido inicio (dentro de las seis horas posteriores a la lluvia), tomar medidas para una respuesta efectiva es un desafío. El desarrollo de la resistencia a las inundaciones repentinas requiere la comprensión de las características socioeconómicas de las sociedades y su vulnerabilidad a estos eventos extremos. Este estudio proporciona una evaluación integral de la vulnerabilidad socioeconómica a las inundaciones repentinas e investiga las características principales del peligro de inundaciones repentinas, es decir, frecuencia, duración, gravedad y magnitud.

El nivel de riesgo obtenido para el nivel de peligro y los tipos de vulnerabilidad nos permitirá identificar el área que se encuentra en riesgo, lo cual, esgrimirá como base para el categorización u ordenamiento territorial, de las diferentes demarcaciones administrativas del estado.

Basándonos en un gran conjunto de registros hidrológicos a largo río Pócoto, comparamos la inundación de registro en cada medidor con otras inundaciones en el mismo lugar e identificamos aquellos eventos que son más excepcionales en comparación con los altos flujos que ocurrieron antes o después. A continuación, ilustramos cómo estos eventos singulares afectan las estimaciones cuantitativas del riesgo de inundación en todo el país mediante la realización de análisis de riesgo por inundaciones, que incluyen o excluyen la inundación de registro.

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| TESIS | 1 |
| ASESOR Y MIEMBROS DEL JURADO..... | 2 |
| DEDICATORIA..... | 3 |
| AGRADECIMIENTO..... | 4 |
| RESUMEN..... | 5 |
| ABSTRACT | 6 |
| INTRODUCCIÓN | 7 |
| ÍNDICE | 8 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 12 |
| ÍNDICE DE FIGURAS | 14 |
| CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 16 |
| 1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA..... | 16 |
| 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | 18 |
| 1.2.1. Problema general..... | 18 |
| 1.2.2. Problemas específicos..... | 18 |
| 1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN | 18 |
| 1.3.1. Objetivo general..... | 18 |
| 1.3.2. Objetivos específicos..... | 18 |
| 1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN | 19 |
| 1.5. DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO | 20 |
| 1.5.1. Delimitación temporal..... | 20 |
| 1.5.2. Delimitación espacial..... | 20 |

| | |
|---|-----------|
| 1.5.3. Delimitación social. | 20 |
| 1.6. VIABILIDAD DEL ESTUDIO | 20 |
| CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO | 21 |
| 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN | 21 |
| 2.1.1. Investigaciones internacionales..... | 21 |
| 2.1.2. Investigaciones nacionales..... | 23 |
| 2.1.3. Otras investigaciones. | 24 |
| 2.2. BASES TEÓRICAS | 27 |
| 2.2.1. Riesgo por inundación. | 27 |
| 2.2.1.1. Tipos de daños por inundación..... | 28 |
| 2.2.1.2. Manejo de riesgo de inundación..... | 29 |
| 2.2.1.3. Factores del modelado de los riesgos de inundación. | 30 |
| 2.2.1.4. Tipos de medidas de gestión de inundaciones..... | 31 |
| 2.2.1.5. Evaluación de posibles daños por inundación..... | 31 |
| 2.2.1.6. Determinación del daño potencial por inundación..... | 33 |
| 2.2.1.7. Efectos de inundación, consecuencias y daños. | 34 |
| 2.2.2. Vulnerabilidad..... | 36 |
| 2.2.2.1. Factores de la vulnerabilidad..... | 36 |
| 2.2.2.2. Análisis de la vulnerabilidad. | 36 |
| 2.2.2.3. Evaluación de vulnerabilidad e incertidumbre..... | 39 |
| 2.2.2.4. El Rol de la incertidumbre en los resultados de la evaluación..... | 41 |
| 2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS | 42 |
| 2.4. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN | 43 |
| 2.4.1. Hipótesis general..... | 43 |
| 2.4.2. Hipótesis específicas..... | 43 |

| | |
|--|----|
| 2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES..... | 44 |
| 2.5.1. Análisis del riesgo de inundación. | 44 |
| 2.5.2. Prevención de desbordes. | 44 |
| CAPÍTULO III METODOLOGÍA..... | 46 |
| 3.1. DISEÑO METODOLÓGICO | 46 |
| 3.1.1. Tipo de investigación. | 46 |
| 3.1.2. Nivel de investigación..... | 46 |
| 3.1.3. Diseño de investigación. | 46 |
| 3.1.4. Enfoque. | 46 |
| 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA | 46 |
| 3.2.1. Población..... | 46 |
| 3.2.2. Muestra..... | 47 |
| 3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS..... | 47 |
| 3.3.1. Técnicas a emplear. | 47 |
| 3.3.2. Descripción de los instrumentos. | 47 |
| 3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN. | 47 |
| CAPÍTULO IV RESULTADOS..... | 49 |
| 4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS. | 49 |
| 4.1.1. Determinación del área inundable del río Pócoto. | 49 |
| 4.1.1.1. Factores condicionantes. | 49 |
| 4.1.1.2. Factores desencadenantes..... | 52 |
| 4.1.1.3. Cálculo de las Máximas Avenidas de Diseño. | 53 |
| 4.1.1.4. Simulación Hidráulica..... | 54 |
| 4.1.2. Elementos expuestos. | 58 |

| | |
|---|----|
| 4.1.2.1. Elementos expuestos de dimensión social..... | 58 |
| 4.1.2.2. Dimensión económica. | 59 |
| 4.1.2.3. Dimensión Ambiental..... | 68 |
| 4.1.3. Determinación del nivel de peligrosidad. | 69 |
| 4.1.4. Determinación del nivel de vulnerabilidad. | 71 |
| 4.1.5. Determinación del nivel de riesgo. | 76 |
| 4.1.6. Medidas de prevención para la reducción del riesgo. | 77 |
| 4.1.6.1. Medidas estructurales. | 77 |
| 4.1.6.2. Medidas no estructurales. | 78 |
| 4.1.7.Cálculo del riesgo esperado a la implementación de las medidas de prevención..... | 79 |
| 4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS | 81 |
| 4.2.1. Contrastación hipótesis general. | 81 |
| 4.2.2. Hipótesis específicas. | 82 |
| CAPÍTULO V DISCUSIÓN | 85 |
| 5.1. DISCUSIÓN..... | 85 |
| CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 86 |
| 6.1. CONCLUSIONES..... | 86 |
| 6.2. RECOMENDACIONES. | 88 |
| CAPÍTULO VII REFERENCIAS..... | 89 |
| 7.1. FUENTES DOCUMENTALES..... | 89 |
| 7.2. FUENTES BIBLIOGRÁFICAS..... | 91 |
| 7.3. FUENTES HEMEROGRÁFICAS. | 91 |
| 7.4. FUENTES ELECTRÓNICAS. | 92 |
| ANEXOS..... | 94 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Método simplificado para la estimación del nivel del riesgo (Matriz de peligro y vulnerabilidad) | 33 |
| Tabla 2: Niveles de riesgo | 33 |
| Tabla 3: Estratificación para vulnerabilidad muy alta y alta..... | 40 |
| Tabla 4: Estratificación para vulnerabilidad media y baja..... | 41 |
| Tabla 5: Operacionalización de variables | 45 |
| Tabla 6: Características geomorfológicas | 50 |
| Tabla 7: Estación Pacarán | 53 |
| Tabla 8: Precipitaciones máximas diarias en 24 horas para diferentes periodos de retorno. ... | 53 |
| Tabla 9: Máximas avenidas de diseño..... | 54 |
| Tabla 10: Sectores susceptibles al fenómeno de inundación. | 58 |
| Tabla 11: Instituciones educativas susceptibles al fenómeno de inundación..... | 58 |
| Tabla 12: elementos de la UP..... | 66 |
| Tabla 13: Fenómeno de inundación | 69 |
| Tabla 14: Factores condicionantes | 69 |
| Tabla 15: Factores desencadenantes | 70 |
| Tabla 16: Susceptibilidad | 70 |
| Tabla 17: Peligrosidad..... | 70 |
| Tabla 18: Nivel del peligro de inundación por desborde del río Pócoto..... | 71 |
| Tabla 19: Exposición social | 71 |
| Tabla 20: Fragilidad social | 72 |
| Tabla 21: Resiliencia social..... | 72 |
| Tabla 22: Vulnerabilidad social | 72 |
| Tabla 23: Exposición económica | 73 |

| | |
|---|----|
| Tabla 24: Fragilidad económica..... | 73 |
| Tabla 25: Resiliencia económica..... | 74 |
| Tabla 26: Vulnerabilidad económica | 74 |
| Tabla 27: Exposición ambiental..... | 74 |
| Tabla 28: Fragilidad ambiental | 75 |
| Tabla 29: Resiliencia ambiental | 75 |
| Tabla 30: Vulnerabilidad ambiental..... | 75 |
| Tabla 31: Vulnerabilidad total..... | 76 |
| Tabla 32: Nivel de vulnerabilidad frente a la inundación por desborde del río Pócoto..... | 76 |
| Tabla 33: Determinación del riesgo mediante la matriz peligro - vulnerabilidad..... | 77 |
| Tabla 34: Nivel de riesgo ante el peligro de inundación por desborde del río Pócoto..... | 77 |
| Tabla 35: Peligrosidad reducida..... | 79 |
| Tabla 36: Nivel de peligro..... | 79 |
| Tabla 37: Vulnerabilidad reducida..... | 80 |
| Tabla 38: Nivel de vulnerabilidad..... | 80 |
| Tabla 39: Cálculo del riesgo..... | 80 |
| Tabla 40: Nivel de riesgo | 81 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura N° 1: El riesgo como consecuencias vs. Probabilidad de excedencia. | 28 |
| Figura N° 2: Parámetros para el análisis de la dimensión social | 37 |
| Figura N° 3: Parámetros para la evaluación de la dimensión económica | 38 |
| Figura N° 4 Parámetros de evaluación de la dimensión ambiental..... | 39 |
| Figura N° 5: Mapa de zonas sísmicas de la norma E.030 “Diseño Sismorresistente” | 51 |
| Figura N° 6: Mapa de intensidades sísmicas..... | 52 |
| Figura N° 7: Hidrograma unitario sintético SCS | 54 |
| Figura N° 8: Trazado del eje del río Pócoto..... | 54 |
| Figura N° 9: Trazado del cauce del río | 55 |
| Figura N° 10: Trazado del alcance máximo..... | 55 |
| Figura N° 11: Trazado de las secciones transversales..... | 55 |
| Figura N° 12: Geometría general del cauce del río | 56 |
| Figura N° 13: Perspectiva 3D de la simulación | 56 |
| Figura N° 14: Generación de la zona de inundación en el software HEC-GEORAS..... | 57 |
| Figura N° 15: Mapa del área inundable del Río Pócoto..... | 57 |
| Figura N° 16: Vista satelital de la I.E. Santa Rita de Cassia..... | 59 |
| Figura N° 17: Parte trasera de la I.E. Pública Santa Rita de Cassia expuesta a inundación por desborde del río Pócoto | 59 |
| Figura N° 18: Complejo Deportivo A.H. 28 De Julio..... | 60 |
| Figura N° 19: complejo deportivo está ubicado a trece (13) metros a la derecha del cauce del río Pócoto | 60 |
| Figura N° 20: Camal Municipal N° 23 de Cañete..... | 61 |
| Figura N° 21: Depósito Municipal | 61 |
| Figura N° 22: Cauce del río Pócoto, en la progresiva km 0+240 del río | 62 |

| | |
|---|----|
| Figura N° 23: Depósito Municipal, está ubicado a 21 metros a la derecha del cauce del río Pócoto..... | 62 |
| Figura N° 24: Carretera Panamericana Sur | 63 |
| Figura N° 25: Puente Gálvez, ubicado en el inicio del tramo a intervenir del río Pócoto | 63 |
| Figura N° 26: Puentes con los que no arrasó el desborde del río Pócoto..... | 64 |
| Figura N° 27: Margen izquierdo como en el margen derecho del río Pócoto..... | 64 |
| Figura N° 28: Matriz del desagüe | 65 |
| Figura N° 29: Las viviendas ubicadas en al margen izquierdo del río Pócoto..... | 65 |
| Figura N° 30: Terrenos de cultivo..... | 68 |
| Figura N° 31: Áreas verdes ubicadas cercanas al cauce del río Pócoto..... | 69 |
| Figura N° 32: Vista lateral del muro de concreto ciclópeo propuesto | 78 |

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la Realidad Problemática

Las inundaciones en el Perú son un problema que se desarrolla cada año, debido a las precipitaciones en la zona andina, en época de lluvia, se da durante los meses de diciembre hasta marzo, ligado a los efectos de la presencia del Fenómeno del Niño trae como consecuencia que los caudales de los ríos aumenten su magnitud, desbordándose y ocasionando daños en ciudades de la costa. En ocasiones estas inundaciones se han presentado en la ciudad de Lima con los desbordes de los ríos Chillón y Rímac. Dichas inundaciones de gran importancia se han producido en la costa sur del país, en ciudades como Ica, y Pisco, ocasionando grandes daños materiales, así como también ha provocado la pérdida de vidas humanas.

En los años 1983,1998 y 2017, el fenómeno del Niño, fue de alta intensidad de precipitaciones, sobre todo en la zona de estudio, consecuentemente se activaron ríos dormidos de bajo caudal y quebradas de cuenca del río Cañete, produciendo graves daños por inundaciones y huaycos en centros poblados, infraestructura de riego y drenaje, predios agrícolas, eventos con daños de carácter fatal en las zonas de San Vicente de Cañete, Nuevo Imperial, Socsi, Huantán, Pacarán, Pocoto y Lunahuana.

En nuestra área de estudio tenemos la quebrada Pócoto, que en épocas de lluvias aumentan su caudal, por ello, esto podría afectar con inundaciones de centros poblados, terrenos de cultivos, viviendas, etc.

Actualmente en el distrito de San Vicente de Cañete; los sectores Castilla, 28 de Julio y Los Pinos se encuentran constantemente en riesgo por desborde del río Pócoto. Debido al último periodo de lluvias, el caudal se incrementó y con ello aumentó el ancho de este, ocasionando su desborde en los sectores Castilla, 28 de Julio y Los Pinos, perjudicando las viviendas de los

pobladores que habitan el lugar, así como también sus terrenos de cultivo, además el desborde del río Pócoto ocasionó la pérdida de los puentes que permitían a los pobladores cruzar el río.

Una matriz del desagüe de cañete llega al río Pócoto, esta matriz debido a los desprendimientos de la ladera del río ha quedado expuesta, corriendo el riesgo de ser arrastrada ante un nuevo desborde del río. Existe una parte del río que se encuentra canalizada, pero se encuentra en mal estado, la maleza que ha crecido y no ha sido extraída ha ayudado a que el revestimiento del río se desprenda. En cierto tramo del río Pócoto se puede apreciar que el agua que se desbordó del río Pócoto se quedó estancada en algunos tramos, haciendo que esta tome un color verdoso.

Las viviendas ubicadas en el margen izquierdo del río Pócoto no poseen en su integridad el servicio de agua potable, por lo que los pobladores que habitan en las viviendas del margen derecho del río los abastecen de agua, haciendo que esta se transporte hacia el otro lado mediante unas tuberías que cruzan sobre el río Pócoto, por tal motivo al presentarse un desborde del río, estas viviendas quedarían desprovistas de agua, elemento fundamental para el desarrollo de la calidad de vida.

En estos sectores del distrito de San Vicente de Cañete también se puede observar que, existen cables de corriente eléctrica que cruzan el río estando apoyadas sólo en delgados palos de madera, estos palos de madera se encuentran muy cerca a los márgenes del río Pócoto por lo que están expuestos al peligro de inundación ante un posible nuevo desborde del río Pócoto, y si el agua desbordada arrasase con estos palos, los habitantes quedarían sin el servicio eléctrico. Los pobladores que habitan en los márgenes del río optaron por colocar material de relleno para que forme una especie de talud y que ayude a impedir que el río se desborde.

A lo largo de todo el recorrido, lo que se observó en el río Pócoto es la presencia de basura, plantas que han sido arrastradas por el río, esta basura es arrojada por los propios pobladores del lugar, los cuales no toman en consideración que este hábito ayuda a la

colmatación del río, además de favorecer la aparición de roedores e insectos en los márgenes del río y lugares aledaños, lo cual podría traer consigo la aparición de enfermedades.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema general.

¿Cuál es el análisis de riesgo de inundación para la prevención de desbordes del Río Pócoto en el distrito de San Vicente de Cañete – 2018?

1.2.2. Problemas específicos.

- a. ¿De qué manera el análisis de riesgo de inundación se relaciona con las medidas estructurales para la prevención desborde del río Pócoto en el distrito de San Vicente de Cañete – 2018?
- b. ¿De qué manera el análisis de riesgo de inundación se relaciona con las medidas no estructurales para la prevención desborde del río Pócoto en el distrito de San Vicente de Cañete – 2018?
- c. ¿De qué manera el análisis de riesgo de inundación se relaciona con la resiliencia para prevención de desborde del río Pócoto en el distrito de San Vicente de Cañete – 2018?

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo general.

Analizar el riesgo de inundación para prevenir desbordes del Río Pócoto en el distrito de San Vicente de Cañete – 2018.

1.3.2. Objetivos específicos.

- a. Determinar la relación del análisis de riesgo de inundación con las medidas estructurales para la prevención desborde del río Pócoto en el distrito de San Vicente de Cañete – 2018.
- b. Determinar la relación del análisis de riesgo de inundación se relaciona con las medidas no estructurales para la prevención desborde del río Pócoto en el distrito de San Vicente de Cañete – 2018.

- c. Determinar la relación del análisis de riesgo de inundación y la resiliencia para prevención de desborde del río Pócoto en el distrito de San Vicente de Cañete – 2018.

1.4. Justificación de la Investigación

El estudio es de carácter necesario por su contribución al conocimiento científicos y llenar vacíos cognoscitivos de la sociedad, ya que el enfoque estándar para el análisis de frecuencia de inundación ajusta las funciones matemáticas a secuencias de datos históricos de inundación y extrapola las colas de la distribución para estimar la magnitud y la probabilidad de inundaciones extremas. Aquí, identificamos las inundaciones más excepcionales en la quebrada del río Pócoto en comparación con otras inundaciones importantes en el mismo lugar, y evaluamos cómo la inundación de registro influye en las estimaciones de análisis de frecuencia de inundación.

Una metodología ajustada a la realidad problemática permitirá determinar el nivel de riesgo por inundación que existe en la quebrada del río Pócoto. Si la intensidad de la lluvia excede la tasa de evaporación y la capacidad de infiltración del suelo, la escorrentía superficial ocurre como una inundación repentina. Existen muchos factores que afectan la identificación y el modelado de los riesgos de inundación, que varían de un área de estudio a otra.

Las inundaciones repentinas imponen grandes daños y perturbaciones a las sociedades, y se encuentran entre los peligros naturales más mortales del mundo. Varios estudios han evaluado los impactos de las inundaciones repentinas en todo el mundo con respecto a pérdidas financieras sustanciales, destrucción de infraestructuras, desplazamiento y muertes. Se espera que el cambio climático aumente las precipitaciones extremas y la fuerte descarga de los ríos, lo que a su vez exacerbará la probabilidad de inundaciones repentinas frecuentes con severidad amplificada.

La investigación planteada contribuirá a mejorar el sistema de alerta integral en relación con efectividad de un plan de emergencia en caso de eventos sísmicos en la ciudad de Huacho.

Ya que definir escenarios, es decir, comprender la cadena de eventos que pueden conducir a inundaciones, no es una tarea fácil. Las mediciones en el terreno, el análisis de teledetección y/o el modelado hidrológico (en este documento, el modelado hidrológico incluye tanto el modelado hidrológico como el hidráulico) son las herramientas actuales empleadas en la estimación del riesgo de inundación. Como tal, estas herramientas clásicas presentan algunas restricciones específicas relacionadas con sus características intrínsecas o el contexto de uso.

1.5. Delimitación del Estudio

1.5.1. Delimitación temporal.

El estudio de la investigación es basado en los hechos correspondientes al periodo 2018.

1.5.2. Delimitación espacial.

La investigación se realizó en la ciudad de San Vicente de Cañete, lugar donde se encuentra el río Pócoto.

- Distrito: San Vicente de Cañete.
- Provincia: San Vicente de.
- Departamento: Lima.
- País: Perú.

1.5.3. Delimitación social.

El estudio de la investigación se llevó a cabo en el distrito de San Vicente de Cañete, con los pobladores aledaños al Río Pócoto.

1.6. Viabilidad del Estudio

La viabilidad del estudio fue positiva, ya que se tuvo las literaturas teóricas, los medios técnicos y los recursos económicos necesarios, para discernir la hipótesis planteada, en beneficio de la sociedad, y sobre todo para población afectada. Del mismo modo fue seguro el acceso a lugares de las fuentes de la información requeridas y de mayor veracidad.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Investigaciones internacionales.

Reith (2012), en su tesis sobre el análisis de riesgo de inundación para el Proyecto de mapeo de llanuras de inundación del estado de Iowa, presento una metodología para evaluar el riesgo de inundación a través de la síntesis de datos geospaciales con mapas de inundaciones para trece HUC 8 en el suroeste de Iowa. Usando ArcGIS, la exposición de la infraestructura, los riesgos ambientales, se encuentran dentro de los 10, 50, 100 y Llanuras aluviales de 500 años. Un marco de pérdidas económicas basado en una trama de uso de la tierra NED y datos de estructura que presenta la región, se compararon con los resultados del escenario de pérdida por inundación de FEMA HazusHM. Entre los modelos, las llanuras de inundación generadas por Hazus son consistentemente más pequeñas en todos períodos de retorno. El análisis geoespacial estima consistentemente menores daños totales para pérdidas agrícolas, comerciales e industriales. Los daños totales son 44% más altos para Hazus. Finalmente, la región de estudio para este estudio se puede ampliar. Actualmente, trece de los cincuenta y seis HUC 8 de Iowa han sido mapeados. No hay áreas urbanas importantes dentro suroeste de Iowa, y los totales de daños están fuertemente orientados hacia la agricultura.

Eleutério (2012), en su tesis respecto al análisis de riesgo de inundación: impacto de la incertidumbre en el modelado de peligros y las evaluaciones de vulnerabilidad en las estimaciones de daños, se centra en cómo las diferentes estrategias solían modelar los riesgos de inundación y evaluar la vulnerabilidad de un territorio afecta los resultados de una posible inundación estimaciones de daños; en la parte I propuso un método para analizar la sensibilidad de las estimaciones de daños directos de inundación a la incertidumbre de sus diferentes procesos de modelado, es decir, análisis de hidrología, modelación hidráulica, evaluaciones de

vulnerabilidad y modelación de daños a los activos. En la parte II reveló que las estimaciones de daños directos pueden estar muy influenciadas por el método utilizado durante el proceso de estimación. La parte III desarrollo un método sistémico para analizar los potenciales de daño y disfunción de la infraestructura de redes en relación con la resistencia de un territorio a las inundaciones. Más allá de las consecuencias de las inundaciones analizadas en esta tesis, las inundaciones también causan varios daños humanos, sociales y ambientales, que es mucho más difícil de apreciar en términos económicos.

Vargas (2016), en su tesis “Modelización hidrológica determinista para la evaluación del riesgo de inundación en grandes entornos urbanos: aplicación a la Ciudad de México”, desarrolla una metodología para estimar eventos de inundación en la Ciudad de México. El enfoque desarrollado se basó en un modelo hidrológico determinista MIKE SHE, la herramienta desarrollada nos permitió establecer un diagnóstico sobre los procesos de escorrentía que generan inundaciones en la Ciudad de México; se estudiaron 3 casos con los datos, disponibles en instituciones mexicanas. Los resultados se han comparado con las descargas registradas en estaciones de aforo. Esto se hizo con el objetivo de probar la premisa de que un determinista el modelo hidrológico podría ser una herramienta eficiente para representar los procesos hidrológicos en una cuenca cuando los datos y recursos son limitados. Sin embargo, incluso cuando los resultados del Modelo MIKE SHE con respecto a la descarga en los ríos y el nivel del agua en la parte baja son satisfactorios, debe tenerse en cuenta que el período de simulación de un año limita la comprensión del comportamiento de la cuenca durante un período más largo. El modelo MIKE 21 permitió la generación, para un evento de lluvia específico, de la extensión y profundidad de la inundación. Estos mapas de inundaciones deben considerarse para el diseño de protección y la conciencia de la población. Además, según los mapas de inundaciones, se considera que un tamaño de cuadrícula de 30 m es suficiente para la gestión operativa de la ciudad; para tomar decisiones sobre medidas estructurales y no estructurales, y para la

planificación del uso del suelo porque muestra una extensión y profundidad de inundación bien definidas.

Jordán (2016), en su investigación sobre vulnerabilidad ante inundaciones en el municipio de Tenancingo, Estado de México, Toluca- México; señala que la vulnerabilidad aparece como principal concluyente de los daños causados por fenómenos hidrometeorológicos. La prevención de eventos naturales se fundamenta en las políticas públicas. La contribución de un enfoque de vulnerabilidad a las políticas sociales puede tener dos dimensiones complementarias (responsabilidad de superar las condiciones de desventajas y desigualdades sociales; y potenciar las capacidades de los individuos en condiciones de desventaja social y carencia); el autor recomienda la población afectada de la ciudad de Tenancingo, debe tener la capacidad de adaptación o resiliencia (antes, durante y después). Existe poca capacidad de respuesta ante las inundaciones debido a las que los recursos con que disponen son insuficientes. La capacidad de gestión y la institucionalidad, es limitada por las políticas de gestión ausente. Se identificó tres zonas en la ciudad de altamente recurrente, por su historia y vulnerabilidad. Esta información se pudo ratificar por la Comisión del Agua del Estado de México (CAEM), derivado por dos causas: falta de capacidad técnica, equipamiento y de recursos económicos por parte del municipio, condiciones inseguras (crecimiento urbano asentados en márgenes de los cauces de los ríos, las viviendas precarias, etc.).

2.1.2. Investigaciones nacionales.

Narváez (2012), en su investigación referente a la vulnerabilidad geotécnica de las quebradas Arroyo Seco y Puca Puca en la ciudad de Ayacucho, Lima; concluye que el Sector de Arroyo Seco exhibe altas amenazas de Huaycos e Inundaciones debido especialmente a factores climatológicos durante los meses de Noviembre a Marzo; así como las tipologías del suelo; los sectores con mayor amenaza son las quebradas Puca Puca y Pilacucho, donde existen abanicos coluvio-aluvionales, indicadores de arcaicos huaycos. Las comunidades de Pilacucho y Puca

Puca resultaron con vulnerabilidad alta por estimación y ubicación geográfica, solo Islachayocc obtuvo vulnerabilidad media. En los 3 sectores la vulnerabilidad física fue la más alta, por indicadores de ubicación de vivienda y distancia de quebrada, así mismo no existe un adecuado plan de mitigación y prevención a Huaycos en Arroyo Seco.

Mendoza (2017), en su tesis acerca de la evaluación del riesgo por inundación en la quebrada Romero, del distrito de Cajamarca, periodo 2011- 2016, Cajamarca; señala que el nivel de peligrosidad de la quebrada Romero es alto, debido a la intensidad y las anomalías positivas de precipitación, durante los 6 años de observación, la zona con mayor peligro de inundación está enmarcada entre Jr. Miguel de Cervantes cuadra 4 hasta el Jr. Desamparados cuadra 6, identificados al analizar las dimensiones sociales, económicas y ambientales de la población asentada dentro de la faja marginal de la quebrada; arrojando un alto riesgo la peligrosidad y vulnerabilidad; debido a que en este sector constan residencias construidas a ambos márgenes de la quebrada, e incluso han invadido el cauce natural de la quebrada. Se requiere propuestas de carácter estructurales y no estructurales, de acuerdo al mantenimiento y reforzamiento del cauce de la quebrada; centradas tanto a la capacitación de los pobladores y haciendo hincapié en el cumplimiento de la normativa vigente.

2.1.3. Otras investigaciones.

Elkhrachy (2015), en su artículo “Mapeo de riesgos de inundaciones repentinas utilizando imágenes de satélite y herramientas SIG: un estudio de caso de la ciudad de Najran, Reino de Arabia Saudita (KSA)”, formulan una metodología eficiente para delinear con precisión las áreas de peligro de inundación en la ciudad de Najran, KSA. En este documento, algunas aplicaciones de ArcMap se utilizan para extraer la red de drenaje basada en DEM para el área de estudio. Se han utilizado dos datos DEM (SPOT 5 y SRTM). El área de estudio tiene 75 zonas residenciales. Se determina la intensidad de la cuenca y el drenaje de diferentes zonas. Al superponer el mapa del índice de peligro de inundación con la capa de límites de zona, se

obtiene el mapa. Al utilizar el modelo SPOT, el 25% de la población que reside en 17 zonas es propenso a un bajo riesgo de inundación, el 50% de la población que pertenece a 23 zonas es propenso a moderado, el 9% de la población que pertenece a 17 zonas es propenso a altas y aproximadamente el 16% de población que pertenece a 11 zonas es propenso a un riesgo de inundación muy alto. Mientras que mediante el uso del modelo SRTM, el 22% de la población que reside en 13 zonas es propenso a un bajo riesgo de inundación, el 7% de la población que pertenece a 20 zonas es propenso a moderado, el 69% de la población que pertenece a 30 zonas es propenso a altas y aproximadamente el 2% de la población que pertenece a 5 las zonas son propensas a un riesgo de inundación muy alto. Los factores causantes de las inundaciones repentinas extraídas (escorrentía, densidad de drenaje, pendiente de la superficie) de DEM de baja resolución (SPOT) son casi reales y dan valores más altos de uno bajo (SRTM).

Enríquez et al. (2018) del artículo “Análisis del riesgo por inundación a causa del desborde de río Ilave, Distrito de Ilave – Collao”, Lima – Perú; refieren que los riesgos a los que se afronta una población, en caso ocurriese una inundación por intensas lluvias, el riesgo de inundación por desborde del río Ilave son: Brisas del Río Blanco, Urbanización 24 de Junio y Barrio San Sebastián, por su ubicación hídrica en la cuenca del Lago Titicaca, señalados en el análisis del CENEPRED (Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres.), teniendo como indicadores el nivel de riesgo Muy Alto, Alto, Medio y Bajo respectivamente. Como resultado se obtuvo que el barrio Brisas del Río Blanco tiene un riesgo MUY ALTO, la Urbanización 24 de Junio alcanza un RIESGO ALTO y el Barrio San Sebastián adquiere un RIESGO MEDIO, lo cual nos indica que es fundamental tomar medidas de prevención para mitigar el riesgo de inundación en el distrito de Ilave.

Ahmed et al. (2019), en su investigación del análisis de peligro de inundación del regulador propuesto en el río Shatt Al-Arab, utilizaron un modelo HEC-RAS para simular el flujo real del río Shatt Al-Arab sin un regulador para los datos de 2014. Los resultados

mostraron un muy buen acuerdo entre las etapas simuladas y observadas, donde el coeficiente de correlación (R^2) fue de 0,88 (en promedio). Los valores finales de Manning (n) de los canales principales para el Tigris, el Éufrates, el río Shatt Al-Arab y Garmat Ali Rivers fue 0.028, 0.029, 0.033 y 0.033, respectivamente, mientras que los valores de Manning (n) de las orillas para el alcance del río fueron 0.06. Examinamos la posibilidad de inundaciones en las dos orillas laterales (llanuras aluviales) del río en el caso de establecer un regulador expuesto a una ola de inundación con un flujo máximo de $200 \text{ m}^3 / \text{s}$ durante 27 días. El estudio asumió que el regulador contenía siete compuertas con un tamaño de $3 \times 5 \text{ m}$ y que estas compuertas podían abrirse, cerrarse completamente u operarse como compuertas de marea. La peor condición de la puerta era cuando eran puertas de marea (B2) y puertas cerradas (B3), donde conducían a la inundación de áreas terrestres por inundaciones. Sin embargo, la velocidad del flujo de inundación no excedió $0.1 \text{ m} / \text{s}$ (muy baja), tales velocidades bajas representan un riesgo de peligro muy bajo para las personas.

Díaz y Rodríguez (2016), en su investigación sobre la evaluación del riesgo por inundación en la comunidad Pradera Alta, municipio Maracaibo, Venezuela, para la revista *Minería y Geología*, recopilada por Redalyc; identifica las áreas de amenazas y vulnerabilidad por inundaciones en la comunidad Pradera Alta sector 2, municipio Maracaibo, determinándose que el vertido directo de las aguas residuales sin control alguno tiene una influencia directa sobre el balance del nivel freático, más aún cuando hay suelos permeables y zonas de poca pendiente ($< 5 \%$), en donde prevalecen los procesos verticales de escurrimiento (percolación) sobre los horizontales (drenaje superficial), lo que se acrecienta el ciclo de intensas precipitaciones. Basándose en factores del suelo, hidrológicos, pendiente del terreno, socavamiento y erosión, así como los factores antropogénicos, favorecidos por ausencia de ordenamiento territorial.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Riesgo por inundación.

El término riesgo se usa comúnmente para asociar posibles consecuencias, positivas o negativas, vinculadas a una decisión específica, acto, hecho o peligro. En el caso de inundaciones, el riesgo ha sido y sigue siendo a veces considerado como una fatalidad, en la cual las "víctimas" o pérdidas dependen exclusivamente de las fuerzas naturales que guían el evento de inundación. Por lo tanto, el riesgo de inundación se utiliza en gran medida para designar la probabilidad de que ocurran inundaciones. Contrariamente a este uso, la literatura científica acordó en gran medida que las inundaciones no son un riesgo en sí mismas: el concepto de riesgo involucra al menos dos aspectos, un fenómeno peligroso y los sistemas vulnerables expuestos a ella.

La determinación de este riesgo en términos económicos pasa por la combinación de conocimiento hidrológico sobre la frecuencia de eventos de inundación para diferentes intensidades, y la estimación del daño asociado a estas diferentes frecuencias de inundación de ocurrencia (probabilística enfoque del riesgo). Por lo tanto, el riesgo está representado por curvas de probabilidad de daño. Este concepto ampliamente aceptado se utiliza en esta tesis. (Nicolas, 2004).

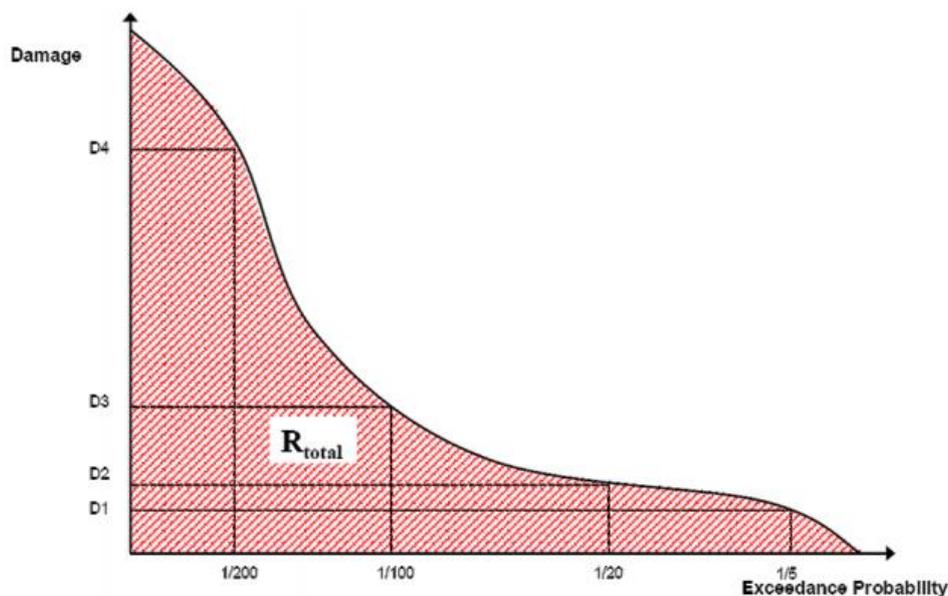


Figura N° 1: El riesgo como consecuencias vs. Probabilidad de excedencia.

Fuente: Messner et al. (2007).

2.2.1.1. Tipos de daños por inundación.

Vargas, R. (2016), señala que aunque la terminología difiere ocasionalmente, los daños por inundación se clasifican principalmente en daños directos e indirectos y, en segundo lugar, en daños tangibles e intangibles.

a. Daños directos / indirectos:

El daño directo por inundación está relacionado con la afectación con los humanos, la propiedad y el medio ambiente. Esto incluye daños a edificios, activos económicos, pérdida de cultivos y ganado en pie en la agricultura, pérdida de vidas humanas, impactos inmediatos en la salud y pérdida de bienes ecológicos. (Smith & Ward, 1998).

Algunos ejemplos son: actividad económica reducida y dificultades financieras individuales, así como impactos adversos en el bienestar social de una comunidad. Los daños indirectos incluyen impactos disruptivos, como la pérdida de tiempo de negociación y la demanda del mercado de productos. (Vargas, 2016).

b. Daños tangibles / intangibles:

Los daños que pueden representarse en términos monetarios, tales como daños a los activos, pérdida de producción, etc. se denominan daños tangibles. Las bajas, los efectos sobre la salud o los daños a los bienes y servicios que no se comercializan en un mercado no pueden evaluarse simplemente en términos monetarios. La Tabla 6.1 combina los dos criterios de diferenciación y da algunos ejemplos para cada categoría. (Messner, y otros, 2007).

2.2.1.2. Manejo de riesgo de inundación

Se recomienda dos alternativas con este propósito: (1) la construcción de estructuras hidráulicas para reducir riesgos, p. ej. Presas holandesas, diques del Rin y (2) La adaptación de los activos para resistir las inundaciones, p. Los residentes de la ribera amazónica construyen sus hábitats elevados por pilares, para que puedan vivir cerca de los ríos sin ser vulnerables a inundaciones. Aunque actualmente se prefieren las medidas para reducir la vulnerabilidad, el control del peligro fue y sigue siendo la medida más frecuentemente adoptada en los proyectos de alivio del riesgo de inundación. El término de control de inundaciones ha progresado, así como las técnicas empleadas para hacer frente a las inundaciones. Es reciente que comenzamos a reemplazar los enfoques de "control de inundaciones" por enfoques de "gestión del riesgo de inundaciones" (Eleutério, 2012).

a. Caracterización del fenómeno de inundaciones.

- Parámetros de Precipitaciones anómalas positivas.
- Parámetro de Cercanía a una fuente de agua.

b. Identificación de parámetros y descriptores que son susceptibles al fenómeno de estudio.

Factores condicionantes. Parámetros del mismo ámbito geográfico del evento (magnitud e intensidad), así como su distribución en espacio y tiempo (CENEPRED, 2014).

- Parámetro de Relieve con peso ponderado.
- Parámetros de consideraciones para tipo de suelo.

Factores desencadenantes. Las cuantificaciones que desatan eventos y/o sucesos agrupados que pueden generar peligros en un perímetro geográfico concreto. (CENEPRED, 2014).

- Parámetros Hidrometeorológicos.
- Inducido por el ser humano.

2.2.1.3. Factores del modelado de los riesgos de inundación.

Si la fuerza de la lluvia excede la tasa de evaporación y la capacidad de infiltración del suelo, la escorrentía superficial ocurre como una inundación repentina.

También ocurre cuando la lluvia cae sobre superficies impermeables, como carreteras y otras áreas pavimentadas. (Elkhrachy, 2015).

- 1) ***Escurrimiento:*** la probabilidad de una inundación aumenta a medida que aumenta la cantidad de lluvia en un lugar.
- 2) ***Influencias del suelo:*** el tipo y la textura del suelo son factores muy importantes para determinar las características de retención de agua e infiltración de un área y, en consecuencia, afectan la susceptibilidad a las inundaciones.
- 3) ***Pendiente superficial:*** la pendiente de la superficie terrestre es uno de los elementos efectivos en las inundaciones. El peligro de una inundación repentina aumenta a medida que aumenta la pendiente de la superficie.
- 4) ***Rugosidad de la superficie:*** la rugosidad de la superficie en términos de fricción hidrodinámica es una entrada esencial para la simulación de inundación repentina
- 5) ***Densidad de drenaje:*** la densidad de desagüe es la extensión de todos los canales dentro de la cuenca fragmentada por el área de la cuenca.

- 6) ***Distancia al canal principal***: las áreas ubicadas cerca del canal principal y la ruta de acumulación de flujo tienen más probabilidades de inundarse
- 7) ***Cubierta del suelo***: describe la apariencia del paisaje y generalmente se clasifica por la cantidad y el tipo de vegetación, lo que es un reflejo de su uso, medio ambiente, cultivo y fenología estacional. (Elkhrachy, 2015)

2.2.1.4. Tipos de medidas de gestión de inundaciones.

Diferentes tipos de estrategias de intervención pueden tener lugar con este propósito. Como lo describe Torterotot (1993), podemos hacer la diferencia entre "estructural" y Medidas "no estructurales". Básicamente, las medidas estructurales se refieren a intervenciones en el mundo físico y las medidas no estructurales se centran en el comportamiento de los individuos. Se pueden encontrar diferentes estrategias en el trabajo de Bouwer et al. (2011) Además, estas medidas pueden usarse para reducir el riesgo de adoptar acciones que pueden tener lugar en tres contextos temporales distintos: (1) para reducir el potencial de daño actuar antes del evento de inundación, (2) concentrarse en las acciones para reducir el daño durante el evento y (3) para reparar el daño después del evento (Eleutério, 2012). Se pueden usar medidas preventivas para reducir inmediatamente el riesgo real y / o para reducir el riesgo en un Perspectiva a largo plazo. En este tipo de medida, el objetivo es reducir el riesgo mitigando el peligro y / o la vulnerabilidad de los activos a sufrir daños. La reducción de los riesgos de inundación es más frecuente utilizado en esquemas de gestión (Nicolas, 2004). Estas estrategias son medidas estructurales porque pasan por la construcción de infraestructura, p. desviación y rectificación de cuerpos de agua, diques, presas, cuencas de retención, etc.

2.2.1.5. Evaluación de posibles daños por inundación.

La evaluación de posibles daños por inundación es una clave fundamental en la toma de decisiones de gestión de inundaciones procesos y determinación de tarifas de seguros. Estos análisis también aportan conocimiento de diferentes aspectos del riesgo y facilitar la previsión

presupuestaria para la gestión de crisis (Kreibich & Thielen, 2008) . Estos proyectos contribuyeron a la Desarrollo de varios métodos para evaluar el riesgo de inundación y el potencial de daños.

a) Evaluaciones de daños reales y potenciales.

Distinguimos "daño real" de "daño potencial". El daño real corresponde al daño eso realmente ocurrió en el pasado y el daño potencial es el daño que podría ocurrir en el futuro en la ausencia de cualquier medida de reducción de daños (Merz et al., 2010).

b) Métodos conceptuales para estimar el potencial de daño.

Los métodos conceptuales son uno de los enfoques que se pueden usar para estimar el daño potencial por inundación. Se basan en la capacidad del mercado para asociar un valor monetario al riesgo de inundación. La hipótesis fundamental de este análisis es que la sociedad espera reducir el riesgo de inundación que está listo para pagarlo (Nascimento et al., 2007).

c) Métodos deterministas para estimar el daño potencial.

Los métodos deterministas se basan en una estimación detallada del daño por inundación, pasando por un Descripción precisa de la vulnerabilidad de los activos a sufrir daños. Estos métodos sirven para evaluar sin embargo, el daño directo e indirecto generalmente se concentra en el daño tangible directo debido a complejidad vinculada a procesos de daño indirecto (Hubert y Ledoux, 1999; D4E, 2007). Los El proceso de estimación cuenta con la descripción de tres aspectos del riesgo de inundación: (1) el peligro y su características; (2) la exposición de los activos y su vulnerabilidad a las inundaciones; y (3) los activos susceptibilidad a sufrir daños, en función de las funciones de daño que establecen el potencial de daño para los activos como una función de vulnerabilidad y características de peligro. La siguiente tabla permite determinar e identificar por color los niveles de riesgo, en base del conocimiento de la peligrosidad y de las vulnerabilidades.

Tabla 1:

Método simplificado para la estimación del nivel del riesgo (Matriz de peligro y vulnerabilidad)

| | | | | | | |
|---------|----------|-------|----------------|-------|-------|----------|
| PELIGRO | MUY ALTO | 0.503 | 0.034 | 0.067 | 0.131 | 0.253 |
| | ALTO | 0.260 | 0.018 | 0.035 | 0.068 | 0.131 |
| | MEDIO | 0.134 | 0.009 | 0.018 | 0.035 | 0.067 |
| | BAJO | 0.068 | 0.005 | 0.009 | 0.018 | 0.034 |
| | | | 0.068 | 0.134 | 0.260 | 0.503 |
| | | | BAJA | MEDIO | ALTO | MUY ALTO |
| | | | VULNERABILIDAD | | | |

Fuente: CENEPRED (2014)

Se ha determinado los siguientes rangos según los niveles de riesgo:

Tabla 2:

Niveles de riesgo

| | |
|-----------------|------------------------|
| Riesgo Muy Alto | $0.068 \leq R < 0.253$ |
| Riesgo Alto | $0.018 \leq R < 0.068$ |
| Riesgo Medio | $0.005 \leq R < 0.018$ |
| Riesgo Bajo | $0.001 \leq R < 0.005$ |

Fuente: CENEPRED - 2014.

2.2.1.6. Determinación del daño potencial por inundación.

Una gran cantidad de métodos para evaluar los daños por inundaciones están disponibles en la literatura en todo el mundo. Estos métodos son principalmente diferentes en relación con la escala de la evaluación, que varía de primaria (unidad / microescala) a escalas internacionales y al nivel de detalles en los que se producen daños por inundación evaluado. Sin embargo, existe un acuerdo común sobre el uso de la evaluación determinista de las inundaciones a dañar. (Eleutério, 2012).

a) Principios de evaluación económica.

El objetivo de la evaluación es central en la organización del proceso de evaluación económico las evaluaciones de daños por inundación están relacionadas con el propósito y, por lo tanto, dependen del contexto. Los fundamentos de la evaluación económica son diferentes en los programas de socorro en casos de desastre, para contratos de seguro o en público decisiones de política. (Eleutério, 2012).

b) Proceso de evaluación de daños por inundación.

Las evaluaciones potenciales de daños por inundación se basan esencialmente en tres aspectos relacionados con diferentes campos de conocimiento: riesgos de inundación (hidrometeorología, hidráulica e ingeniería), la vulnerabilidad de los activos (geografía, sociología e ingeniería) y susceptibilidad de activos (economía e ingeniería). En estimaciones de daños por inundación, los peligros están representados por diferentes tipos de mapas de inundación para diferentes probabilidades de ocurrencia, extensión de la inundación, profundidad del agua, duración de la inmersión y flujo distribuciones de velocidad. (Eleutério, 2012).

c) Resultados de las evaluaciones de daños por inundación.

Una vez que estas estimaciones se basan en datos más o menos precisos sobre vulnerabilidad y peligro, el primero El resultado de los procesos de estimación de daños es el conjunto de diferentes bases de datos recopiladas o producidas durante el proceso de evaluación. (Eleutério, 2012).

2.2.1.7. Efectos de inundación, consecuencias y daños.

Las inundaciones generan varios efectos en el medio ambiente que alcanzan, de forma directa o indirecta. Torterotot (1993) introdujo una diferenciación interesante entre efectos de inundación, impactos y daños.

Algunos de los efectos de las inundaciones son "percibidos" por los hombres, otros no. Del mismo modo, algunos efectos se "sienten" y otros no. El significado de las palabras "percibir", es decir, tomar conciencia o ser consciente de, y "sentir", es decir, verse afectado por, expresar la diferencia básica entre "efecto", "impacto" y "daño". (Ahmed, Abbas, & Najm, 2019).

Los efectos de los alimentos se definen como todos los cambios objetivos generados por las inundaciones, en los sistemas naturales, humanos y económicos. Los impactos son los efectos percibidos por la sociedad, o los efectos que la sociedad atribuye cierta importancia. El daño es un impacto con valores antropogénicos agregados, de manera monetaria o subjetiva.

Las inundaciones también pueden tener consecuencias positivas, como la fertilización de llanuras de inundación en áreas rurales no controladas, el aumento o mantenimiento de la biodiversidad en áreas naturales, el refuerzo de los vínculos sociales entre las personas afectadas en el contexto urbano o rural, etc. (Torterotot, 1993).

La agregación de valores a las consecuencias de las inundaciones incluye mucha subjetividad, especialmente al marcar la diferencia entre las consecuencias positivas y negativas de las inundaciones. Pueden considerarse negativos y positivos al mismo tiempo, dependiendo del punto de vista. Por ejemplo; El propietario de la vivienda considera que la pérdida de material de la estructura de la vivienda causada por una inundación es una consecuencia negativa de la inundación una vez que se suponga que el propietario gastará recursos monetarios para repararla o reemplazarla; sin embargo, la empresa de ingeniería civil que estará a cargo de la reparación de la casa o los trabajos de reemplazo percibirá la consecuencia de las inundaciones como un beneficio una vez que probablemente sacar provecho de ello. Por lo tanto, cuando se usa el término daño por inundación, es crucial especificar quién sufre el daño y quién lo paga.

2.2.2. Vulnerabilidad.

En el decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Ley N° 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), señala que...

...vulnerabilidad es la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividad socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza...(PCM, 2011).

El efecto compuesto de la sensibilidad de una población y su capacidad para responder y recuperarse de las consecuencias de un peligro natural construyen la vulnerabilidad socioeconómica. La vulnerabilidad socioeconómica es una variable integral que está influenciada por una variedad de factores y, por lo tanto, es esencial comprender las características de las sociedades e investigar su susceptibilidad al impacto de los peligros.

2.2.2.1. Factores de la vulnerabilidad.

Algunos de los principales factores que aumentan la vulnerabilidad a las inundaciones urbanas en desarrollo se ha encontrado que los países son pobreza; mala vivienda y condiciones de vida, falta de preparación, aumento de la población, desarrollo de asentamientos en situación de riesgo regiones, mantenimiento deficiente de las estructuras de drenaje y falta de conciencia entre la población general. Por lo tanto, se realiza una evaluación de vulnerabilidad para identificar los sectores más vulnerables de la sociedad y priorizar la asistencia mediante canalizando recursos. (Reith, 2012).

- a. La Exposición
- b. La Fragilidad
- c. La Resiliencia.

2.2.2.2. Análisis de la vulnerabilidad.

Los análisis de vulnerabilidad se clasifican principalmente en dos grupos que (1) investigan las características del peligro natural y los atributos físicos que agravan las pérdidas, que pueden

resumirse como vulnerabilidad biofísica, o (2) abordan el efecto compuesto del estado socioeconómico y la exposición, que afectan directamente los impactos. (Reith, 2012).

Multitud de estudios se han centrado en los elementos de exposición debido a una menor complejidad en comparación con la vulnerabilidad socioeconómica. Sin embargo, la vulnerabilidad socioeconómica puede abordar las causas profundas de los daños a las sociedades al investigar el estado social, el crecimiento económico, las limitaciones de la población y varias otras características. Varios otros autores han discutido, en detalles muchos de los aspectos importantes de la vulnerabilidad social y sus medidas.

Sin embargo, la vulnerabilidad socioeconómica puede abordar las causas profundas de los daños a las sociedades al investigar el estado social, el crecimiento económico, las limitaciones de la población y varias otras características. Varios otros autores han discutido, en detalles mucho mayores, muchos de los aspectos importantes de la vulnerabilidad social y sus medidas.

a. Dimensión social.

Se establece por la población vulnerable y no vulnerable expuesta dentro del área de influencia del evento natural para identificar los niveles de vulnerabilidad social (CENEPRED, 2014).



Figura N° 2: Parámetros para el análisis de la dimensión social

b. Dimensión económica.

Se establece por actividades económicas e infraestructura expuesta dentro del perímetro de influencia del fenómeno natural, identificando así, los elementos expuestos vulnerables y no vulnerables. (CENEPRED, 2014).

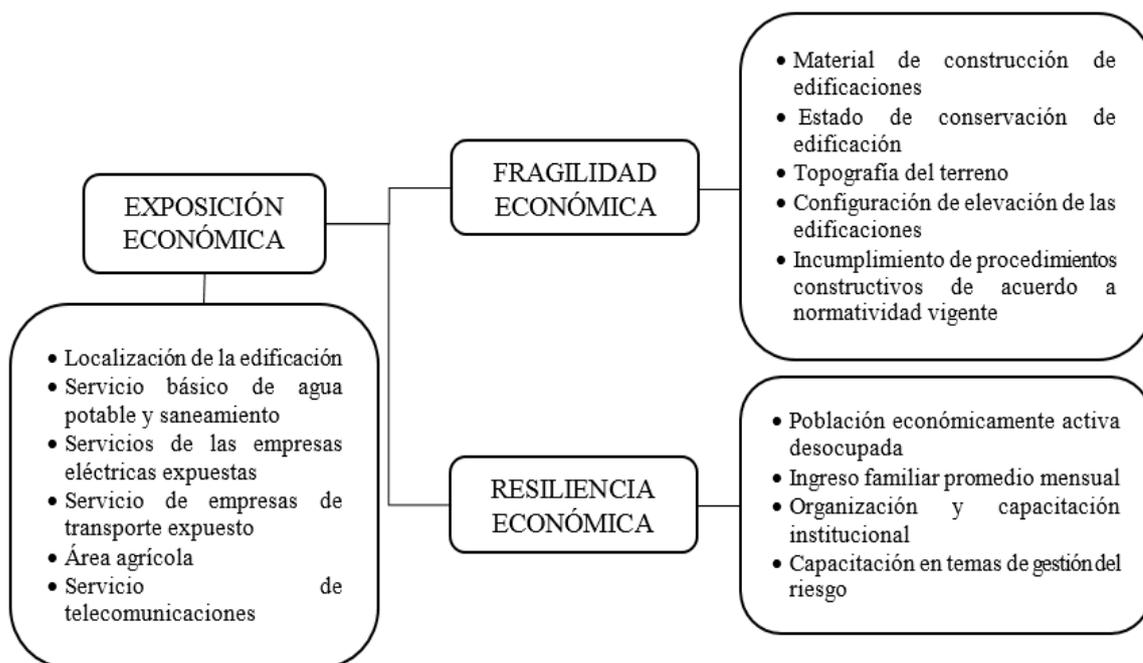


Figura N° 3: Parámetros para la evaluación de la dimensión económica

c. Dimensión ambiental.

Se determina por recursos naturales renovables y no renovables afectados dentro de la zona de ocurrencia del fenómeno natural, caracterizado por los recursos naturales vulnerables y no vulnerables. (CENEPRED, 2014).

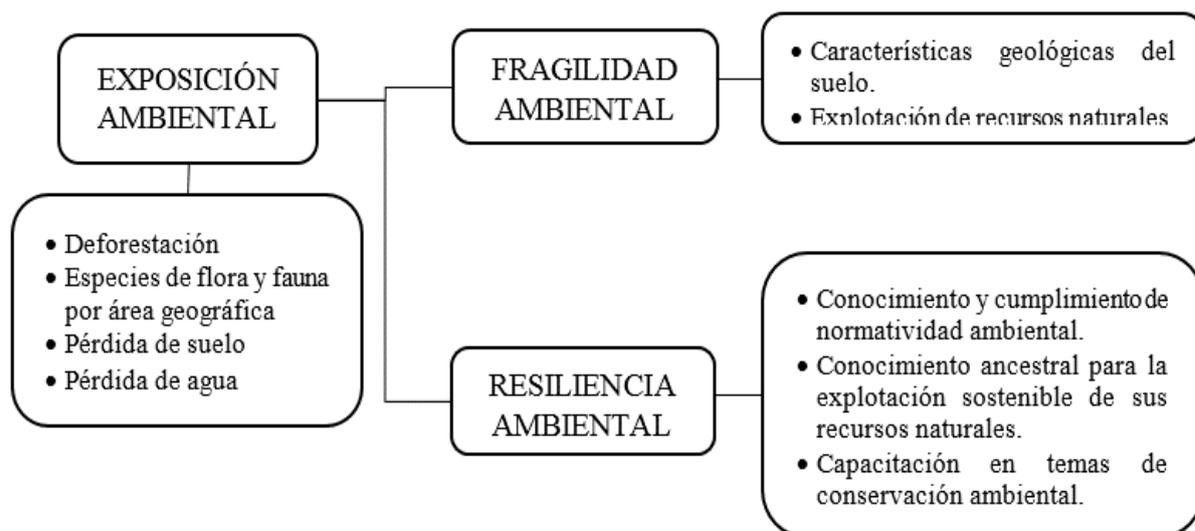


Figura N° 4 Parámetros de evaluación de la dimensión ambiental

2.2.2.3. Evaluación de vulnerabilidad e incertidumbre.

Los datos de vulnerabilidad se refieren específicamente a la información relativa a los activos y su sensibilidad a inundaciones. Consiste en clasificar activos y determinar características ocupacionales, características de construcción y Características del comportamiento humano. A pesar de que es fuertemente se recomienda generar funciones de daño en el sitio en estudio, que no siempre es posible debido a la inexistencia de datos o la disponibilidad de tiempo para realizar el análisis. El uso de funciones de daño creadas en otros lugares es otra fuente de incertidumbre. (Eleutério, 2012). Estratificación de la vulnerabilidad. La vulnerabilidad puede estratificarse en cuatro niveles: bajo, medio, alto y muy alto.

Tabla 3:

Estratificación para vulnerabilidad muy alta y alta

| ESTRATO / NIVEL | DESCRIPCIÓN O CARACTERÍSTICAS | VALOR |
|-------------------------|--|------------------------|
| VULNERABILIDAD MUY ALTA | <p>Grupo etario: de 0 a 5 años y mayor a 65 años. Servicios educativos expuestos: $\geq 75\%$ del servicio educativo expuesto. Servicios de salud terciarios expuestos: $\geq 60\%$ del servicio de salud expuesto. Materia de construcción: estera/cartón. Estado de conservación de la edificación: Muy malo. Topografía del terreno: $50\% \leq P \leq 80\%$. Configuración de elevación de la edificación: 5 pisos. Incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a normatividad vigente: $\geq 80\%$. Localización de la edificación: Muy cerca 0 a 0.20km. Servicios de agua y desagüe: mayor a 75% del servicio expuesto. Servicio de empresas eléctricas expuestas: $\geq 75\%$. Servicio de empresas de distribución de combustible y gas: $\geq 75\%$. Servicio de empresas de transporte expuesto: mayor a 75%. Área agrícola: $\geq 75\%$. Servicios de telecomunicación: $\geq 75\%$. Antigüedad de construcción: de 40 a 50 años. PEA desocupada: escaso acceso y la no permanencia a un puesto de trabajo. Organización y capacitación institucional: presentan poca efectividad en su gestión, desprestigio y aprobación popular. Deforestación: áreas sin 0.260 $\leq R$</p> | $0.260 \leq R < 0.503$ |
| VULNERABILIDAD ALTA | <p>Grupo etario: de 5 a 12 años y de 60 a 65 años. Servicios educativos expuestos $\leq 75\%$ y $> 50\%$ del servicio educativo expuesto. Servicios de salud terciarios expuestos: $\leq 60\%$ $> 35\%$ del servicio de salud expuesto. Estado de conservación de la edificación: Malo. Topografía del terreno: $30\% \leq P \leq 50\%$. Configuración de elevación de la edificación: 4. Actitud frente al riesgo: escasamente provisoria de la mayoría de la población. Localización de la edificación: cercana 0.20 a 1km. Servicios de agua y desagüe: $\leq 75\%$ $\geq 50\%$ del servicio expuesto. Servicios de agua y desagüe: $\geq 75\%$ del servicio expuesto. Servicio de empresas eléctricas expuestas: $\leq 75\%$ $\geq 50\%$. Servicio de empresas de distribución de combustible y gas: $\leq 75\%$ $\geq 50\%$. Servicio de empresas de transporte expuesto: menor o igual 75% $\geq 50\%$. Servicios de telecomunicación: $\leq 75\%$ $\geq 50\%$. Área agrícola: $\leq 75\%$ $\geq 50\%$.</p> | $0.134 \leq R < 0.260$ |

Fuente: CENEPRED, (2014).

Tabla 4:

Estratificación para vulnerabilidad media y baja.

| ESTRATO / NIVEL | DESCRIPCIÓN O CARACTERÍSTICAS | VALOR |
|----------------------|---|------------------------|
| VULNERABILIDAD MEDIA | Grupo etario: de 12 a 15 años y de 50 a 60 años. Grupo etario: de 5 a 12 años y de 60 a 65 años. Servicios educativos expuestos: $\leq 50\% \geq 25\%$ del servicio educativo expuesto. Servicios de salud terciarios expuestos: $\leq 35\% \geq 20\%$ del servicio de salud expuesto. Materia de construcción: quincha (caña con barro). Estado de conservación de la edificación: Regular. Topografía del terreno: $20\% \leq P \leq 30\%$. Actitud frente al riesgo: parcialmente provisoria de la mayoría de la población, asumiendo el riesgo sin implementación de medidas para prevenir. Localización de la edificación: medianamente cerca 1 a 3km. Servicios de agua y desagüe: $\leq 50\% \geq 25\%$ del servicio expuesto. Servicios de agua y desagüe: mayor a 75% del servicio expuesto. Servicio de empresas eléctricas expuestas: $\leq 25\% \geq 10\%$. Servicio de empresas de distribución de combustible y gas $\leq 50\% \geq 25\%$. | $0.068 \leq R < 0.134$ |
| VULNERABILIDAD BAJA | Grupo etario: de 15 a 50 años. Grupo etario: de 5 a 12 años y de 60 a 65 años. Servicios educativos expuestos: $\leq 25\%$ del servicio educativo expuesto. Servicios de salud terciarios expuestos: $\leq 20\%$ del servicio de salud expuesto. Materia de construcción: ladrillo o bloque de cemento. Estado de conservación de la edificación: Bueno a muy bueno. Topografía del terreno: $P \leq 10\%$. | $0.035 \leq R < 0.068$ |

Fuente: CENEPRED, (2014).

2.2.2.4. El Rol de la incertidumbre en los resultados de la evaluación.

El alto nivel de incertidumbre en la evaluación de daños por inundación no puede ser descuidado (de Blois y viento, 1995). La incertidumbre general sobre el proceso de evaluación es compleja de analizar debido a esto aspecto multimodelo de la evaluación. Es difícil de entender, identificar, medir y representar la incertidumbre. La validación de las evaluaciones ex ante de daños por inundación es difícil de lograr. La única solución utilizar los resultados de la evaluación de daños para respaldar los procesos de toma de decisiones es comprender las incertidumbres y su propagación sobre los resultados de la evaluación. La presentación de estos Los resultados de la evaluación para los tomadores de decisiones sin incertidumbres relacionadas pueden inducir un mal uso de estos resultados. Los resultados de la evaluación de

daños, cuando se acompañan de análisis de incertidumbre, aportan maneja una mejor comprensión de la naturaleza dudosa y variable del riesgo de inundación. (Eleutério, 2012).

2.3. Definición de Términos Básicos

- a. **Riesgo.** El riesgo se define como la posibilidad de pérdida o lesión; también puede definirse como la probabilidad de que un evento altere el estado habitual. (Bader, 2016)
- b. **Análisis de Riesgo.** El análisis de riesgo de inundación incluye la combinación de los resultados tanto del análisis de vulnerabilidad como del análisis de peligro. Esto se define por la relación entre las clases de vulnerabilidad de uso de la tierra y las clases de peligro de profundidad de inundación en un área particular. (Manandhar, 2010)
- c. **Evaluación de Riesgo.** Implica una comprensión clara de las causas de un desastre potencial, que incluye tanto el peligro natural de una inundación como la vulnerabilidad de los elementos en riesgo, que son las personas y sus propiedades. Por lo tanto, la evaluación del riesgo de inundación consiste en comprender y cuantificar este complejo fenómeno. (Messner, y otros, 2007)
- d. **Análisis de Inundación.** Es la estimación de las frecuencias de inundación es esencial para la evaluación cuantitativa del problema de inundación, requiere el conocimiento de la magnitud y la frecuencia probable de dicha recurrencia para el diseño y la ubicación adecuados de las estructuras hidráulicas y para otros estudios aliados. (Mendoza S., 2017)
- e. **Riesgo de inundación.** Es una interacción compleja de la hidrología y la hidráulica del flujo del río con el potencial de dañar las llanuras de inundación circundantes. El elemento de riesgo tiene tanto el dominio espacial y temporal y también es una función del nivel de intervención humana de las llanuras de inundación circundantes. (Reith, 2012)
- f. **Reducción de Riesgo.** conjunto de acciones y mecanismos que facilitan la identificación de riesgo generando prevención y mitigación de daños. (Rodríguez V., 2012)

- g. **Vulnerabilidad.** Se define como la sensibilidad del uso de la tierra al fenómeno de inundación, que depende solo del tipo de uso de la tierra y la percepción social del riesgo. (Bader, 2016)
- h. **Peligro por inundación.** Depende no solo del régimen de flujo del río sino del uso de la tierra de las llanuras de inundación. El peligro de inundación se evalúa mediante la creación de mapas de inundación. (Elkhrachy, 2015)
- i. **Peligro.** Se define como la probabilidad del evento y el tamaño de la inundación. La exposición es la parte que representa los elementos que podrían verse afectados por inundación, porque se encuentran en una ubicación vulnerable a la inundación. (Jordán G. M. , 2016)
- j. **Inundaciones.** Son el desbordamiento de los confines normales de una corriente u otro cuerpo de agua o la acumulación de agua sobre áreas que normalmente no están sumergidas. (Bader, 2016)

2.4.Hipótesis de Investigación

2.4.1. Hipótesis general.

El análisis de riesgo de inundación permitirá prevenir desbordes del Río Pócoto en el distrito de San Vicente de Cañete – 2018.

2.4.2. Hipótesis específicas.

- a. El análisis de riesgo de inundación se relaciona significativamente con las medidas estructurales para la prevención desborde del río Pócoto en el distrito de San Vicente de Cañete – 2018.
- b. El análisis de riesgo de inundación se relaciona significativamente con las medidas no estructurales para la prevención desborde del río Pócoto en el distrito de San Vicente de Cañete – 2018.

- c. El análisis de riesgo de inundación se relaciona significativamente con resiliencia para la prevención de desborde del río Pócoto en el distrito de San Vicente de Cañete – 2018.

2.5.Operacionalización de las Variables.

El estudio tomara como variable independiente *Análisis el riesgo de inundación...*, y para la variable independiente *prevención de desbordes del Río Pócoto...*, para ambos se consideró dos dimensiones y 2 indicadores, de acuerdo a la información teórica científica, conceptualizaremos las siguientes variables.

2.5.1. Análisis del riesgo de inundación.

Procedimientos o procesos, para recolectar información o datos estadísticos para determinar los factores o parámetros influentes en los riesgos predecibles o identificables en las áreas geográficas de las inundaciones recurrentes.

2.5.2. Prevención de desbordes.

Metodología o instrucciones de para prevenir o avizorar, posibles riesgos de desborde en las áreas geográficas identificadas; para minimizar las pérdidas humanas, económicas o materiales.

Tabla 5:

Operacionalización de variables

| Variable Independiente | Dimensiones | Indicadores |
|--|---------------------------------------|---|
| Análisis de riesgo de inundación | Parámetros hidráulicos. | - Hidráulicos formacionales. - Hidráulicos de suelo. |
| | Parámetros climáticos. | - Factores atmosféricos. - Factores geográficos. |
| | Estimación de peligrosidad y riesgos. | - Mapas de amenazas y nivel de riesgo. - Nivel de vulnerabilidad. |
| Variable Dependiente | Dimensiones | Indicadores |
| Prevención de desbordes del río Pócoto | Medidas estructurales | - Control y retención (sedimentos). - Estabilización y conducción de causes. |
| | Medidas no estructurales | - Monitoreo hidrometeorológico. - Monitoreo sedimentológicas. |
| | Resiliencia | - Económico. - Social - experiencial |

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Diseño Metodológico

3.1.1. Tipo de investigación.

La investigación es de tipo mixta por la participación de tipo documental y de campo, pues para la estimación del nivel de riesgo se necesitó conocer el área inundable, para lo cual se utilizó datos como el levantamiento topográfico realizado en campo, asimismo, se utilizó las estadísticas de las precipitaciones de la zona, proporcionadas por el SENAMHI.

3.1.2. Nivel de investigación.

El presente trabajo de investigación es de nivel predictivo porque se analiza el nivel de riesgo al que se encuentran expuestos los sectores adyacentes al río Pócoto y se proponen medidas para reducir el nivel de riesgo y prevenir inundaciones por desbordes del río.

3.1.3. Diseño de investigación.

Según la metodología el estudio es de diseño no experimental, transversales de tipo correlacional causales. Ya que se analizan los fenómenos de la realidad después de ocurrido el evento, y las causas o variables que componen el problema de estudio según su contexto social (Carrasco, 2006).

3.1.4. Enfoque de la investigación.

El estudio es de carácter cuantitativo ya que se determinó la cuantificación y recurrencia de los hechos, de acuerdo a sus principios, establecido para la variable de análisis de riesgo por inundación, concordantes con su prevención.

3.2. Población y Muestra

3.2.1. Población.

La población está representada por los sectores vulnerables a la inundación (Viviendas, carreteras, colegios, veredas, etc.) adyacentes al río Pócoto del distrito de San Vicente – Cañete.

3.2.2. Muestra.

La muestra para el trabajo de investigación está considerada por datos de la información referentes al sistema de medición de riesgo y prevención de desbordes efectuados en los sectores de 28 de Julio, Castilla y Los Pinos que se encuentran adyacentes al río Pótopo del distrito de San Vicente – Cañete.

3.3. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.3.1. Técnicas a emplear.

Las técnicas de recolección de los datos pueden ser múltiples, en tal contexto se utilizó técnicas mixtas, ya que para la técnica cuantitativa se emplea registros de datos estadísticos y pruebas estandarizadas, pertinentes para este caso de estudio; y en los estudios cualitativos aplican las entrevistas profundas, pruebas proyectivas, revisión de archivos y observación; las cuales también fueron utilizadas. Así podemos mencionar la siguiente estructura de técnicas empleadas:

- Análisis sistemático Directo.
- Análisis Sistemático Indirecto.
- Análisis experimental.

3.3.2. Descripción de los instrumentos.

Los instrumentos a utilizar serán de carácter mixto, es decir cuantitativo, porque se utilizaron instrumentos válidos y confiables en estudios previos basados en la revisión de la literatura y se prueban y ajustan a la realidad problemática; cualitativo y se auxilió diversas técnicas que se desarrollaron durante el estudio. Podemos mencionar los siguientes: Ficha de observación, formatos de evaluación, registros manuales, filmadora, cámara fotográfica y grabadora.

3.4. Técnicas para el Procesamiento de la Información.

Se utilizará la técnica estadística para ellos se usa el manual de evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales – 2^{da} versión (CENEPRED, 2014), el cual se respalda en información

creada por las instituciones técnico científicas, permitiendo establecer las variables y parámetros, para determinar los niveles de peligrosidad. Además, se recurrieron a programas de cálculo como Excel, software como Hec-Ras, para luego mostrar la información, mediante planos, tablas, registros, figuras, y otros.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Análisis de Resultados.

4.1.1. Determinación del área inundable del río Pócoto.

De acuerdo a la investigación realizada tendremos en cuenta cuatro puntos a desarrollar, lo que permitirá la determinación del área inundable según el sector evaluado: Factores condicionantes, factores desencadenantes, cálculo de las máximas avenidas de diseño y simulación hidráulica.

4.1.1.1. Factores condicionantes.

a. Características geomorfológicas.

El río Pócoto es una cuenca pequeña, con forma irregular alargada, cuyo terreno posee una pendiente muy baja con peligro de erosión. A continuación, en el siguiente cuadro se muestran los resultados del cálculo de los parámetros geomorfológicos:

Tabla 6:

Características geomorfológicas.

| Características | Unidades | Nombre del Río | |
|--------------------------------|--------------------------------|----------------|---------|
| | | Cañete | Pócoto |
| Área (A) | km ² | 6,078.510 | 37.120 |
| Perímetro (P) | km | 517.132 | 41.580 |
| Longitud de Cauce Mayor (L) | km | 168.600 | 2.250 |
| Ancho Promedio (Ap) | km | 36.053 | 16.490 |
| Pendiente del Cauce (Ic) | % | 1.850 | 1.330 |
| Pendiente de la Cuenca | % | 22.180 | 3.030 |
| Altitud Máxima | msnm | 5,804.000 | 608.000 |
| Altitud Mínima | msnm | 4.000 | 33.000 |
| Desnivel Altitudinal | msnm | 5,800.000 | 575.000 |
| Coeficiente de Compacidad (Kc) | $K_c = \frac{0.28P}{\sqrt{A}}$ | 1.857 | 1.920 |
| Factor de Forma (Ff) | $F_f = \frac{A}{L^2}$ | 0.214 | 7.320 |

b. Geología y geotecnia.

De acuerdo a la Norma Técnica E.030 “Diseño Sismorresistente” del Reglamento Nacional de Edificaciones, la zona en estudio se encuentra dentro de la zona 4, de sismicidad Muy Alta, correspondiéndole un factor de zona $z=0.45$.

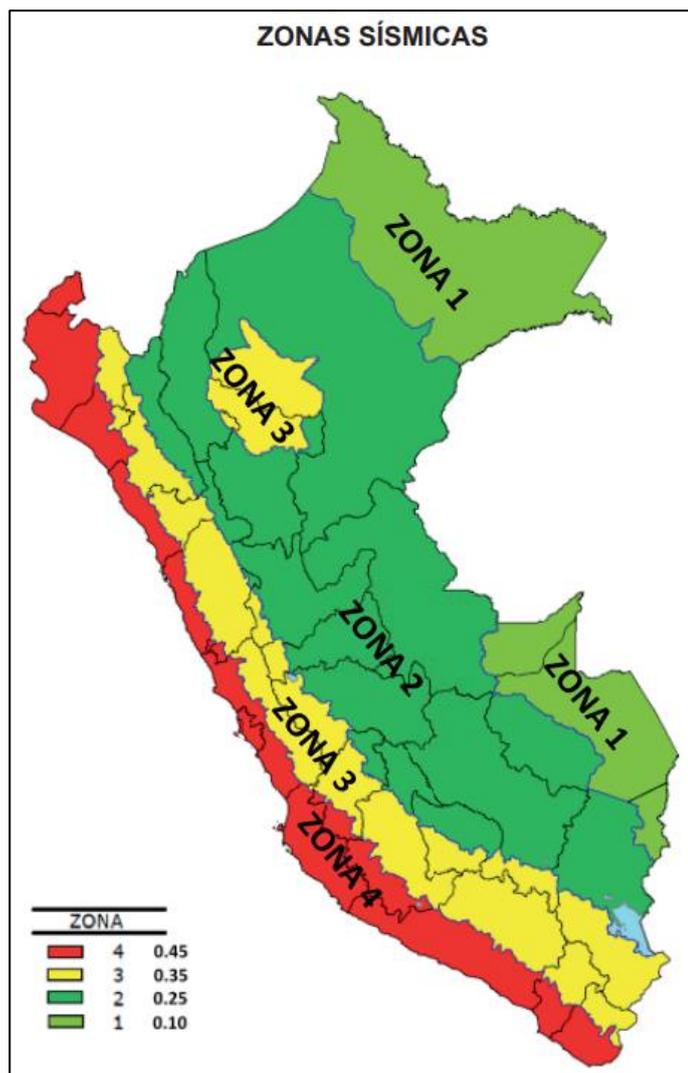


Figura N° 5: Mapa de zonas sísmicas de la norma E.030 "Diseño Sismorresistente"

El distrito de San Vicente de Cañete se encuentra en una zona cuya máxima intensidad sísmica es de Grado IX en la Escala Modificada de Mercalli.

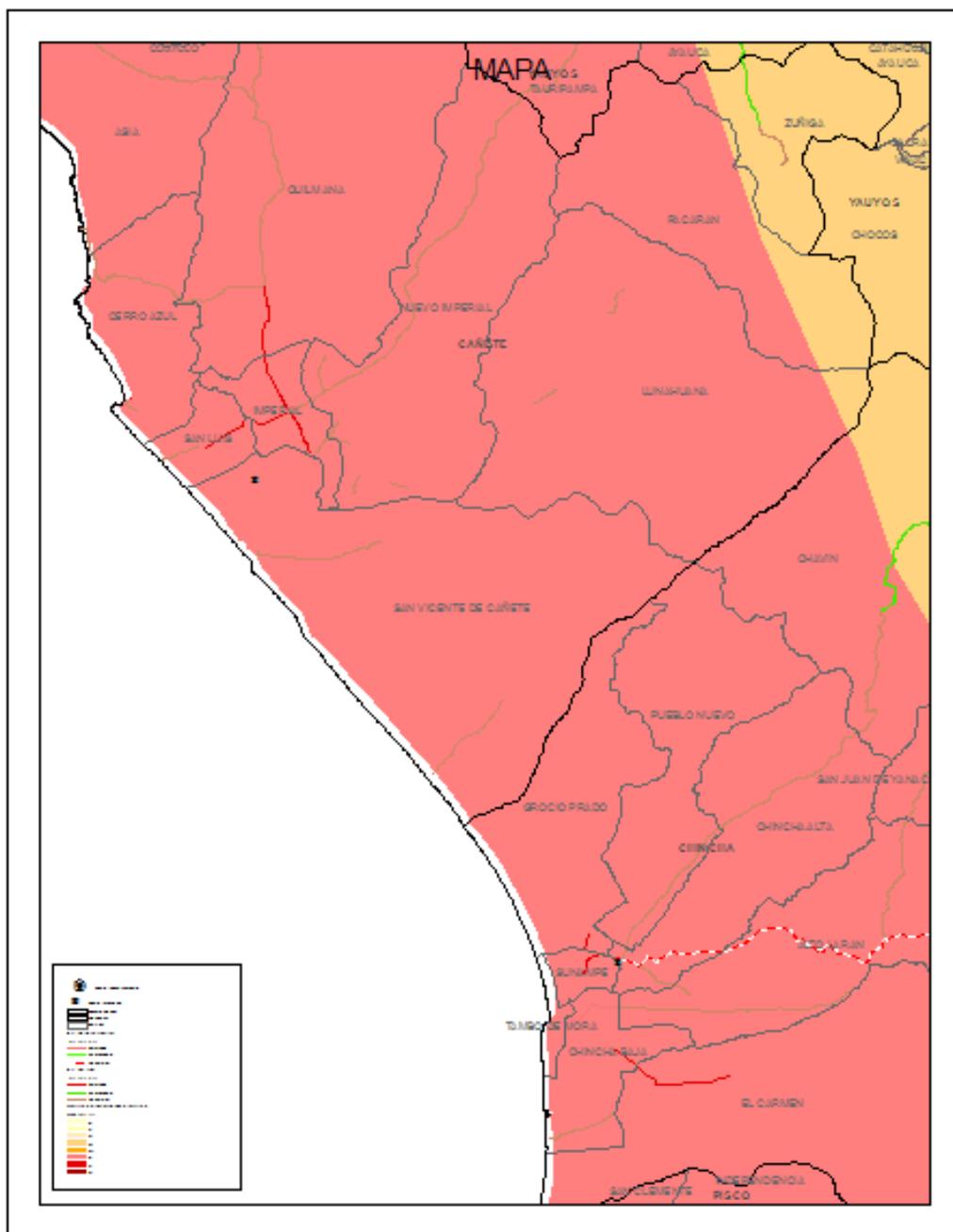


Figura N° 6: Mapa de intensidades sísmicas

4.1.1.2. Factores desencadenantes.

a. Precipitación.

Se utilizó la data histórica de precipitaciones máximas en 24 horas, proporcionado por la Oficina General de Estadística e Informática - SENAMHI, estación Pacarán.

Tabla 7:

Estación Pacarán

| ESTACIÓN | LOCALIZACIÓN POLÍTICA | | | UBICACIÓN GEOGRÁFICA | | |
|----------|-----------------------|-----------|----------|----------------------|-----------|-----------------|
| | Departamento | Provincia | Distrito | Latitud | Longitud | Altitud |
| PACARÁN | Lima | Cañete | Pacarán | 76°03'60" | 12°49'60" | 683 m.s.n.m. |

Fuente: SENAMHI

Con el uso del software Hydrognomon 4, se evaluó la serie histórica de precipitaciones máximas en 24 horas, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 8:

Precipitaciones máximas diarias en 24 horas para diferentes periodos de retorno.

| Periodo de Retorno (T) | P | Distrib. Normal | Distrib. Log Normal | Gamma | Pareto | Pearson III | Gumbel | Gev Max |
|------------------------|-------|-----------------|---------------------|---------|---------|-------------|---------|---------|
| 10 | 0.100 | 7.70733 | 7.60932 | 7.86088 | 8.19801 | 7.85768 | 7.76854 | 7.8103 |
| 20 | 0.050 | 8.65284 | 9.29488 | 9.3389 | 9.53404 | 9.22031 | 9.22979 | 9.19473 |
| 50 | 0.020 | 9.71702 | 11.6425 | 11.1971 | 10.9191 | 10.9003 | 11.1212 | 10.9298 |
| 100 | 0.010 | 10.4265 | 13.5285 | 12.5533 | 11.7384 | 12.1083 | 12.5386 | 12.1893 |
| 200 | 0.005 | 11.0758 | 15.5211 | 13.8784 | 12.4022 | 13.2766 | 13.9508 | 13.4104 |

Fuente: Software Hydrognomon 4

4.1.1.3. Cálculo de las Máximas Avenidas de Diseño.

De acuerdo a la metodología utilizada por la Autoridad Nacional del Agua (ANA), se determinaron los caudales máximos según la información disponible, empleándose el Método del Hidrograma Unitario Sintético del Servicio de Conservación de Suelos (SCS).

Con la información de precipitaciones máximas obtenidas por los métodos estadísticos y los parámetros geomorfológicos de la cuenca se ha calculado las máximas avenidas de diseño para diferentes períodos de retorno, aplicando el Método del Hidrograma Unitario Sintético (SCS).

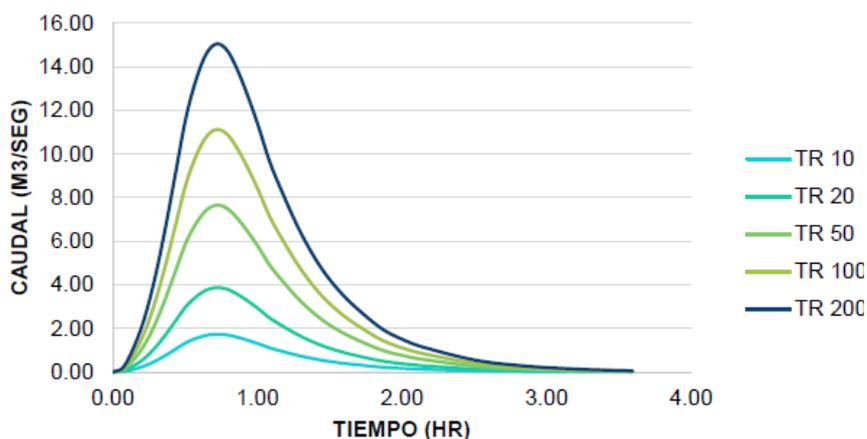


Figura N° 7: Hidrograma unitario sintético SCS

Tabla 9:

Máximas avenidas de diseño.

| PERIODO DE RETORNO (T) | Q _{máx} (m ³ /s) |
|------------------------|--------------------------------------|
| 10 | 1.74 |
| 20 | 3.88 |
| 50 | 7.66 |
| 100 | 11.13 |
| 200 | 15.05 |

4.1.1.4. Simulación Hidráulica.

La hidráulica fluvial permitió el cálculo de la planicie de afectación en las dualidades del río Pócoto, empleando el software HEC-RAS, ya que este modelo permite el análisis con flujo unidimensional permanente, cuasi-permanente y no permanente, para régimen mixto.

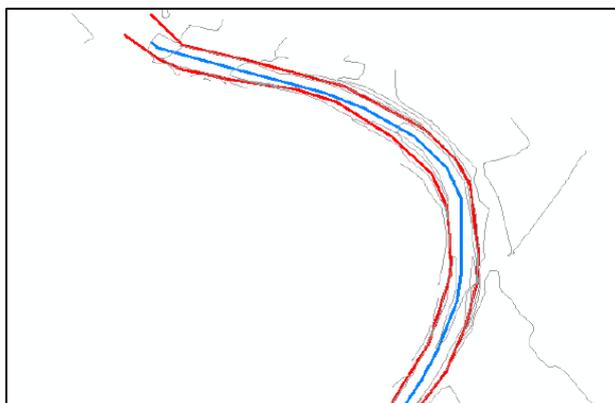


Figura N° 8: Trazado del eje del río Pócoto

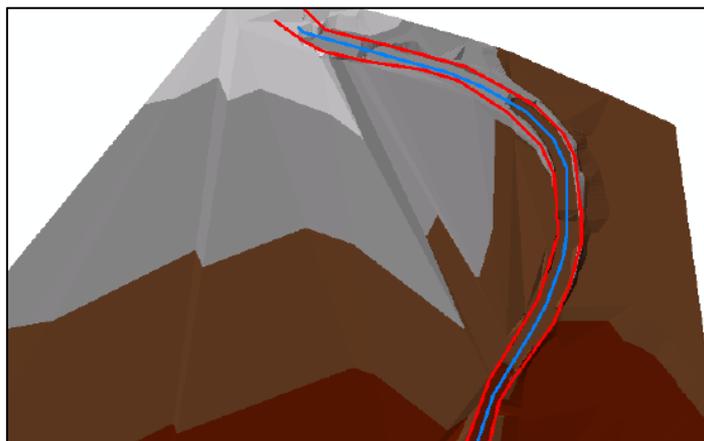


Figura N° 9: Trazado del cauce del río

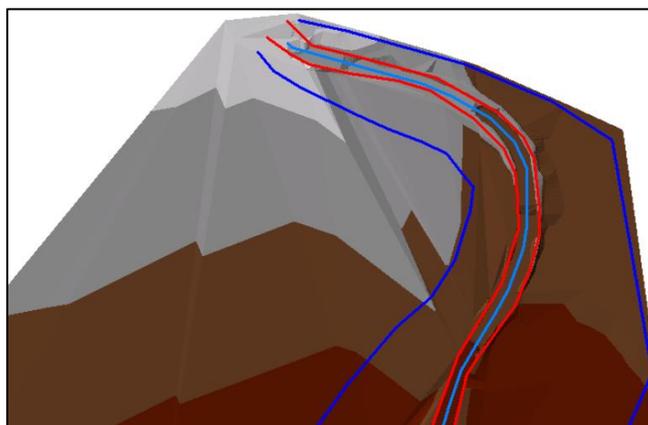


Figura N° 10: Trazado del alcance máximo

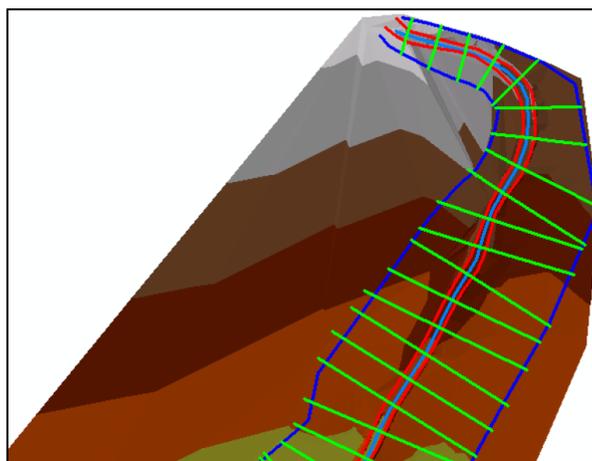


Figura N° 11: Trazado de las secciones transversales

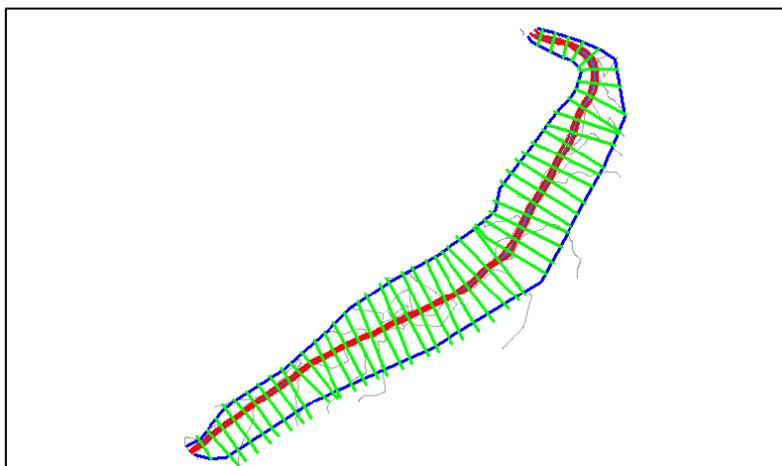


Figura N° 12: Geometría general del cauce del río

El mapa de inundación fue realizado en dos pasos básicos. Primero el TIN de la superficie de agua es construido de las secciones transversales y elevaciones superficiales de agua. En el siguiente paso, el TIN superficial de agua fue comparado con el DTM, esto fue realizado con ayuda del software HEC-RAS.

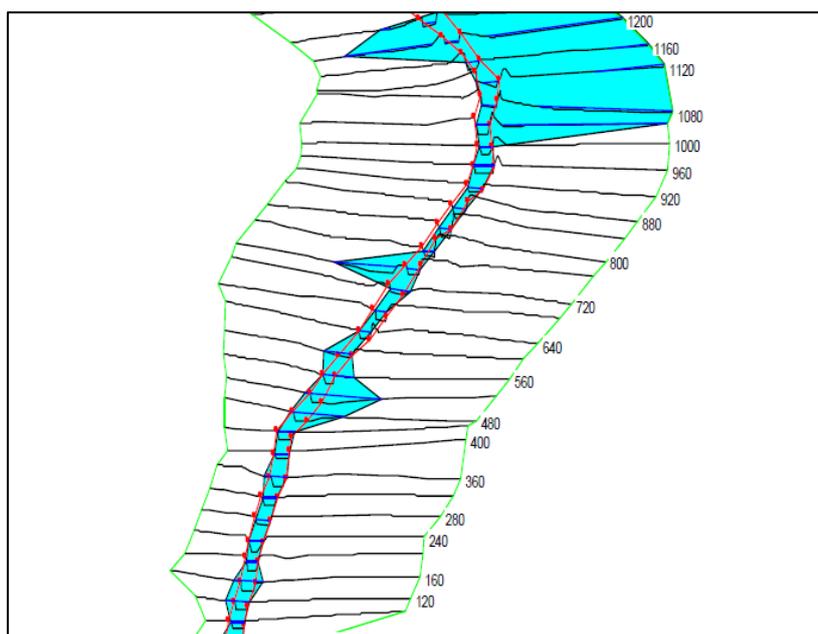


Figura N° 13: Perspectiva 3D de la simulación

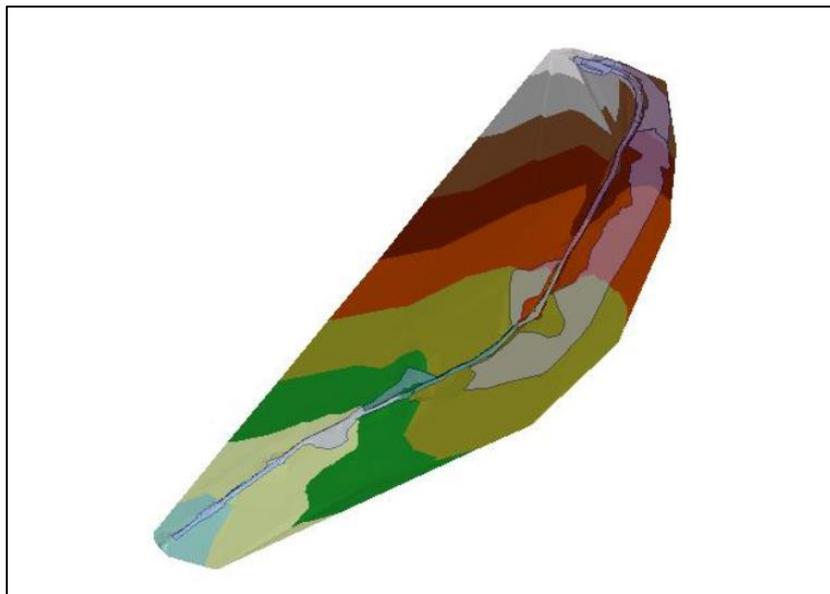


Figura N° 14: Generación de la zona de inundación en el software HEC-GEORAS.



Figura N° 15: Mapa del área inundable del Río Pócoto

4.1.2. Elementos expuestos.

4.1.2.1. Elementos expuestos de dimensión social.

En el aspecto social tenemos que la población que se encuentra expuesta al peligro por el fenómeno de inundación es la de los sectores Castilla, 28 de julio y Los Pinos del Distrito de San Vicente de Cañete.

Tabla 10:

Sectores susceptibles al fenómeno de inundación.

| Departamento | Provincia | Distrito | Sector | Población total | N° de familias |
|--------------|-----------|-----------------------|--------------------|-----------------|----------------|
| | | San Vicente de Cañete | Castilla Los Pinos | | |
| Lima | Cañete | | 28 de Julio | 1,520.00 | 503.00 |

Fuente: Elaboración Propia.

Además, se encuentra en peligro también la institución educativa pública Santa Rita de Cassia, ubicada en la Avenida 28 de Julio, esta institución educativa sólo tiene el nivel secundario y cuenta con 1,183.00 alumnos matriculados según ESCALE y en el CEBA cuenta con 298 alumnos, quiénes serían la población en riesgo. Su infraestructura se encuentra en regular estado.

Tabla 11:

Instituciones educativas susceptibles al fenómeno de inundación.

| Código Modular | I.E. | Nivel / Modalidad | Total de Alumnos | Total de Docentes |
|----------------|----------------------|--------------------|------------------|-------------------|
| 0286278 | Santa Rita de Cassia | Secundaria | 1,183 | 64 |
| 1359926 | Santa Rita de Cassia | Básica Alternativa | 298 | 7 |

Fuente: Elaboración Propia.

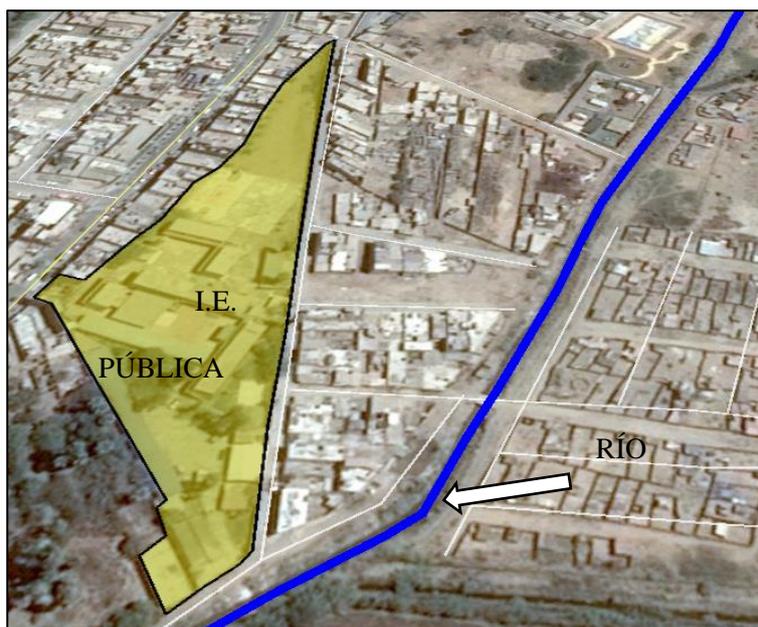


Figura N° 16: Vista satelital de la I.E. Santa Rita de Cassia



Figura N° 17: Parte trasera de la I.E. Pública Santa Rita de Cassia expuesta a inundación por desborde del río Pócoto.

4.1.2.2. Dimensión económica.

En la dimensión económica se encontró infraestructura pública expuesta al peligro, los cuales se detallan a continuación:

Complejo Deportivo A.H. 28 De Julio, este complejo deportivo está ubicado a trece (13) metros a la derecha del cauce del río Pócoto, en la progresiva km 0+520 del río. Posee una infraestructura en estado regular.



Figura N° 18: Complejo Deportivo A.H. 28 De Julio

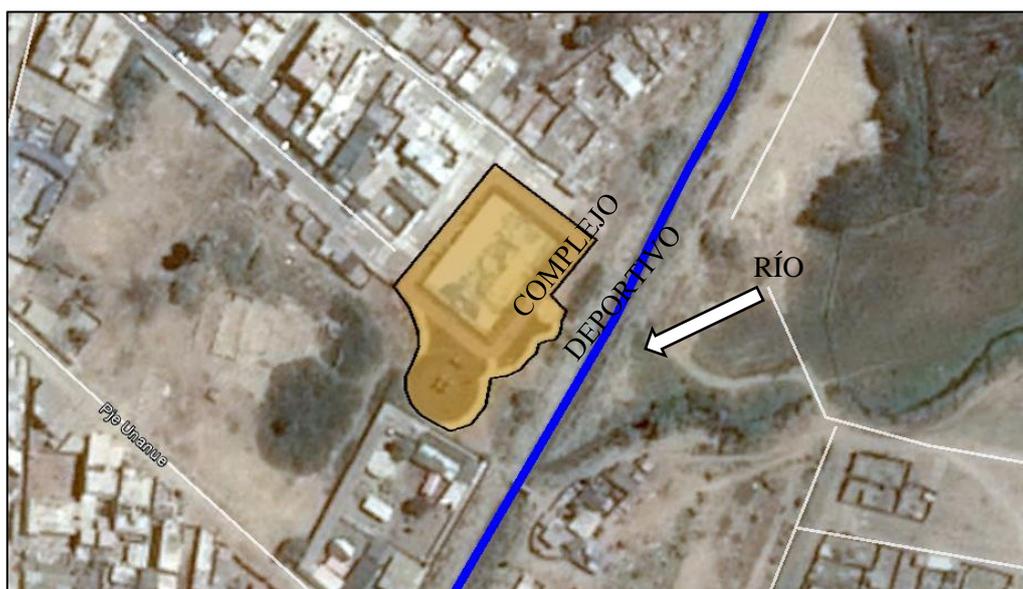


Figura N° 19: complejo deportivo está ubicado a trece (13) metros a la derecha del cauce del río Pócoto.

Camal Municipal N° 23 de Cañete, ubicado a 25 metros a la derecha del cauce del río Pócoto, en la progresiva km 0+200 del río. Posee una infraestructura en mal estado.



Figura N° 20: Camal Municipal N° 23 de Cañete



Figura N° 21: Depósito Municipal

Depósito Municipal, está ubicado a 21 metros a la derecha del cauce del río Pócolo, en la progresiva km 0+240 del río. Posee una infraestructura en estado regular.



Figura N° 22: Cauce del río Pócolo, en la progresiva km 0+240 del río

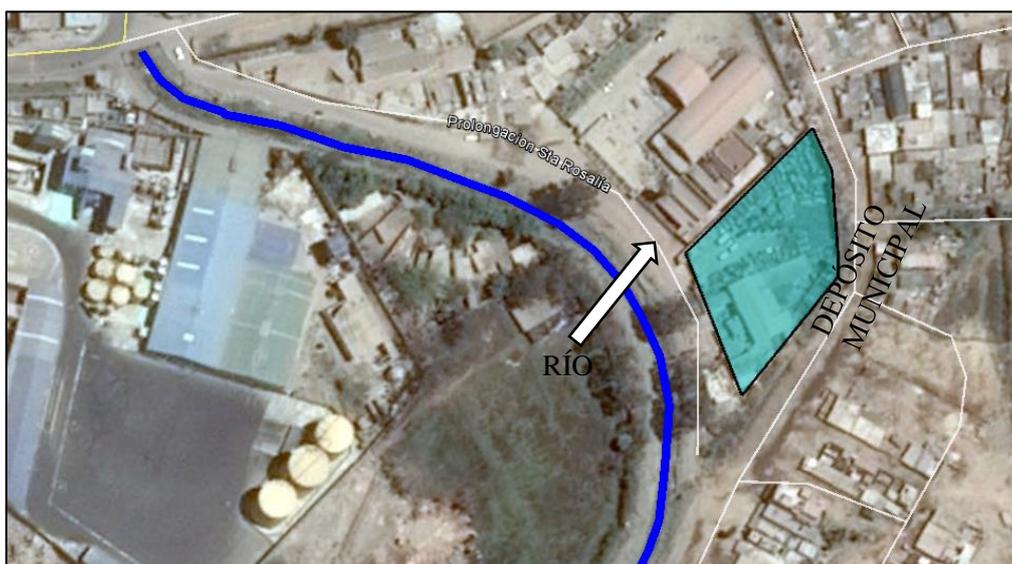


Figura N° 23: Depósito Municipal, está ubicado a 21 metros a la derecha del cauce del río Pócolo.

Carretera Panamericana Sur, es traspasada debajo de ella por el río Pócolo, y un posible desborde en este tramo del río podría afectarla.

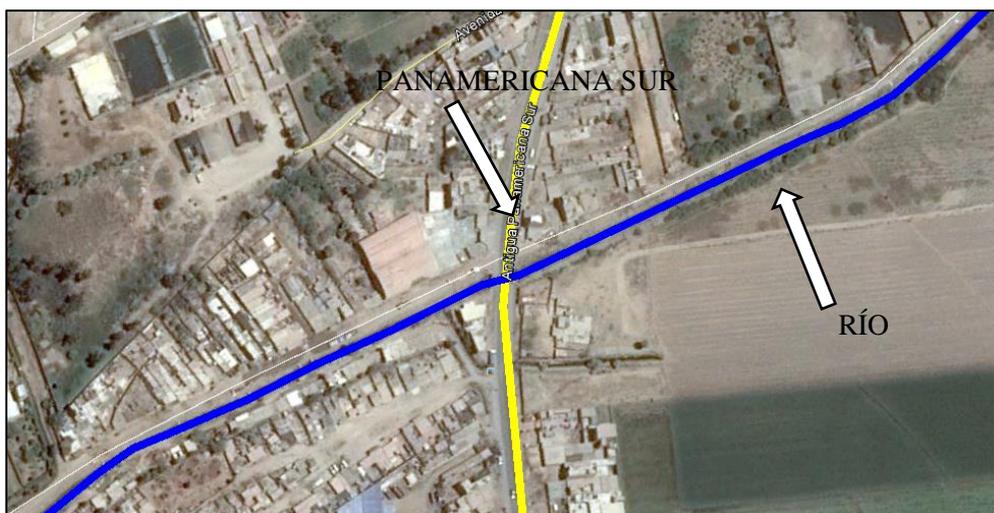


Figura N° 24: Carretera Panamericana Sur

Puente Gálvez, ubicado en el inicio del tramo a intervenir del río Pócoto, es un puente de concreto armado con barandas de concreto, actualmente se encuentra en estado regular y con falta de mantenimiento.



Figura N° 25: Puente Gálvez, ubicado en el inicio del tramo a intervenir del río Pócoto

Además de lo mencionado anteriormente, en el área inundable también se encuentran ubicadas viviendas, pistas, veredas, caminos sin asfaltar, algunos puentes de madera, entre otros.

En la siguiente figura se puede apreciar uno de los pocos puentes con los que no arrasó el desborde del río Pócoto, los demás de ellos fueron destruidos. Estos puentes ayudaban a la población de estos sectores a cruzar el río de un lado al otro, con la pérdida de la mayoría de estos, los pobladores deben caminar la mayor parte del borde del río para poder trasladarse de un lado hacia el otro, perdiendo tiempo que podrían ocupar en realizar otras actividades.



Figura N° 26: Puentes con los que no arrasó el desborde del río Pócoto.

En la siguiente imagen podemos observar que tanto en el margen izquierdo como en el margen derecho del río Pócoto existen viviendas ocupadas por pobladores de los sectores Castilla, 28 de Julio y Los Pinos, estos pobladores ya se han visto afectados por el desborde del río Pócoto, perdiendo sus enseres.



Figura N° 27: Margen izquierdo como en el margen derecho del río Pócoto

Una matriz del desagüe de cañete llega al río Pócoto, esta matriz debido a los desprendimientos de la ladera del río ha quedado expuesta, corriendo el riesgo de ser arrastrada ante un nuevo desborde del río.



Figura N° 28: Matriz del desagüe

Las viviendas ubicadas en el margen izquierdo del río Pócoto no poseen en su totalidad el servicio de agua potable, por lo que los pobladores que habitan en las viviendas del margen derecho del río los abastecen de agua, haciendo que esta se transporte hacia el otro lado mediante unas tuberías que cruzan sobre el río Pócoto.



Figura N° 29: Las viviendas ubicadas en el margen izquierdo del río Pócoto.

En la visita a campo se visualizó también que existen cables de corriente eléctrica que cruzan el río estando apoyadas sólo en delgados palos de madera, estos palos de madera se encuentran muy cerca a los márgenes del río Pócoto por lo que están expuestos al peligro de inundación por un posible nuevo desborde del río Pócoto, y si el agua desbordada arrasase con estos palos, los habitantes quedarían sin el servicio eléctrico.

Tabla 12:

Elementos de la Unidad Productora.

| | S | N | Relación a la UP o sus Elementos | Comentario sobre el peligro al que se refiere |
|--|---|---|--|--|
| | I | O | | |
| ¿Los elementos de la UP siguieron la normativa vigente al momento de su construcción y/o instalación de acuerdo a sus característic as? | | X | Puente Gálvez | El puente Gálvez está construido dentro del área inundable, exactamente en el inicio del tramo del río Pócoto en estudio, se encuentra deteriorado. |
| | | X | Camal Municipal N° 23 de Cañete | El camal está construido dentro del área inundable, y no cuenta con un mecanismo de protección adecuada, siendo sensible a los efectos de inundación que se genera ante el incremento del caudal del río Pócoto. |
| | | X | Depósito Municipal | El depósito municipal está construido dentro del área inundable, y no cuenta con un mecanismo de protección adecuada, siendo sensible a los efectos de inundación que se genera ante el incremento del caudal del río Pócoto. |
| | | X | Complejo Deportivo A.H. 28 de Julio | El complejo deportivo A.H. 28 de Julio está construido dentro del área inundable, y no cuenta con un mecanismo de protección adecuada, siendo sensible a los efectos de inundación que se genera ante el incremento del caudal del río Pócoto. |
| | | X | I.E. Pública Santa Rita de Cassia | La I.E. Pública Santa Rita de Cassia está construida dentro del área inundable, y no cuenta con un mecanismo de protección adecuado, siendo sensible a los efectos de inundación que se genera ante el incremento del caudal del río Pócoto. |

| | | |
|---|------------------------------|---|
| X | Carretera Panamericana a Sur | La carretera Panamericana Sur está asfaltada, pero no tiene un mecanismo de protección ante posibles inundaciones. |
| X | Pistas | Las pistas de los sectores Castilla, 28 de Julio, y Los Pinos del Distrito de San Vicente de Cañete no tienen un mecanismo de protección ante posibles inundaciones. |
| X | Veredas | Las veredas de los sectores Castilla, 28 de Julio y Los Pinos del Distrito de San Vicente de Cañete se encuentran deterioradas, |
| X | Caminos sin asfaltar | Los caminos vecinales, caminos sin asfaltar, presenta ahuellamientos y bacheo, es por ello es que si ocurriese una inundación se formarían charcos, e inclusive el agua podría quedar empozada ahí. |
| X | Puentes de madera | Estos puentes de madera han sido construidos por los mismos pobladores para poder cruzar el río Pócoto, por esto es que no cumplen con la normativa vigente. |
| X | Viviendas | Las viviendas están construidas dentro del área inundable, y no cuentan con un mecanismo de protección adecuado, siendo sensibles a los efectos de inundación que se genera ante el incremento del caudal del río Pócoto. |
| X | Terrenos de cultivo | Los terrenos de cultivo se encuentran dentro del área inundable, y no cuentan con un mecanismo de protección adecuado, siendo sensibles a los efectos de inundación que se genera ante el incremento del caudal del río Pócoto. |
| X | Redes de agua y desagüe | Una matriz de la red de alcantarillado ha quedado expuesta porque el desborde del río Pócoto por aumento de su caudal se llevó el material que lo cubría. |
| X | Red eléctrica | Los cables de alumbrado público se encuentran sostenidos por palos de madera que se encuentran muy cercanos al río Pócoto |

4.1.2.3. Dimensión Ambiental.

En la dimensión ambiental tenemos que en los sectores Castilla, 28 de julio y Los Pinos del Distrito de San Vicente de Cañete, se encuentran expuestos terrenos de cultivo, así como un inadecuado mantenimiento del cauce del río Pócoto.

En la siguiente figura se puede apreciar que al margen izquierdo del río Pócoto existen terrenos de cultivo, los cuales se ven afectados cuando se produce desborde de las aguas de este río, por ello los pobladores se encuentran en constante preocupación de que se den desbordes de este río pues podrían perder sus cultivos, lo que les generaría una gran pérdida económica.



Figura N° 30: Terrenos de cultivo.

En la siguiente figura podemos observar que áreas verdes ubicadas cercanas al cauce del río Pócoto son utilizadas por los habitantes para sus actividades de ganadería, dejan ahí a sus animales para que se alimenten; con el desborde del río Pócoto se han visto afectados pues han perdido gran número de sus cabezas de ganado, ocasionándoles pérdidas económicas al mismo tiempo.



Figura N° 31: Áreas verdes ubicadas cercanas al cauce del río Pócoto.

4.1.3. Determinación del nivel de peligrosidad.

De acuerdo al análisis de nivel de peligrosidad, se señala el fenómeno de inundación, los factores condicionantes, factores desencadenantes, la susceptibilidad y peligrosidad, como datos a evaluar; se determinó el sector investigado de peligro alto con un valor de $0.134 \leq R < 0.260$, respecto a la inundación por desborde del río Pócoto.

Tabla 13:

Fenómeno de inundación

| PARÁMETRO | PESO PONDERADO | DESCRIPTOR | VALOR |
|------------------------------------|----------------|------------|-------|
| Precipitaciones anómalas positivas | 0,260 | PAP5 | 0,035 |
| Cercanía a una fuente de agua | 0,106 | PAP6 | 0,500 |
| Intensidad media | 0,633 | PAP14 | 0,068 |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 14:

Factores condicionantes

| PARÁMETRO | PESO PONDERADO | DESCRIPTOR | VALOR |
|-----------|----------------|------------|-------|
| Relieve | 0,145 | PY5 | 0,035 |

| | | | |
|----------------------|-------|------|-------|
| Tipo de suelo | 0,515 | PY7 | 0,260 |
| Cobertura vegetal | 0,058 | PY13 | 0,134 |
| Uso actual del suelo | 0,282 | PY17 | 0,260 |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 15:

Factores desencadenantes

| PARÁMETRO | PESO PONDERADO | DESCRIPTOR | VALOR |
|-----------------------------|----------------|------------|-------|
| Hidrometeorológicos | 0,106 | PY5 | 0,503 |
| Geológicos | 0,260 | PY6 | 0,068 |
| Inducidos por el ser humano | 0,633 | PY7 | 0,068 |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 16:

Susceptibilidad

| PARÁMETRO | PESO PONDERADO | VALOR | VALOR TOTAL |
|--------------------------|----------------|-------|-------------|
| Factores condicionantes | 0,500 | 0,220 | 0,167 |
| Factores desencadenantes | 0,500 | 0,114 | |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 17:

Peligrosidad

| PARÁMETRO | PESO PONDERADO | VALOR | VALOR TOTAL |
|------------------------|----------------|-------|-------------|
| Fenómeno de inundación | 0,500 | 0,105 | 0,136 |
| Susceptibilidad | 0,500 | 0,167 | |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 18:

Nivel del peligro de inundación por desborde del río Pócoto

| ESTRATO / NIVEL | VALOR |
|------------------|------------------------|
| Peligro muy alto | $0.260 \leq R < 0.503$ |
| Peligro alto | $0.134 \leq R < 0.260$ |
| Peligro medio | $0.068 \leq R < 0.134$ |
| Peligro bajo | $0.035 \leq R < 0.068$ |

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.4. Determinación del nivel de vulnerabilidad.

El nivel de vulnerabilidad evaluado, según la dimensión *social, económica y ambiental*, los cuales toman como parámetros la *exposición, fragilidad y resiliencia*, da como resultado un valor de 0,234 para la parte social; 0,393 respecto a lo económico y 0,327 en el factor ambiental. Se obtuvo como resultado global de vulnerabilidad muy alta frente a la inundación por desborde del río Pócoto con un valor de $0.260 \leq R < 0.503$.

Tabla 19:

Exposición social.

| PARÁMETRO | PESO PONDERADO | DESCRIPTOR | VALOR |
|--------------------------------|----------------|------------|-------|
| Grupo Etario | 0,160 | PES1 | 0,503 |
| Servicios educativos expuestos | 0,160 | PES6 | 0,503 |
| Servicios de salud expuestos | 0,633 | PES15 | 0,035 |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 20:

Fragilidad social.

| PARÁMETRO | PESO PONDERADO | DESCRIPTOR | VALOR |
|--|----------------|------------|-------|
| Material de construcción de la edificación | 0,430 | PFS5 | 0,035 |
| Estado de conservación de la edificación | 0,317 | PFS6 | 0,503 |
| Configuración de la elevación de las edificaciones | 0,078 | PFS18 | 0,134 |
| Antigüedad de la construcción de las edificaciones | 0,042 | PFS12 | 0,260 |
| | | | 0,196 |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 21:

Resiliencia social

| PARÁMETRO | PESO PONDERADO | DESCRIPTOR | VALOR |
|---|----------------|------------|-------|
| Capacitación en temas de gestión de riesgos | 0,285 | PRS2 | 0,260 |
| Conocimiento local sobre ocurrencia pasada de desastres | 0,152 | PRS7 | 0,260 |
| Existencia de normatividad política y local | 0,096 | PRS11 | 0,503 |
| Actitud frente al riesgo | 0,421 | PRS16 | 0,503 |
| | | | 0,374 |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 22:

Vulnerabilidad social

| PARÁMETRO | PESO PONDERADO | VALOR | VALOR |
|--------------------|----------------|-------|-------|
| Exposición social | 0,633 | 0,183 | |
| Fragilidad social | 0,106 | 0,196 | 0,234 |
| Resiliencia social | 0,260 | 0,374 | |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 23:

Exposición económica.

| PARÁMETRO | PESO PONDERADO | DESCRIPTOR | VALOR |
|---|-------------------|------------|-------|
| Localización de la edificación | 0,318 | PEE1 | 0,503 |
| Servicio básico de agua potable y saneamiento | 0,219 | PEE6 | 0,503 |
| Servicio de las empresas eléctricas expuestas | 0,140 | PEE11 | 0,503 |
| Servicio de empresas de transporte expuestos | 0,089 | PEE16 | 0,503 |
| Área agrícola | 0,121 | PEE21 | 0,503 |
| Servicios de telecomunicaciones | 0,050 | PEE26 | 0,503 |

0,471

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 24:

Fragilidad económica

| PARÁMETRO | PESO PONDERADO | DESCRIPTOR | VALOR |
|--|-------------------|------------|-------|
| Material de construcción de la edificación | 0,386 | PFE5 | 0,035 |
| Estado de conservación de la edificación | 0,317 | PFE6 | 0,503 |
| Antigüedad de la construcción de las edificaciones | 0,111 | PFE12 | 0,260 |
| Topografía del terreno | 0,044 | PFE20 | 0,068 |
| Configuración de la elevación de las edificaciones | 0,068 | PFE23 | 0,134 |

0,214

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 25:

Resiliencia económica.

| PARÁMETRO | PESO PONDERADO | DESCRIPTOR | VALOR |
|---|----------------|------------|-------|
| Población económicamente activa desocupada | 0,159 | PRE2 | 0,260 |
| Ingreso familiar promedio mensual | 0,501 | PRE7 | 0,260 |
| Organización y capacitación institucional | 0,077 | PRE11 | 0,503 |
| Capacitación en temas de gestión de riesgos | 0,260 | PRE17 | 0,260 |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 26:

Vulnerabilidad económica.

| PARÁMETRO | PESO PONDERADO | VALOR | VALOR |
|-----------------------|----------------|-------|-------|
| Exposición económica | 0,633 | 0,471 | |
| Fragilidad económica | 0,106 | 0,214 | 0,393 |
| Resiliencia económica | 0,260 | 0,278 | |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 27:

Exposición ambiental.

| PARÁMETRO | PESO PONDERADO | DESCRIPTOR | VALOR |
|------------------|----------------|------------|-------|
| Deforestación | 0,501 | PEA2 | 0,260 |
| Pérdida de suelo | 0,263 | PEA7 | 0,260 |
| Pérdida de agua | 0,159 | PEA11 | 0,503 |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 28:

Fragilidad ambiental.

| PARÁMETRO | PESO PONDERADO | DESCRIPTOR | VALOR |
|-----------------------------------|----------------|------------|-------|
| Explotación de recursos naturales | 0,047 | PFA1 0,503 | 0,347 |
| Localización de centros poblados | 0,643 | PFA6 0,503 | |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 29:

Resiliencia ambiental.

| PARÁMETRO | PESO PONDERADO | DESCRIPTOR | VALOR |
|---|----------------|-------------|-------|
| Conocimiento y cumplimiento de normatividad ambiental | 0,633 | PRA1 0,503 | |
| Conocimiento ancestral para la explotación sostenible de sus recursos naturales | 0,106 | PRA6 0,503 | 0,439 |
| Capacitación en temas de conservación ambiental | 0,260 | PRA12 0,260 | |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 30:

Vulnerabilidad ambiental.

| PARÁMETRO | PESO PONDERADO | VALOR | VALOR |
|-----------------------|----------------|-------|-------|
| Exposición ambiental | 0,633 | 0,279 | |
| Fragilidad ambiental | 0,106 | 0,347 | 0,327 |
| Resiliencia ambiental | 0,260 | 0,439 | |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 31:

Vulnerabilidad total.

| PARÁMETRO | PESO PONDERADO | VALOR | VALOR |
|--------------------------|----------------|-------|-------|
| Vulnerabilidad Social | 0,633 | 0,234 | |
| Vulnerabilidad Económica | 0,106 | 0,393 | 0,275 |
| Vulnerabilidad Ambiental | 0,260 | 0,327 | |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 32:

Nivel de vulnerabilidad frente a la inundación por desborde del río Pócoto.

| ESTRATO / NIVEL | VALOR |
|-------------------------|------------------------|
| Vulnerabilidad muy alta | $0.260 \leq R < 0.503$ |
| Vulnerabilidad alta | $0.134 \leq R < 0.260$ |
| Vulnerabilidad media | $0.068 \leq R < 0.134$ |
| Vulnerabilidad baja | $0.035 \leq R < 0.068$ |

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.5. Determinación del nivel de riesgo.

La determinación del nivel de riesgo está establecida de acuerdo al peligro y la vulnerabilidad a la que está expuesta la zona, sea urbana o rural; se obtuvo para la investigación el nivel de peligro como alta, con un valor de 0.136 y una vulnerabilidad Muy Alta con un valor de 0.275, obteniendo así un nivel de riesgo con un valor de 0.131 correspondiente al nivel de riesgo Muy Alto.

Tabla 33:

Determinación del riesgo mediante la matriz peligro – vulnerabilidad.

| | | | | | | |
|---------|----------------|-------|-------|-------|----------|-------|
| | Muy alto | 0,503 | 0,034 | 0,067 | 0,131 | 0,253 |
| PELIGRO | Alto | 0,260 | 0,018 | 0,035 | 0,068 | 0,131 |
| | Medio | 0,134 | 0,009 | 0,018 | 0,035 | 0,067 |
| | Bajo | 0,068 | 0,005 | 0,009 | 0,018 | 0,034 |
| | | | 0,068 | 0,134 | 0,260 | 0,503 |
| | Baja | | Medio | Alto | Muy alto | |
| | VULNERABILIDAD | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 34:

Nivel de riesgo ante el peligro de inundación por desborde del río Pócoto.

| ESTRATO / NIVEL | VALOR |
|-----------------|------------------------|
| Riesgo Muy Alto | $0.068 \leq R < 0.253$ |
| Riesgo Alto | $0.018 \leq R < 0.068$ |
| Riesgo Medio | $0.005 \leq R < 0.018$ |
| Riesgo Bajo | $0.001 \leq R < 0.005$ |

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.6. Medidas de prevención para la reducción del riesgo.

4.1.6.1. Medidas estructurales.

Se propone un muro de concreto ciclópeo, esta estructura tiene el fin de proteger de la socavación producida por las altas velocidades a las viviendas e infraestructura aledañas. El muro de concreto ciclópeo con dos tramos en la margen izquierda; el primero empieza a la altura de la progresiva 0+055 del tramo del río Pócoto con una longitud 335 m, el segundo tramo empieza a la altura de la progresiva Km. 0+733 del tramo del río Pócoto con una longitud 1134.4 m. En el margen derecho, cuatro tramos; el primero empieza a la altura de la progresiva 0+031 del tramo del río Pócoto con una longitud 118.2 m, el segundo tramo empieza a la altura

de la progresiva Km. 0+630 del tramo del río Pócoto con una longitud 302.3 m, el tercer tramo empieza a la altura de la progresiva Km. 1+083 del tramo del río Pócoto con una longitud 316 m, el último tramo empieza a la altura de la progresiva Km. 1+556 del tramo del río Pócoto con una longitud 305 m.

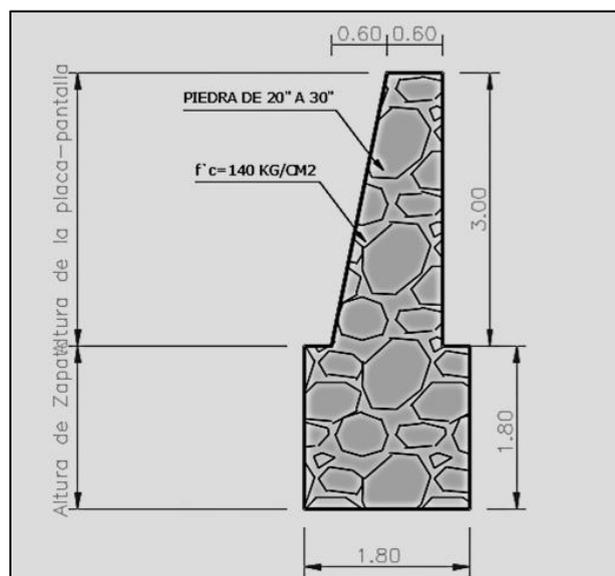


Figura N° 32: Vista lateral del muro de concreto ciclópeo propuesto.

4.1.6.2. Medidas no estructurales.

- a) Monitorear el sistema hidrometeorológico y sedimentológica de la zona de estudio.
- b) Ejecutar el cumplimiento de las normativas vigentes relacionadas a la delimitación de fajas marginales y a la Ley de recursos Hídricos.
- c) Aplicar multas a los pobladores cuyas aguas domesticas se viertan a la quebrada Pócoto, así mismo a aquellos que arrojen residuos a esta.
- d) Realizar capacitaciones a los habitantes del área de influencia en materia de gestión del riesgo de desastre, así como en la importancia y el cuidado de los recursos hídricos.
- e) Determinar las zonas seguras ante una posible inundación.

4.1.7. Cálculo del riesgo esperado a la implementación de las medidas de prevención.

Para el esta sección se tomara para el cálculo el nivel de peligrosidad reducida, según el fenómeno de inundación y la susceptibilidad tabla 35; así como el nivel de peligro tabla 36, integrando para las conclusiones el peligro medio $0.068 \leq R < 0.134$; para vulnerabilidad reducida tabla 37 el valor será de 0,171; su nivel de vulnerabilidad Alto $0.134 \leq R < 0.260$; concluyendo un peligro medio - vulnerabilidad alta, valor de asignación en tabla 39 de 0,035, dentro de nivel de riesgo establecido de $0.018 \leq R < 0.068$, según indica la tabla 40.

Tabla 35:

Peligrosidad reducida

| PARÁMETRO | PESO PONDERADO | VALOR | VALOR |
|------------------------|----------------|-------|-------|
| Fenómeno de inundación | 0,500 | 0,105 | 0,125 |
| Susceptibilidad | 0,500 | 0,146 | |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 36:

Nivel de peligro

| ESTRATO / NIVEL | VALOR |
|----------------------|---|
| Peligro Muy Alto | $0.260 \leq R < 0.503$ |
| Peligro Alto | $0.134 \leq R < 0.260$ |
| Peligro Medio | $0.068 \leq R < 0.134$ |
| Peligro Bajo | $0.035 \leq R < 0.068$ |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 37:

Vulnerabilidad reducida

| PARÁMETRO | PESO PONDERADO | VALOR | VALOR |
|--------------------------|----------------|-------|-------|
| Vulnerabilidad Social | 0,633 | 0,146 | |
| Vulnerabilidad Económica | 0,106 | 0,160 | 0,171 |
| Vulnerabilidad Ambiental | 0,260 | 0,237 | |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 38:

Nivel de vulnerabilidad

| ESTRATO / NIVEL | VALOR |
|-------------------------|------------------------|
| Vulnerabilidad Muy Alto | $0.260 \leq R < 0.503$ |
| Vulnerabilidad Alto | $0.134 \leq R < 0.260$ |
| Vulnerabilidad Medio | $0.068 \leq R < 0.134$ |
| Vulnerabilidad Bajo | $0.035 \leq R < 0.068$ |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 39:

Cálculo del riesgo

| | | | | | | |
|---------|----------------|-------|-------|----------|-------|-------|
| | Muy Alto | 0,503 | 0,034 | 0,067 | 0,131 | 0,253 |
| Peligro | Alto | 0,260 | 0,018 | 0,035 | 0,068 | 0,131 |
| | Medio | 0,134 | 0,009 | 0,018 | 0,035 | 0,067 |
| | Bajo | 0,068 | 0,005 | 0,009 | 0,018 | 0,034 |
| | | | 0,068 | 0,134 | 0,260 | 0,503 |
| | Baja | Medio | Alto | Muy Alto | | |
| | Vulnerabilidad | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 40:

Nivel de riesgo

| ESTRATO / NIVEL | VALOR |
|-----------------|------------------------|
| Riesgo Muy Alto | $0.068 \leq R < 0.253$ |
| Riesgo Alto | $0.018 \leq R < 0.068$ |
| Riesgo Medio | $0.005 \leq R < 0.018$ |
| Riesgo Bajo | $0.001 \leq R < 0.005$ |

Fuente: Elaboración Propia.

4.2. Contrastación de Hipótesis

4.2.1. Contrastación hipótesis general.

H_i : El análisis de riesgo de inundación permitirá prevenir desbordes del Río Pócoto en el distrito de San Vicente de Cañete – 2018.

H_0 : El análisis de riesgo de inundación no permitirá prevenir desbordes del Río Pócoto en el distrito de San Vicente de Cañete – 2018.

Para la corroboración de la **hipótesis planteada (H_i)**, se procedió a determinar, las características geomorfológicas del río Pócoto: **área inundable, igual a 37,120 km², Pendiente del Cauce ($I_c = 1,330\%$), Coeficiente de Compacidad ($K_c = 1,920$) y Factor de Forma ($F_f = 7,320$)**. Adicionalmente por la norma técnica E.30, la señala **de sismicidad Muy Alta**.

El **análisis de peligrosidad**, arroja para el sector **peligro alto** con un valor de **0,136**, dentro del estrato de peligro $0,134 \leq R < 0,260$; obtenido según el cálculo del valor Fenómeno de inundación de 0,105 de acuerdo a los resultados de precipitaciones anómalas = 0,035; fuente de agua = 0,50 e intensidad de corriente = 0,068; y el valor Susceptibilidad igual a 0,167; calculado por los factores condicionantes = 0,220 (relieve, tipo de suelo, cobertura vegetal y uso actual del suelo) y factores desencadenantes = 0,114 (hidrometeorológicos, geológicos e inducidos por el ser humano).

El **nivel de vulnerabilidad** se argumenta, según la dimensión **social, económica y ambiental**, así pues para la **vulnerabilidad social** fue igual a **0,234**, obtenido de los resultados

de los parámetros a *exposición social igual a 0,183*, *fragilidad social igual a 0,196* y *resiliencia social igual a 0,374*, para la **vulnerabilidad económica** fue igual a **0,393**, obtenido de los parámetros a *exposición económica igual a 0,471*, *fragilidad económica igual a 0,214* y *resiliencia económica igual a 0,278*; y para la **vulnerabilidad ambiental** fue igual a **0,327**, obtenido de los resultados de los parámetros a *exposición social ambiental a 0,279*, *fragilidad ambiental igual a 0,347* y *resiliencia ambiental igual a 0,439*. El resultado de **vulnerabilidad total** fue igual a **0,275**, encontrándose dentro del estrado de peligro muy alto de $0.260 \leq R < 0.503$.

Estos resultados afianzan la afirmación de la hipótesis de estudio, así pues se rechaza la hipótesis nula, concluyendo que existe una relación significativa de acuerdo a los cálculos de ***Gev. Max = 10,9298***, ***análisis de peligrosidad = 0,136(peligro alto)***, y el nivel de ***vulnerabilidad = 0,275 (peligro muy alto)***.

4.2.2. Hipótesis específicas.

a) *H₁: El análisis de riesgo de inundación se relaciona significativamente con las medidas estructurales para la prevención desborde del río Pócoto en el distrito de San Vicente de Cañete – 2018.*

H₀₁: El análisis de riesgo de inundación se no relaciona significativamente con las medidas estructurales para la prevención desborde del río Pócoto en el distrito de San Vicente de Cañete – 2018.

Las medidas estructurales el muro de concreto ciclópeo del río Pócoto tendrá dos tramos en la margen izquierda; el primero de altura de la progresiva 0+055 y 335 m, la segunda progresiva Km. 0+733 con una longitud 1134,4 m. En el margen derecho, cuatro tramos; el primero de altura de la progresiva 0+031 de longitud 118,2 m, el segundo de la progresiva Km. 0+630 con una longitud 302,3 m, el tercer tramo a la altura de la progresiva Km. 1+083 de longitud 316 m, el último tramo empieza a la altura de la progresiva Km. 1+556 con una longitud 305 m.

De acuerdo a estas medidas el cálculo el *nivel de peligrosidad reducida es igual a 0.125* ($0.068 \leq R < 0.134$) *peligro medio*, según el fenómeno de inundación y la susceptibilidad (tabla 35 y 36); para *vulnerabilidad reducida* l valor *será de 0,171*; (tabla 37 y 38) considerada *vulnerabilidad Alto* $0.134 \leq R < 0.260$; concluyendo un una relación significativa entre el análisis de riesgo y las medidas estructurales, así pues se rechaza la hipótesis nula, ya que el resultado es de peligro medio - vulnerabilidad alta, valor de asignación en tabla 39 de 0,035; de acuerdo a la tabla 40 será de riesgo alto, según el rango $0.018 \leq R < 0.068$.

- b) H_2 : *El análisis de riesgo de inundación se relaciona significativamente con las medidas no estructurales para la prevención desborde del río Pócoto en el distrito de San Vicente de Cañete – 2018.*

H_{02} : El análisis de riesgo de inundación se relaciona significativamente con las medidas no estructurales para la prevención desborde del río Pócoto en el distrito de San Vicente de Cañete – 2018.

Para la hipótesis 2, se planteó las medidas no estructurales para el estudio fueron el monitoreo del sistema hidrometeorológico y sedimentológica, ejecutar las normativas vigentes relacionadas a la delimitación de fajas marginales y a la ley de recursos hídricos, aplicar multas a los pobladores cuyas aguas domesticas se viertan a la quebrada Pócoto. Se obtuvo que para zona de estudio definida con la numeración 4, *de sismicidad Muy Alta, Factor de Zona* ($z=0.45$); de intensidad sísmica máxima Grado IX (Escala de Mercalli). El software Hydrognomon 4, evaluó la serie histórica de precipitaciones máximas en 24 horas, obteniéndose *un P de 0.020, en un periodo de retorno de 50 (T) con $G_{ev. Max} = 10,9298$.*

c) *H₃: El análisis de riesgo de inundación se relaciona significativamente con resiliencia para la prevención de desborde del río Pócoto en el distrito de San Vicente de Cañete – 2018.*

H₀₃: El análisis de riesgo de inundación no se relaciona significativamente con resiliencia para la prevención de desborde del río Pócoto en el distrito de San Vicente de Cañete – 2018.

De acuerdo a la hipótesis específica 3, se tiene la relación significativa entre el análisis de riesgo de inundación y la resiliencia, para aseverar dicha hipótesis se efectuó el *nivel de vulnerabilidad*, para determinar la *resiliencia social igual a 0,374*, *resiliencia económica igual a 0,278*; y *resiliencia ambiental igual a 0,439*. Cabe mencionar que la vulnerabilidad total según sus dimensiones social, económica y ambiental fue de 0,275, encontrándose dentro del estrado de peligro muy alto de $0.260 \leq R < 0.503$. Es decir, se verifica la relación significativa entre variable independiente y dimensión de la variable dependiente.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1. Discusión.

De acuerdo a la investigación realizada respecto al análisis de de riesgo de inundación en prevención de desbordes del Río Pócoto en el distrito de San Vicente de Cañete – 2018; podemos observar y coincidir con los autores (Narváez L, 2012) y (Rodríguez V., 2012), que la geografía de las zonas afectadas por inundaciones y /o huaycos, es un factor consecuente del mismo; así mismo no existe un adecuado plan de mitigación y prevención de estos desastres naturales. Existen nuevas tecnologías estructurales que están enfocadas básicamente en medidas correctivas y preventivas.

Los investigadores (Jordán G. M. , 2016) y (Mendoza S., 2017); analizan la vulnerabilidad y la evaluación de riesgo, respectivamente; así pues, puedo deducir en base a sus resultados, que los daños causado por los fenómenos hidrometeorológicos; se pueden reducir y/o prevenir si se siguen políticas institucionales planificadas y aplicadas, donde existe mayor vulnerabilidad de estos fenómenos, promoviendo una cultura de prevención y manejo de normas de evaluación de riesgos, en coordinaciones con los municipios de la zona, INDECI y la comunidad en riesgo.

En la presente investigación se utilizó la tecnología para ayudar al análisis y evaluación de resultados; con el uso del software Hydrognomon 4, se evaluó la serie histórica de precipitaciones máximas en 24 horas; Con la información de precipitaciones máximas obtenidas por los métodos estadísticos y los parámetros geomorfológicos de la cuenca se ha calculado las máximas avenidas de diseño para diferentes períodos de retorno, aplicando el Método del Hidrograma Unitario Sintético (SCS).

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones.

Según el análisis de riesgo de inundación, se determinó, las siguientes características geomorfológicas: *área inundable del río Pócoto, igual a 37,120 km², Pendiente del Cauce (Ic= 1,330%), Coeficiente de Compacidad (K_c= 1,920) y Factor de Forma (F_f= 7,320)*. Según la norma técnica E.30, zona de sismicidad Muy Alta.

La hidráulica fluvial permitió el cálculo de la planicie de afectación en las dualidades del río Pócoto, empleando el software HEC-RAS, ya que este modelo permite el análisis, con flujo unidimensional permanente, cuasi-permanente y no permanente, para régimen mixto.

En el aspecto social tenemos que la población que se encuentra expuesta al peligro es de 1,520.00, por el fenómeno de inundación, de los sectores Castilla, 28 de julio y Los Pinos, además la Institución Educativa Pública Santa Rita de Cassia, dentro del área inundable, poniendo en riesgo la vida de los 1,481 alumnos y 71 docentes, con los que cuenta.

En cuanto al aspecto económico se encontró infraestructura pública expuesta, tales como el Complejo Deportivo A.H. 28 De Julio, Camal Municipal N° 23, Depósito Municipal, Puente Gálvez, un tramo de la carretera de la Panamericana Sur, además de encontrarse expuestas también viviendas, veredas, pistas, caminos sin asfaltar, puentes de madera, entre otros que permiten el desarrollo económico de la población.

En la dimensión ambiental tenemos que en los sectores Castilla, 28 de julio y Los Pinos del Distrito de San Vicente de Cañete, se encuentran expuestos terrenos de cultivo, así como un inadecuado mantenimiento del cauce del río Pócoto.

De acuerdo al análisis de nivel de peligrosidad, podemos determinar el sector investigado de *peligro alto* con un valor de 0.136, respecto a la inundación por desborde del río Pócoto.

El *análisis de peligrosidad*, arroja para el sector *peligro alto* con un valor de 0,136, dentro del estrato de peligro $0,134 \leq R < 0,260$; obtenido según el cálculo del valor Fenómeno de inundación de 0,105 y el valor Susceptibilidad igual a 0,167.

La determinación del nivel de riesgo está establecida de acuerdo al peligro y la vulnerabilidad a la que está expuesta la zona, sea urbana o rural; se obtuvo para la investigación el nivel de peligro como alta, con un valor de 0,136 y una vulnerabilidad Muy Alta con un valor de 0,275, obteniendo así un nivel de riesgo con un valor de 0,131 correspondiente al nivel de riesgo Muy Alto.

Para las medidas estructurales se planteó el muro de concreto ciclópeo con dos tramos en la margen izquierda y cuatro tramos en el margen derecho del río Pócoto; de acuerdo a estas medidas el cálculo el ***nivel de peligrosidad reducida es igual a 0.125 (0.068 ≤ R < 0.134) peligro medio***, según el fenómeno de inundación y la susceptibilidad (tabla 35 y 36); para ***vulnerabilidad reducida*** l valor ***será de 0,171***; (tabla 37 y 38) considerada ***vulnerabilidad Alto*** $0.134 \leq R < 0.260$; concluyendo un una relación significativa entre el análisis de riesgo y las medidas estructurales, así pues se rechaza la hipótesis nula, ya que el resultado es de peligro medio - vulnerabilidad alta, valor de asignación en tabla 39 de 0,035; de acuerdo a la tabla 40 será de riesgo alto, según el rango $0.018 \leq R < 0.068$.

En el caso de las medidas no estructurales para el estudio fueron el monitoreo del sistema hidrometeorológico y sedimentológica, ejecutar las normativas vigentes relacionadas a la delimitación de fajas marginales y a la ley de recursos hídricos, aplicar multas a los pobladores cuyas aguas domesticas se viertan a la quebrada Pócoto. Se obtuvo que para zona de estudio definida con la numeración 4, ***de sismicidad Muy Alta, Factor de Zona (z=0.45)***; de intensidad sísmica máxima Grado IX (Escala de Mercalli). El software Hydrognomon 4, evaluó la serie histórica de precipitaciones máximas en 24 horas, obteniéndose ***un P de 0.020, en un periodo de retorno de 50 (T) con Gev. Max = 10,9298***.

6.2.Recomendaciones.

De acuerdo al estudio, sobre análisis de riesgo de inundación para prevenir desbordes del Río Pócoto, se puede, recomendar, según los objetivos específicos, en materia de medidas estructurales y no estructurales, y planes de prevención, lo siguiente:

- **Recomendaciones de medidas estructurales.**

Se propone un muro de concreto ciclópeo, esta estructura tiene el fin de proteger de la socavación producida por las altas velocidades a las viviendas e infraestructura aledañas. El muro de concreto ciclópeo con dos tramos en la margen izquierda y cuatro tramos al margen derecho.

- **Recomendaciones de medidas no estructurales**

Para reducir la vulnerabilidad y mejorar el desarrollo de capacidades, mapeo de vulnerabilidades puede ayudar a los responsables políticos y gerentes identificando las áreas de mayor susceptibilidad e impacto. Se puede hacer el manejo de inundaciones en un área altamente eficaz a través de la zonificación de vulnerabilidad, en la que las áreas se clasifican de mayor a menor nivel de vulnerabilidad. Esto puede ayudar aún más en la propuesta de defensa contra inundaciones mecanismos, medidas efectivas de control de inundaciones, planificación de evacuación y advertencia de inundaciones.

CAPÍTULO VII

REFERENCIAS

7.1.Fuentes Documentales.

- CENEPRED. (2012). *Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres*. Lima. Recuperado el 5 de Diciembre de 2018, de https://cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/LINEAMIENTOS%20PROCESOS_ESTIMACION%20N.pdf
- CENEPRED. (2014). *Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión*. Lima, Perú: Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - Dirección de Gestión de Procesos.
- Eleutério, J. (2012). *Flood risk analysis : impact of uncertainty in hazard modelling and vulnerability assessments on damage estimations*. PhD thesis. Francia: University of Strasbourg. Recuperado el 26 de Mayo de 2019, de <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00821011/document>
- INDECI - Instituto Nacional de Defensa Civil. (2011). *Manual de Estimación del Riesgo ante Inundaciones Fluviales* (2011 ed.). Lima, Perú: Dirección Nacional de Prevención (DNP).
- INDECI, I. N. (2006). *Manual Básico para la Estimación del Riesgo*. Lima, Perú.
- Jordán G., M. (2016). “Vulnerabilidad ante inundaciones en el municipio de Tenancingo, Estado de México”. *Tesis de Maestría en Estudios de la Ciudad*. Toluca, México: Universidad Autónoma del Estado de México. Recuperado el 10 de Noviembre de 2018, de http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/58906/Jordan_Vulnerabilidad.pdf?sequence=1

- Jordán G., M. (2016). *Vulnerabilidad ante inundaciones en el municipio de Tenancingo, Estado de México*. Toluca, Estado de México, México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Manandhar, B. (2010). Flood Plain Analysis and Risk Assessment of Lothar Khola. Pokhara, Nepal: Institute of Forestry. *Maestría en ciencias en la gestión de cuencas*. Recuperado el 26 de Mayo de 2019, de https://www.researchgate.net/publication/265908097_Flood_Plain_Analysis_and_Risk_Assessment_of_Lothar_Khola
- Mendoza S., M. (2017). Evaluación del riesgo por inundación en la quebrada Romero, del distrito de Cajamarca, periodo 2011- 2016. *Tesis optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental y Prevención de Riesgos*. Cajamarca: Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo. Recuperado el 4 de Noviembre de 2018, de <http://repositorio.upagu.edu.pe/bitstream/handle/UPAGU/289/Tesis%20Miguel%20Mendoza.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Narváez L, R. (2012). Vulnerabilidad geotécnica de las quebradas Arroyo Seco y Puca Puca en la ciudad de Ayacucho. *Tesis de Grado de Maestro en Ciencias*. (Universidad Nacional de Ingeniería, Ed.) Lima. Recuperado el 4 de Noviembre de 2018, de http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1157/1/narvaez_lr.pdf
- Nicolas, K. (2004). Modélisation des crues des rivières de moyenne montagne pour la gestion intégrée du risque d'inondation: Application à la vallée de la thur (haut-rhin). Strasbourg: Ecole Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement de Strasbourg. *Tesis doctoral en Ingeniería de Ciencias del Agua*. Recuperado el 4 de Junio de 2019, de <http://www.theses.fr/2004ENGR0021>
- PCM, P. d. (2011). Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Ley N° 29664 (SINAGERD). *DECRETO SUPREMO N° 048-2011-PCM*. Perú.

- Reith, B. (2012). "Flood risk analysis for the Iowa Statewide Floodplain Mapping Project.". *Master of Science degree in Civil and Environmental Engineering*. Iowa : University of Iowa. Recuperado el 20 de Junio de 2019, de <https://ir.uiowa.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3520&context=etd>
- Rodríguez V., H. (2012). Inundaciones en zonas urbanas, medidas preventivas y correctivas, acciones estructurales y no estructurales. *Tesis de Maestro en Ingeniería Civil-Hidraulica*. (U. N. México, Ed.) Cuernavaca. Recuperado el 6 de Noviembre de 2018, de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/5281/Tesis.pdf?sequence=1>
- Vargas, R. (2016). Modelización hidrológica determinista para la evaluación del riesgo de inundación en grandes entornos urbanos: aplicación a la Ciudad de México. *Thesis of Doctor of Science*. Niza: University of Nice-Sophia Antipolis. Recuperado el 20 de Junio de 2019, de <https://hal.inria.fr/tel-01488436/>

7.2.Fuentes Bibliográficas.

- Carrasco, S. (2006). *Metodología de la Investigación Científica*. Lima: San Marcos.
- Kreibich, H., & Thielen, A. (2008). Coping with floods in the city of dresden, germany. *Natural Hazards*, 51. doi: DOI 10.1007
- Naghi, M. (2005). *Metodología de la investigación*. Mexico: LIMUSA.
- Smith, K., & Ward, R. (1998). *Floods, Physical Processes and Human Impacts*.

7.3.Fuentes hemerográficas.

- Ahmed, H., Abbas, A., & Najm, A. (2019). "Análisis de peligro de inundación del regulador propuesto en el río Shatt Al-Arab". *Hydrology*, 6(80). doi:; doi:10.3390

- Díaz, L., & Rodríguez, A. (2016). Evaluación del riesgo por inundación en la comunidad Pradera Alta, municipio Maracaibo, Venezuela. (M. & Geología, Ed.) *Redalyc*, 32(III).
- Elkhrachy, I. (2015). Mapeo de riesgos de inundaciones repentinas utilizando imágenes de satélite y herramientas SIG: un estudio de caso de la ciudad de Najran, Reino de Arabia Saudita (KSA). (Copyright, Ed.) *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 18(2), 261-278. Recuperado el 23 de Mayo de 2019, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110982315000307>
- Enríquez, L., Maron, L., Tacora, S., & Quispe, E. (2018). Análisis del riesgo por inundación a causa del desborde de río Ilave, Distrito de Ilave – Collao. *Ciencia, Tecnología y Desarrollo*, 4(I). Recuperado el 2 de Diciembre de 2018, de https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/ri_ctd/article/view/1067
- Kreibich, H., & Thieken, A. (2008). Coping with floods in the city of dresden, germany. *Natural Hazards*, 51. doi: DOI 10.1007
- Messner, F., Penning-Rowsell, E., Green, C., Meyer, V., Tunstall, S., & Van der Veen, A. (2007). Evaluating flood damages: guidance and recommendations on principles and methods. Recuperado el 20 de Julio de 2019, de <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid%3A5602db10-274c-40da-953f-34475ded1755>

7.4. Fuentes Electrónicas.

- Bader, D. (2016). Flood Risk Assessment for urban areas in North America. Países Bajos : TU Delft. Recuperado el 12 de Junio de 2019, de https://www.researchgate.net/publication/321322236_Flood_Risk_Assessment_in_Urban_Areas_Based_on_Spatial_Analytics_and_Social_Factors

- Messner, F., Penning-Rowsell, E., Green, C., Meyer, V., Tunstall, S., & Van der Veen, A. (2007). Evaluating flood damages: guidance and recommendations on principles and methods. Recuperado el 20 de Julio de 2019, de <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid%3A5602db10-274c-40da-953f-34475ded1755>
- Torterotot, J. (1993). *Le coût des dommages dûs aux inondations: Estimation et analyse des incertitudes*,. Francia: Ecole Nationale des Ponts et Chaussées. Recuperado el 20 de Junio de 2019, de <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00421862>

ANEXOS

A - 1: Matriz Consistencia General

| Titulo | Problema | Objetivos | Hipótesis | Variable | |
|---------------------------------------|---|---|---|----------------------------------|--|
| “ ANÁLISIS DE RIESGO DE INUNDACIÓN EN | P. General | O. General | H. General | V. Independiente | Dimensiones |
| | ¿Cuál es el análisis de riesgo de inundación para la prevención de desbordes del Río Pócoto en el distrito de San Vicente de Cañete – 2018? | Analizar el riesgo de inundación para prevenir desbordes del Río Pócoto en el distrito de San Vicente de Cañete – 2018. | El análisis de riesgo de inundación nos permitirá prevenir desbordes del Río Pócoto en el distrito de San Vicente de Cañete – 2018. | Análisis de riesgo de inundación | <ul style="list-style-type: none"> • Parámetros hidráulicos. • Parámetros climáticos. • Estimación de peligrosidad y riesgos. |
| | P. Específicos | O. Específicos | H. Específicos | V. dependiente | Dimensiones |

| | | | | | |
|--|--|---|--|---|--|
| | <p>a) ¿De qué manera el análisis de riesgo de inundación se relaciona con las medidas estructurales para la prevención desborde del río Pócoto en el distrito de San Vicente de Cañete – 2018?</p> <p>b) ¿De qué manera el análisis de riesgo de inundación se relaciona con las medidas no estructurales para la prevención desborde del río Pócoto en el distrito de San Vicente de Cañete – 2018?</p> <p>c) ¿De qué manera el análisis de riesgo de inundación se relaciona la resiliencia para prevención de desborde del río Pócoto en el distrito de San Vicente de Cañete – 2018?</p> | <p>a) Determinar la relación del análisis de riesgo de inundación con las medidas estructurales para la prevención desborde del río Pócoto en el distrito de San Vicente de Cañete – 2018.</p> <p>b) Determinar la relación del análisis de riesgo de inundación se relaciona con las medidas no estructurales para la prevención desborde del río Pócoto en el distrito de San Vicente de Cañete – 2018.</p> <p>c) Determinar la relación del análisis de riesgo de inundación la resiliencia para prevención de desborde del río Pócoto en el distrito de San Vicente de Cañete – 2018.</p> | <p>a) El análisis de riesgo de inundación se relaciona significativamente con las medidas estructurales para la prevención desborde del río Pócoto en el distrito de San Vicente de Cañete – 2018.</p> <p>b) El análisis de riesgo de inundación se relaciona significativamente con las medidas no estructurales para la prevención desborde del río Pócoto en el distrito de San Vicente de Cañete – 2018.</p> <p>c) El análisis de riesgo de inundación se relaciona significativamente con resiliencia para la prevención de desborde del río Pócoto en el distrito de San Vicente de Cañete – 2018.</p> | <p>Prevención de desbordes del río Pócoto</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Medidas estructurales. • Medidas no estructurales. • Resiliencia |
|--|--|---|--|---|--|

A - 3: Condiciones actuales del Río Pócoto.



A - 4: Viviendas afectadas por inundación por desborde del Río Pócoto.



A - 5: Matriz de desagüe expuesta.



A - 6: Canalización del Río Pócoto en mal estado.



A - 7: Agua estancada.



A - 8: Tubería cruzando el río Pócoto.



A - 9: Cables de electricidad siendo sostenidos por palos de madera.



A - 10: Material de relleno colocado en los márgenes del río Pócoto.



A - 11: Plantas y basura en el río Pócoto.

