



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SE HUMANO**

**CARRERA DE INGENIERIA EN ADMINISRACION PARA DESASTRES Y  
GESTION DEL RIESGO**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE INEGNIERIA EN  
ADMINISTRACION PARA DESASTRES Y GESTION DEL RIESGO**

**TEMA:**

“ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DE EDIFICACIONES Y ELEMENTOS  
ESENCIALES EXPUESTOS A INUNDACIONES, EN LA ZONA DE INFLUENCIA  
DEL RÍO PITA EN EL SECTOR SAN PABLO DE PITA DEL CANTÓN CALUMA,  
PROVINCIA BOLÍVAR. PERÍODO MAYO- SEPTIEMBRE 2023”

**AUTORES:**

FLORES VEGA LENIN ISRAEL

NARANJO PACHALA BRYAN ALEXANDER

**TUTOR:** ING. CIV. GINO NOBOA

**NOVIEMBRE 2023**

**GUARANDA – BOLIVAR**

# DECLARACIÓN DE LA AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

## DERECHOS DE AUTOR

Nosotros Flores Vega Lenin Israel y Naranjo Pachala Bryan Alexander, portadores de la Cédula de Identidad No 100461368-1 y 020212078-8 en calidad de autores y titulares de los derechos morales y patrimoniales del Trabajo de Titulación: ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DE EDIFICACIONES Y ELEMENTOS ESENCIALES EXPUESTOS A INUNDACIONES, EN LA ZONA DE INFLUENCIA DEL RÍO PITA EN EL SECTOR SAN PABLO DE PITA DEL CANTÓN CALUMA, PROVINCIA BOLÍVAR. PERÍODO MAYO- SEPTIEMBRE 2023, modalidad: Proyecto de investigación, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, concedemos a favor de la Universidad Estatal de Bolívar, una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservamos a mi/nuestro favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo/autorizamos a la Universidad Estatal de Bolívar, para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Digital, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El (los) autor (es) declara (n) que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Flores Vega Lenin Israel

Naranjo Pachala Bryan Alexander

Lenin Flores  
100461368-1

Bryan Naranjo  
020212078-8

## **CERTIFICADO DE SEGUIMIENTO AL PROCESO INVESTIGATIVO, EMITIDO POR EL TUTOR.**

**Guaranda, 21 de noviembre de 2023.**

El suscrito Ingeniero CFue. ARRIBOS”ivil Gino Noboa Flores, Docente Tutor del proyecto de investigación de Pre Grado de la carrera de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo de la Universidad Estatal de Bolívar, en calidad de Docente – Tutor.

### **CERTIFICA:**

Que el proyecto de investigación titulado: “ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DE EDIFICACIONES Y ELEMENTOS ESENCIALES EXPUESTOS A INUNDACIONES, EN LA ZONA DE INFLUENCIA DEL RÍO PITA EN EL SECTOR SAN PABLO DE PITA DEL CANTÓN CALUMA, PROVINCIA BOLÍVAR. PERÍODO MAYO- SEPTIEMBRE 2023.”; realizado por los señores: Flores Vega Lenin Israel y Naranjo Pachala Bryan Alexander ha sido debidamente revisado e incorporado las observaciones realizadas durante las asesorías; en tal virtud, autorizo su presentación para la aprobación respectiva de acuerdo al reglamento de la Universidad.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a verdad.

ING. CIV. GINO NOBOA FLORES.



**ING.CIV. GINO NOBOA FLORES.**

**DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE PRE GRADO**

# CERTIFICACIÓN DE HABER CULMINADO EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



El suscrito Ingeniero **GINO NOBOA FLORES**, en calidad **DE TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**, docente de la Universidad Estatal de Bolívar.

## CERTIFICA:

Que los Sres. **FLORES VEGA LENIN ISRAEL**, portadora de la cédula de ciudadanía N° **100461368-1**, y **NARANJO PACHALA BRYAN ALEXANDER** portador de la cédula de ciudadanía N° **020212078-8**, estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano, culminaron la **Carrera de Ingeniería en Administración para Desastres y Gestión Del Riesgo**, modalidad presencial, una vez revisado el documento **“ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DE EDIFICACIONES Y ELEMENTOS ESENCIALES EXPUESTOS A INUNDACIONES, EN LA ZONA DE INFLUENCIA DEL RÍO PITA EN EL SECTOR SAN PABLO DE PITA DEL CANTÓN CALUMA, PROVINCIA BOLÍVAR. PERÍODO MAYO- SEPTIEMBRE 2023”**, pueden proceder a realizar el proceso del empaste de su proyecto de investigación.

Guaranda, 18 de diciembre del 2023

Atentamente;

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Gino Noboa Flores', is written over a horizontal line.

*Ing. Civ.. Gino Noboa Flores*

**TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

## **DEDICATORIA**

A Dios y a la virgencita María, porque a pesar de las adversidades, su presencia en nuestro corazón nos acompañó en el transcurso de la carrera.

A nuestros padres quienes nunca dejaron de creer en nosotros y siempre nos apoyaron en cada decisión que tomamos.

A todos los universitarios que estudian en otra ciudad y saben lo difícil que es despartarse de la familia por alcanzar un sueño.

A quienes tiene la enorme responsabilidad de trabajar y estudiar, porque para muchos es la única manera de alcanzar una meta.

A nuestros familiares que son ejemplo de entereza y lucha y nos apoyaron durante la carrera.

A nuestros amigos y compañeros de estudio que han estado en las buenas y malas.

*Lenin Israel Flores Vega*

*Bryan Alexander Naranjo Pachala*

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios y la Virgencita María por cuidar de nuestro corazón y guiaron nuestros pasos en el camino por alcanzar este objetivo.

A nuestros padres que, con mucha devoción y entrega, nos inspiraron para continuar cuando las cosas se ponían complicadas.

A todos los lugares en donde tuvimos la oportunidad de trabajar para poder alcanzar este título universitario.

A todos los amigos que algún momento nos abrieron las puertas de su hogar y siempre estuvieron pendientes de nuestro bienestar.

A nuestro tutor porque sus consejos y palabras de aliento que siempre estuvieron en el transcurso de este proyecto.

A los compañeros de universidad, en donde se encontró la generosa dicha de conocer a gente muy inteligente y con mucha calidez humana.

*Lenin Israel Flores Vega*

*Bryan Alexander Naranjo Pachala*

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	4
AGRADECIMIENTOS .....	6
RESUMEN .....	13
ABSTRACT .....	14
INTRODUCCIÓN .....	15
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA .....	18
1.1 Planteamiento del problema .....	18
1.2 Formulación del problema.....	21
1.3 Objetivos .....	22
1.3.1 Objetivo General.....	22
1.3.2 Objetivos específicos .....	22
1.4 Justificación de la investigación.....	22
1.5 Limitaciones .....	25
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	26
2.1 Antecedentes de la investigación.....	26
2.1.1 Antecedentes Internacionales .....	26
2.1.2 Antecedentes Nacionales .....	27
2.1.3 Antecedentes Locales .....	28
2.2 Bases teóricas .....	29
2.2.1 Marco conceptual.....	29
2.2.2 Marco referencial.....	38

2.2.3	Marco legal .....	46
2.3	Definición de términos .....	47
2.4	Sistema de variables .....	52
CAPITULO 3: MARCO METODOLÓGICO.....		54
3.1	Nivel de investigación .....	54
3.1.1	Tipo de investigación:.....	54
3.2	Diseño.....	54
3.2.1	Diseño metodológico .....	55
3.3	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	56
3.3.1	Población .....	56
3.3.2	Muestra .....	56
3.4	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS ....	57
3.5	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	58
3.5.1	Objetivo 1. Identificar las áreas de amenazas de inundación en la zona de influencia del río Pita en el sector de San Pablo de Pita.....	58
3.5.2	Objetivo 2. Evaluar el nivel de vulnerabilidad de las edificaciones ante la amenaza de inundación en la zona de influencia del río Pita en el sector de San Pablo de Pita. 67	
3.5.3	Objetivo 3. Determinar los elementos esenciales expuestos a la amenaza de inundación en la zona de influencia del río Pita en el sector de San Pablo de Pita 70	
3.5.4	Objetivo 4. Proponer medidas de protección para reducir la	



vulnerabilidad de las edificaciones y los elementos esenciales expuestos a la amenaza de inundación en la zona de influencia del río Pita en el sector de San Pablo de Pita 77

CAPITULO 4: RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS	
OBJETIVOS PLANTEADOS.....	78
4.1    Resultados según objetivo 1: Identificar las áreas de amenazas de inundación en la zona de influencia del río Pita en el sector de San Pablo de Pita.....	78
4.1.1    Zonas de acumulación .....	78
4.1.2    Uso del suelo y cobertura vegetal .....	78
4.1.3    Permeabilidad .....	79
4.1.4    Precipitación .....	80
4.1.5    Saturación .....	80
4.1.6    Nivel de amenaza de inundación .....	81
4.2    Resultados según objetivo 2: Evaluar el nivel de vulnerabilidad de las edificaciones ante la amenaza de inundación en la zona de influencia del río Pita en el sector de San Pablo de Pita.....	83
4.2.1    Evaluación de la vulnerabilidad física de las edificaciones.....	83
4.3    Resultados según objetivo 3: Determinar los elementos esenciales expuestos a la amenaza de inundación en la zona de influencia del río Pita en el sector de San Pablo de Pita .....	90
4.4    Resultados según objetivo 4: Proponer medidas de protección para reducir la vulnerabilidad de las edificaciones y los elementos esenciales expuestos a la amenaza de inundación en la zona de influencia del río Pita en el sector de San Pablo de Pita. ...	94
CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	
	97

5.1 Conclusiones .....	97
5.2 Recomendaciones .....	99
BIBLIOGRAFÍA .....	101
ANEXOS .....	107
Anexo N 1. Fichas de viviendas .....	107
Anexo N 2. Fichas de elementos esenciales .....	109
Anexo N 3. Resultados de la vulnerabilidad física de infraestructura.....	115
Anexo N 4. Memoria Fotográficas .....	120

## **INDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Sistema de agua potable de Pita .....	42
Tabla 2. Cobertura del sistema de agua potable del cantón Caluma .....	44
Tabla 3. Cobertura del sistema de alcantarillado sanitario .....	45
Tabla 4. Operacionalización de variables .....	52
Tabla 5. Rango de pendientes de terreno y su respectivo peso de ponderación .....	61
Tabla 6. Uso y cobertura del suelo y peso de ponderación.....	61
Tabla 7. Características litológicas, su calificativo y valor de ponderación.....	62
Tabla 8. Permeabilidad en los suelos en base a su textura y peso de ponderación ..	63
Tabla 9. Tabla que se basa en las Principales características climáticas en el Ecuador.....	64
Tabla 10. Valores aproximados del ángulo de fricción interna y cohesión.....	65
Tabla 11. Amenaza por inundaciones basado en resultados obtenidos de parámetros anteriores. ....	67
Tabla 12. Tabla de variables de la vulnerabilidad que serán utilizadas para evaluar	

las edificaciones de las viviendas asentadas en los alrededores del río Pita. ....	68
Tabla 13.tabla resumen correspondientes a cada nivel de vulnerabilidad ante amenaza de inundación.....	70
Tabla 14.Tabla para calificar la vulnerabilidad en el sistema de agua potable. ....	71
Tabla 15.Tabla para calificar la vulnerabilidad del sistema de alcantarillado.....	74
Tabla 16.Tabla para calificar la vulnerabilidad el sistema de red vial. ....	75
Tabla 17.Variables, Indicadores y Pesos de Ponderación para la Vulnerabilidad de Puentes en la zona de influencia del río Pita en el sector San Pablo de Pita. ....	76
Tabla 18.Tabla del resumen de la clasificación del nivel de vulnerabilidad .....	77
Tabla 19. Pendiente en el sector San Pablo de Pita. ....	78
Tabla 20. Uso del suelo y cobertura vegetal en el sector San Pablo de Pita. ....	79
Tabla 21. Permeabilidad en el sector de San Pablo de Pita .....	79
Tabla 22. Precipitación en el sector de San Pablo de Pita. ....	80
Tabla 23. Saturación en el sector de San Pablo de Pita. ....	80
Tabla 24. Nivel de amenaza por inundación del río Pita, en el sector de San Pablo de Pita. ....	82
Tabla 25. Sistema Estructural .....	84
Tabla 26. Tipo de materiales en paredes.....	84
Tabla 27. Tipo de cubierta .....	85
Tabla 28. Número de pisos .....	86
Tabla 29. Año de construcción .....	86
Tabla 30. Estado de conservación .....	87
Tabla 31. Características del suelo bajo la vivienda.....	88
Tabla 32. Topografía del sitio.....	88
Tabla 33.Nivel de Vulnerabilidad física de Infraestructura (viviendas) en la zona de	

influencia del río Pita en el sector de San Pablo de Pita .....	89
Tabla 34. Componentes de los elementos esenciales en el sistema de agua potable. .....	90
Tabla 35. Vulnerabilidad del Sistema de Alcantarillado en la zona de influencia del rio Pita .....	92
Tabla 36. Vulnerabilidad del Sistema Vial en la zona de influencia del Rio Pita en San Pablo de Pita .....	93
Tabla 37. Principal puente en la zona de influencia del río Pita en el sector San Pablo de Pita .....	94
Tabla 38. Medidas estructurales .....	95
Tabla 39. Medidas no estructurales .....	96

## **INDICE DE ILUSTRACIONES**

Ilustración 1. Mapa de ubicación.....	38
Ilustración 2. Mapa de susceptibilidad a inundación en el área de influencia del río Pita en el sector de San Pablo de Pita.....	82

## **RESUMEN**

El presente proyecto tiene como propósito realizar el análisis de vulnerabilidad de edificaciones y elementos esenciales expuestos a inundación, en la zona de influencia del río Pita en el sector de San Pablo de Pita del cantón Caluma, provincia Bolívar. Dentro de la metodología, el enfoque de esta investigación es de carácter práctico, descriptivo y explicativo, la recopilación de datos se llevó a cabo mediante fichas de campo y entrevistas, lo que permitió realizar un análisis de la vulnerabilidad de edificaciones y elementos esenciales expuestos en el área cercana al río Pita, específicamente en el sector San Pablo de Pita, cantón Caluma, provincia Bolívar, ante el riesgo de inundación. Los resultados indican que, esta área se caracteriza principalmente por la presencia de sedimentos aluviales, destacándose especialmente la arena de grosor medio a grueso, además, de un suelo limo-arcilloso de tono café oscuro que se encuentra en un nivel medio de amenaza de inundación, en el análisis de vulnerabilidad de infraestructuras y elementos esenciales identificados, se definió en función de la naturaleza y el grado de amenaza de los factores que ocasionaron el daño a la propiedad y al medio ambiente, como respuesta a esta estudio, se implementó estrategias con el fin de reducir el riesgo de inundaciones en el sector San Pablo de Pita.

**Palabras clave:** Amenaza, inundación, vulnerabilidad de edificaciones, elementos esenciales.

## **ABSTRACT**

The purpose of this project is to carry out the vulnerability analysis of buildings and essential elements exposed to flooding, in the area of influence of the Pita River in the sector of San Pablo de Pita of the canton of Caluma, Bolívar province. Within the methodology, the focus of this research is practical, descriptive and explanatory, the data collection was carried out through field files and interviews, which allowed an analysis of the vulnerability of buildings and essential elements exposed in the area near the Pita River, specifically in the San Pablo de Pita sector. canton of Caluma, Bolívar province, due to the risk of flooding. The results indicate that this area is mainly characterized by the presence of alluvial sediments, especially highlighting the sand of medium to coarse thickness, in addition to a silt-clay soil of dark brown tone that is at a medium level of flood threat, in the vulnerability analysis of infrastructures and essential elements identified, it was defined according to the nature and degree of threat of the factors that caused the damage to the In response to this study, strategies were implemented in order to reduce the risk of flooding in the San Pablo de Pita sector.

**Keywords:** Threat, flooding, vulnerability of buildings, essential elements.

## INTRODUCCIÓN

Los fenómenos naturales a nivel mundial que resultan en consecuencias devastadoras muestran una tendencia creciente anualmente, y en los países en desarrollo, esta situación se refleja en un aumento de pérdidas económicas significativas y pérdida de vidas humanas (Zorn, 2018). Además, de acuerdo con la investigación de (Sánchez García & Francos , 2022), se destaca que el cambio climático está intensificando la frecuencia de eventos extremos y riesgos naturales.

De acuerdo con el informe más actualizado sobre el riesgo de desastres en América Latina y el Caribe, a incluido el período de 1997-2017, esta región fue testigo de uno de cada cuatro desastres a nivel mundial, en consecuencia, la recurrencia de los desastres, agravada por el cambio climático, ha generado las alteraciones de infraestructuras críticas en áreas urbanas, instituciones educativas, instalaciones de salud y sistemas de transporte (UNDRR, 2021). Estas infraestructuras críticas, también denominadas elementos esenciales, presentan características únicas y se ven influenciadas por la evolución de los territorios y sus capacidades de desarrollo (Sacoto Flores & Sánchez García, 2023).

En el Ecuador los análisis de vulnerabilidad territorial han surgido tanto a nivel local como nacional, con contribuciones de organismos internacionales. Esto se enmarca en la creación de un conocimiento compartido destinado a mapear los riesgos en el territorio (Sacoto Flores & Sánchez García, 2023)

La provincia de Bolívar, enfrenta desafíos significativos ante inundaciones, afectando principalmente a varios cantones como son: Caluma, Echeandía, Guaranda, San Miguel y Las Naves. Estas inundaciones suelen manifestarse con mayor intensidad durante la época de invierno, que generalmente ocurren entre los meses de diciembre y mayo, dando lugar a inundaciones que impactan tanto áreas urbanas como rurales de los cantones de la provincia.

La presente investigación tiene un enfoque dirigido a el análisis de vulnerabilidad de edificaciones y elementos esenciales expuesto a la amenaza de inundación en la zona de influencia del río Pita, sector San Pablo de Pita perteneciente al cantón Caluma, provincia de Bolívar. Según Cajigal Molina y Maldonado González (2019) la vulnerabilidad proporciona una comprensión sobre la distribución de desastres, haciendo que se oriente las acciones de intervención. Para alcanzar la finalidad de este proyecto se ha establecido cuatro objetivos específicos, siendo el primero la identificación de las áreas de amenazas de inundación en la zona de influencia río Pita en sector San Pablo Pita. En segundo lugar, se propone evaluar el nivel de vulnerabilidad de las edificaciones ante la amenaza de inundación en la zona de influencia del río Pita en el sector de San Pablo de Pita. En tercer lugar, se busca determinar los elementos esenciales expuestos a la amenaza de inundación en la zona de influencia del río Pita en el sector de San Pablo de Pita y finalmente se busca proponer medidas de protección para reducir la vulnerabilidad de las edificaciones y los elementos esenciales expuestos a la amenaza de inundación.

Se presente el informe, que se encuentra estructurado en cinco capítulos, el capítulo I, se aborda la problemática central que motiva la investigación, se contextualiza la importancia y relevancia que justifican la realización del tema investigativo, los objetivos planteados y las limitaciones encontradas en su ejecución; el capítulo II, presenta una revisión de la literatura a nivel conceptual, referencia y legal, proporcionando un fundamento sólido para el análisis realizado en la investigación; el capítulo III, describe la metodología empleada para llevar a cabo el análisis de vulnerabilidad, se explican los métodos generales y específicos, así las técnicas e instrumentos de recolección, procesamiento y análisis de datos para cada uno de los objetivos específicos; el capítulo IV, expone los hallazgos más relevantes obtenidos a través de la aplicación de la metodología y en concordancia con cada objetivo definido; el capítulo V, se muestra las



conclusiones derivadas de los resultados obtenidos, a partir de esto, nacen recomendaciones específicas y posibles acciones futuras. Finalmente, se listan todas las fuentes bibliográficas utilizadas para fundamentar teóricamente la investigación, respaldar la metodología empleada y validar los resultados expuestos.

En definitiva, este estudio es una valiosa contribución para comprender y abordar la problemática de las inundaciones y la vulnerabilidad de infraestructuras críticas en el sector de San Pablo de Pita. Los resultados y recomendaciones derivados de la investigación serán fundamentales para guiar intervenciones y políticas que ayuden a reducir los impactos devastadores de los desastres naturales en el futuro.

## **CAPÍTULO I: EL PROBLEMA**

### **1.1 Planteamiento del problema**

A nivel mundial, varias naciones se enfrentan a un alto nivel de vulnerabilidad ante desastres y crisis humanitarias, es así que Guatemala, Haití y Honduras se sitúan en la primera línea de riesgo, seguidos por países con un índice significativo de vulnerabilidad como Bolivia, Colombia, Ecuador, El Salvador, México, Nicaragua, Perú, República Dominicana y Venezuela. Estas cifras, extraídas del Índice de Gestión de Riesgos para América Latina y el Caribe (INFORM-LAC, 2018), resaltan la magnitud de los desafíos a los que se enfrentan.

En América Latina, aquellos países que obtuvieron las valoraciones más elevadas en términos de amenazas naturales durante el mismo período fueron Colombia, liderando el grupo, con un índice de 7,1 en la escala de evaluación. Le siguen Venezuela, con una puntuación de 6,9, y Ecuador, posicionado en tercer lugar con una valoración de 6,3 (INFORM-LAC, 2018). Estos resultados, subrayan la exposición significativa de ciertas naciones de la región ante riesgos naturales.

En los últimos años, los fenómenos hidrometeorológicos, dentro de los que se encuentran las inundaciones, han surgido como los catalizadores de los desastres naturales de mayor envergadura, causando pérdidas humanas significativas y estragos económicos considerables (Cajigal Molina & Maldonado González, 2019). Pero es importante comprender que, a lo largo de milenios, las comunidades han demostrado una inclinación innata por establecerse en áreas cercanas a ríos, motivados por la riqueza de recursos que estas zonas proveen, así como otros beneficios inherentes a este tipo de ecosistema (Londoño Giraldo, 2021).

En el caso de Ecuador, de acuerdo con los datos recopilados por (DesInventar Sendai (2021), desde 1970 hasta la fecha presente, las inundaciones han encabezado la lista con el mayor número de incidentes amenazantes, registrándose 4705 casos. Estas

inundaciones han emergido como la principal causa de mortalidad entre las amenazas hidrometeorológicas, constituyendo el tercer motivo detrás de todas las muertes vinculadas a amenazas en el país.

En Ecuador, las inundaciones resultan de las intrincadas interacciones entre sistemas meteorológicos, oceanográficos e hidrológicos presentes en el país. Estas interacciones comprenden factores como la disminución de los vientos alisios, el aumento de la evaporación debido a elevadas temperaturas, las precipitaciones orográficas costeras estacionales y vigorosas inducidas por Los Andes, así como el desbordamiento de ríos, la acumulación de lluvia y la influencia de las mareas (Mena Benavides, Scheffczyk, Urrutia, Huerta, & Walz, 2021)

En el país durante periodo comprendido entre 1970 y 2019, las inundaciones fueron responsables de las mayores pérdidas y daños en viviendas en el país. En específico, entre 2016 y 2019 se notificaron 1263 eventos de inundación. A pesar de esto, subsiste un ámbito de conocimiento por explorar en relación a los impactos diferenciados en las zonas expuestas a inundaciones y las medidas posibles para mitigar el riesgo y sus consecuencias (Mena Benavides, Scheffczyk, Urrutia, Huerta, & Walz, 2021).

Este estudio se enfoca en la provincia de Bolívar, enfrenta un desafío crítico con las inundaciones debido a su topografía diversa, desde la zona interandina hasta la costa. Las lluvias intensas y la topografía montañosa propician inundaciones repentinas en valles y llanuras. La urbanización y deforestación sin planificación agravan el problema, alterando los patrones de drenaje. La falta de infraestructura de gestión de agua y medidas preventivas agrava la situación, causando daños materiales y poniendo en riesgo la seguridad y el bienestar de la población local (Mena Benavides, Scheffczyk, Urrutia, Huerta, & Walz, 2021).

Dentro de esta provincia se encuentra el sector San Pablo de Pita, localizado en el

cantón Caluma de la provincia Bolívar. El cantón Caluma se localiza en la región occidental baja de la Cordillera de los Andes y se halla directamente en la zona influenciada por el río Pita. Uno de los desafíos recurrentes está relacionado con el desbordamiento del río Caluma durante la temporada de lluvias, atribuible a los niveles significativos de precipitación (1000-3000 mm), que afecta gravemente a asentamientos como Estero del Pescado, Caluma Viejo, Guayabal y Pita, con repercusiones directas para todos los residentes de estas áreas.

Un caso destacado en la historia del cantón fue durante el fenómeno climático conocido como El Niño en los años 1997-1998. Durante este periodo, el caudal del río Caluma alcanzó sus niveles más elevados, resultando en la destrucción de los cimientos del puente principal del cantón.

En fecha reciente, concretamente en la noche del miércoles 24 y la madrugada del 25 de mayo de 2023, las intensas precipitaciones ocasionaron el desbordamiento del río Pita, y este fenómeno provocó daños materiales e infraestructura en el sector de San Pablo de Pita.

Esta ubicación expone a las edificaciones y elementos esenciales de la zona a un alto riesgo de inundaciones, que pueden ser provocadas por eventos naturales como las fuertes precipitaciones o desbordamientos fluviales. Estas inundaciones pueden tener consecuencias devastadoras para la comunidad local. La época lluviosa es un factor que influye al aumento del caudal en los ríos del cantón, cediendo la barrera de protección natural forzando que el agua llegue a las viviendas aledañas existiendo pérdidas económicas.

A pesar de ciertas correcciones implementadas en el cauce del río, el problema sigue prevaleciendo. Es relevante señalar que el aumento repentino del caudal ocurre de manera violenta, debido a la marcada disparidad entre las altitudes de Caluma y las

divisorias que limitan su cuenca hidrográfica. Esta dinámica contribuye a la persistencia de afectaciones a la población con las inundaciones que se presentan frecuentemente.

Realizar un análisis exhaustivo de la vulnerabilidad de las edificaciones y elementos esenciales en esta área es fundamental para comprender y evaluar el grado de riesgo al que están sometidos. Sin embargo, existe un marcado rezago en la gestión y reducción del riesgo, careciendo de herramientas adecuadas para evaluar la vulnerabilidad de la infraestructura (Serna, 2022).

Además de evaluar la vulnerabilidad estructural, es crucial examinar la funcionalidad de los elementos esenciales expuestos a inundaciones. Esto implica analizar de qué manera la interrupción de servicios básicos como el abastecimiento de agua, el alcantarillado, la red eléctrica, el acceso a la atención médica y las comunicaciones puede repercutir en la capacidad de reacción y recuperación de la comunidad en situaciones de emergencia.

Con base en los resultados obtenidos del análisis de vulnerabilidad, es imperativo desarrollar y proponer medidas de mitigación adecuadas para reducir el riesgo de inundaciones en el mencionado sector. Dichas medidas pueden abarcar desde la construcción de infraestructuras diseñadas para contrarrestar las inundaciones, hasta la implementación de sistemas de alerta temprana, el fomento de prácticas constructivas resilientes y la capacitación de la comunidad en relación a las estrategias de preparación y respuesta ante estos eventos.

## **1.2 Formulación del problema**

¿Qué factores inciden en la vulnerabilidad de las edificaciones y elementos esenciales expuestos a inundación en la zona de influencia del río Pita en el sector San Pablo de Pita del Cantón Caluma, Provincia Bolívar?

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 *Objetivo General***

Realizar el análisis de vulnerabilidad de edificaciones y elementos esenciales expuestos a inundación, en la zona de influencia del río Pita en el sector de San Pablo de Pita del cantón Caluma provincia Bolívar.

#### **1.3.2 *Objetivos específicos***

- Identificar las áreas de amenazas de inundación en la zona de influencia del río Pita en el sector de San Pablo de Pita.
- Evaluar el nivel de vulnerabilidad de las edificaciones ante la amenaza de inundación en la zona de influencia del río Pita en el sector de San Pablo de Pita.
- Determinar los elementos esenciales expuestos a la amenaza de inundación en la zona de influencia del río Pita en el sector de San Pablo de Pita.
- Proponer medidas de protección para reducir la vulnerabilidad de las edificaciones y los elementos esenciales expuestos a la amenaza de inundación en la zona de influencia del río Pita en el sector de San Pablo de Pita.

### **1.4 Justificación de la investigación**

En el contexto actual, el Ecuador debido a su ubicación geográfica, presenta un clima predominantemente tropical caracterizado por abundantes lluvias, altas temperaturas y una exuberante vegetación. Sin embargo, estas características climáticas se ven influenciadas por diversos factores, tales como la presencia de la Cordillera de los Andes que se extiende de manera longitudinal, la influencia de la Corriente de Humboldt y la presencia del Anticiclón del Pacífico Sur. Estos elementos contribuyen a la creación de un clima sumamente diverso y variable a lo largo de los años (Lapo Alcivar, 2019). También, se destaca que las inundaciones constituyen un fenómeno recurrente en Ecuador, particularmente durante el periodo de diciembre a mayo. Estos episodios, tal como señala (Bravo Matamoros, 2020), generan impactos negativos que se ven agravados por la presencia de asentamientos humanos informales en la población, así como por los efectos

del cambio climático.

La gestión de riesgos se vuelve de vital importancia debido a la falta de preparación de la comunidad para hacer frente a desastres naturales, como ha quedado evidenciado en eventos previos que resultaron en pérdidas significativas de vidas humanas y daños materiales considerables, atribuidos en gran parte a la insuficiente planificación de la reducción de riesgos de desastres por parte de los municipios (Robles Gruezo, 2021).

En consecuencia, el presente trabajo de investigación sujeto al tema “Análisis de vulnerabilidad de edificaciones y elementos esenciales expuestos a inundaciones, en la zona de influencia del río Pita en el sector San Pablo de Pita del cantón Caluma, provincia Bolívar, período mayo- septiembre 2023.”, es relevante ya que la comprensión de la vulnerabilidad de la infraestructura ante amenazas naturales, como las inundaciones, ofrece la posibilidad de anticipación y una preparación más efectiva, contribuyendo a reducir las pérdidas en términos de vidas, propiedades y servicios. La planificación orientada a la reducción del riesgo de desastres tiene como objetivo principal disminuir la vulnerabilidad y mejorar la capacidad de recuperación, lo cual demanda asignación de recursos humanos, técnicos y financieros a través de diversas etapas, como la generación de conocimiento, la reducción del riesgo y la respuesta a emergencias (Serna, 2022).

En el entorno mundial, a investigación se inscribe en la Agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), que se compone de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Estos objetivos han sido establecidos para abordar los desafíos más significativos que enfrenta tanto la generación actual como las futuras generaciones a nivel mundial. Resulta evidente que el cambio climático atraviesa transversalmente cada uno de estos desafíos, consolidándose como una preocupación central y un factor clave en la toma de decisiones y acciones hacia un futuro sostenible. El cambio climático es un tema transversal que se encuentra presente en cada uno de estos

desafíos. Específicamente, se destaca en dos ejes principales: los desastres naturales contemplados en los ODS No. 1 "Fin de la Pobreza", 2 "Hambre Cero" y 13 "Acción por el Clima"; y las ciudades en el ODS No. 11 "Ciudades y Comunidades Sostenibles". En este último, se promueven principios de sostenibilidad, equidad, inclusión y resiliencia como parte de las soluciones integrales a implementar a escala global (Bravo Matamoros, 2020).

Además, desde un ámbito nacional, el proyecto se alinea con el Plan Nacional Creando Oportunidades 2021-2025. Este plan, en su eje de seguridad integral, objetivo 9 se enfoca en garantizar la seguridad ciudadana y la gestión de riesgos. Por su parte la política 9.3 busca impulsar la reducción de riesgos de desastres y la respuesta oportuna ante emergencias de origen natural o humano a todos los niveles territoriales. Asimismo, acorde a los lineamientos territoriales E1 y G3, se orienta a mejorar el conocimiento del riesgo de desastre en todo el territorio nacional con la colaboración de instituciones académicas y científicas para promover el desarrollo sostenible (Secretaría Nacional de Planificación de Ecuador, 2021)

En el trabajo de investigación, posee un valor social y económico, debido a que al abordar el tema de la amenaza de inundación mediante parámetros cualitativos que permitan determinar los niveles de vulnerabilidad; permite prevenir y mitigar pérdidas humanas, materiales, económicas y ambientales, así como situaciones de emergencia y desastres causados por la amenaza de inundaciones. La información obtenida a través de este análisis contribuirá a establecer un programa sustentable que aborde las etapas críticas durante la temporada lluviosa, promoviendo un mejor ordenamiento territorial y salvaguardando vidas humanas. En términos de factibilidad, este estudio se beneficia del aporte técnico de profesionales del GAD del cantón Caluma y del tutor de tesis de la Universidad Estatal de Bolívar, quienes colaboran para abordar la problemática en el área de estudio y ofrecer soluciones pertinentes.



## 1.5 Limitaciones

Para el desarrollo investigativo de este trabajo, se prevé tener las siguientes limitaciones:

- Escasa información relacionada con mapas topográficos, hidrológicos, geológicos y de vegetación, que permitan realizar una adecuada zonificación del riesgo de inundación de la zona de estudio.
- Incremento en costos por varios viajes al sector de estudio que implican tiempo.
- Carencia de fotografías aéreas que proporcionen una visión integral del área de estudio. La falta de este visual limita nuestra capacidad de realizar análisis exhaustivos y podría afectar la precisión y la integralidad de los resultados obtenidos.
- Información desactualizada y poco detallada de las evaluaciones de riesgo del área de estudio, incluyendo los desbordamientos, inundaciones y desastres en general que haya podido afectar al sector San Pablo de Pita.
- Disponer de datos limitados e insuficientes para realizar los análisis de vulnerabilidad de las edificaciones y elementos esenciales a inundación en la zona de influencia del río Pita.
- Falta de colaboración de los moradores de la zona de estudio, lo cual limite el acceso a ciertas zonas consideradas como propiedad privada.
- Requerimiento de elevados recursos económicos para la evaluación de la amenaza de inundaciones, lo que podría limitar la capacidad de precisión de las evaluaciones a realizar.

## **CAPITULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Antecedentes de la investigación**

#### **2.1.1 Antecedentes Internacionales**

En el estudio llevado a cabo por (Londoño Giraldo, 2021) bajo el título “Evaluación del riesgo urbano por inundaciones del río Supía” se aborda la evaluación del riesgo por inundaciones en un tramo específico del río Supía, ubicado en el municipio del mismo nombre, en el Noroccidente del departamento de Caldas. El objetivo central de esta investigación es presentar un enfoque probabilista para la evaluación del riesgo de inundaciones, que resulta esencial para el proceso de ordenamiento territorial. Este enfoque de evaluación se despliega en tres etapas distintas, la primera es la modelación probabilista de la amenaza, la segunda es la caracterización de la exposición en el área urbana y la asignación de funciones de vulnerabilidad a las edificaciones expuestas. Finalmente, en la tercera etapa se estima el daño y las pérdidas como resultado de la evaluación cuantitativa de riesgo. El resultado final de esta investigación se materializa en un mapa de riesgo a nivel local. Este mapa emplea la pérdida anual esperada como métrica principal, representando el promedio anual de todas las pérdidas potenciales en el futuro para cada estructura dentro del área de estudio. Los resultados obtenidos aportan información valiosa para la toma de decisiones en la planificación territorial y la gestión de riesgos, contribuyendo así a la promoción de la resiliencia y la reducción de los impactos adversos de las inundaciones en estas zonas.

En el estudio titulado “Evaluación de la vulnerabilidad físico-estructural ante el riesgo de inundación de las viviendas colindantes al aeropuerto Armando Revoredo Iglesias de Cajamarca, 2020” llevado a cabo por los autores (Domínguez Villacorta & Palma Jambo, 2020), se propuso analizar y determinar el nivel de vulnerabilidad físico-estructural de las viviendas colindantes al aeropuerto mencionado, considerando la amenaza de inundación. La metodología empleada en este estudio se adhirió a los

lineamientos propuestos por CENEPRED en 2014. La investigación se enmarcó en un enfoque cuantitativo de carácter aplicado, con un diseño no experimental. La población objeto de estudio estuvo compuesta por 102 viviendas localizadas en las proximidades del aeropuerto. Los resultados obtenidos a través del análisis indicaron que estas viviendas presentan susceptibilidad ante la amenaza de inundación, revelando un valor de 0,290 para la susceptibilidad y un nivel de peligrosidad de 0,19, ambos categorizados en un rango de Peligro Alto. En términos de vulnerabilidad, se obtuvo un valor de 0,227, mientras que el riesgo mostró un valor de 0,043, ubicándose ambos en la categoría de Riesgo Alto. La evaluación se llevó a cabo en un perímetro de 500 metros alrededor del aeropuerto, destacando que la mayoría de las viviendas examinadas no habían sido construidas bajo una adecuada asesoría técnica y, por lo tanto, no cumplían con las normativas vigentes. En última instancia, se concluyó que las viviendas colindantes al Aeropuerto Armando Revoredo Iglesias están expuestas y vulnerables al riesgo de inundación del río Mascón, lo cual podría acarrear daños sustanciales a sus estructuras. Esta evaluación resalta la necesidad de tomar medidas adecuadas para fortalecer la infraestructura y reducir la vulnerabilidad ante esta amenaza natural.

### **2.1.2 Antecedentes Nacionales**

La investigación llevada a cabo por (Bravo Matamoros, 2020) bajo el título “Evaluación de gestión y reducción del riesgo ante inundaciones, en contextos urbanos de la ciudad de Guayaquil, por parte del Municipio de Guayaquil durante el periodo 2009-2019”, se propuso proporcionar recomendaciones específicas para las acciones futuras que podría emprender el Municipio de Guayaquil en relación con la gestión y reducción del riesgo de inundaciones en contextos urbanos. El estudio abordó tres aspectos cruciales: 1) gestión de riesgos; 2) gobernanza, y 3) resiliencia. Cada uno de estos elementos fue analizado con base en factores e indicadores que permitieron examinar y relacionar las

acciones locales propuestas por el municipio. La metodología utilizada involucró varios enfoques. Se analizó el marco normativo vigente y su conexión con los instrumentos internacionales de planificación. Para obtener información primaria, se realizaron encuestas en profundidad a actores clave del sector público (autoridades y consultores) y de la academia (investigadores) que estuvieron vinculados al GAD Municipal de Guayaquil debido a su participación en el manejo de desastres y cambio climático. Además, se recurrió a la revisión bibliográfica y al análisis de contenido de información disponible en línea como fuente secundaria. Los resultados del estudio resaltaron acciones e intervenciones que comenzaron a partir de 2012 con la creación de la Dirección de Gestión de Riesgos y Cooperación del Municipio de Guayaquil, así como la adopción obligatoria de la "Estrategia Nacional de Cambio Climático" del Ministerio del Ambiente. Estas acciones llevaron a la realización de diversos estudios, informes técnicos, proyectos y planes en colaboración con expertos internacionales, gracias a acuerdos de cooperación y financiamiento. El estudio también puso de manifiesto la necesidad de fortalecer las capacidades locales en términos técnicos, tecnológicos y financieros para abordar de manera eficaz y eficiente la gestión y reducción del riesgo, con un enfoque en la adaptación y la resiliencia al cambio climático. En última instancia, se concluyó que la colaboración multidisciplinaria entre diversos actores de la sociedad, incluyendo la sociedad civil, academia, sector público y privado, y organizaciones no gubernamentales, es esencial para lograr una gestión y reducción del riesgo eficaz y sostenible.

### **2.1.3 Antecedentes Locales**

En el estudio realizado por (Puentestar Quishpi & Ocampo Barragan, 2023) con el tema “Análisis de zonas susceptibles ante la amenaza de inundaciones, empleando SIG en el recinto Charquiyacu, cantón Caluma, período noviembre 2022-febrero 2023”, se buscó analizar las áreas vulnerables ante la amenaza de inundaciones utilizando Sistemas de

Información Geográfica en el recinto Charquiyacu, en el cantón Caluma. Se implementó la metodología propuesta por la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR), que considera tanto factores naturales como antrópicos. Esta metodología se aplicó mediante el uso del Software ArcGIS 10.8, utilizando shapes específicos para cada uno de los factores de susceptibilidad. Los resultados obtenidos del análisis de susceptibilidad a inundaciones en el recinto Charquiyacu revelaron que existe un nivel de vulnerabilidad muy alto y alto frente a la amenaza de inundaciones. Se identificaron varias áreas críticas, incluyendo las edificaciones del área de estudio, como viviendas y estructuras esenciales como el centro de salud, la iglesia y el puente. Estas presentaron niveles de vulnerabilidad muy altos. La Unidad Educativa Dr. Alfredo Noboa Montenegro mostró un nivel de vulnerabilidad alto, y el sistema vial también demostró ser altamente vulnerable. En consecuencia, se proponen estrategias para la reducción de zonas propensas a inundaciones. Estas incluyen el dragado del río Charquiyacu, el fortalecimiento de los muros de contención, la construcción de muros de gaviones y la implementación de un ordenamiento territorial más efectivo. Además, se sugiere llevar a cabo capacitaciones y la elaboración de mapas de amenazas para aumentar la conciencia y la preparación de la comunidad.

## **2.2 Bases teóricas**

### ***2.2.1 Marco conceptual***

#### **2.2.1.1 Vulnerabilidad física de infraestructura (vivienda)**

Las metodologías empleadas para evaluar la vulnerabilidad de las viviendas varían según el tipo de estructura y la amenaza considerada, así como el nivel de precisión deseado, la disponibilidad de información y el objetivo del estudio en cuestión (SNGR, PNUD, 2012).

**Concepto de vulnerabilidad:** Por el contrario, la vulnerabilidad se refiere a la naturaleza de las instituciones y estructuras económicas y sociales y los efectos que tienen sobre las personas, las familias y las comunidades en diversas esferas de la vida social (UNISDR, 2009).

**Infraestructuras generales:** Se define una infraestructura de carácter general como aquella realización humana diseñada y dirigida por profesionales que sirven de soporte para el desarrollo de otras actividades y su funcionamiento (UNISDR, 2009).

La importancia del análisis son los efectos que producen en la infraestructura (casas) y elementos esenciales debido a las amenazas de inundación para causar daños a la comunicación, conectividad, educación, salud, autoridades de reacción, sector comercial, instituciones públicas, instituciones públicas, medida, medida, medida, medida, Los centros de concentración y en importantes redes de servicios como agua, aguas residuales, electricidad y movilidad (SNGR, PNUD, 2012).

#### **2.2.1.2 Variables e indicadores de la vulnerabilidad física de infraestructura (viviendas)**

**Sistema estructural:** Consiste en elementos individuales que se combinan para formar una estructura. La resistencia estructural es la variable fundamental a considerar, ya que proporciona la información básica necesaria para iniciar el análisis (SNGR, PNUD, 2012).

**Tipo de material en paredes:** Se evalúa si las paredes están construidas con materiales resistentes o si se utilizan materiales menos susceptibles (SNGR, PNUD, 2012).

**Tipo de cubierta:** Se considera si la cubierta de la estructura proporciona tanto el sistema estructural como una protección adecuada contra eventos externos no deseados (SNGR, PNUD, 2012).

**Entrepisos:** Los entrepisos limitan el sistema estructural y resistente adicional (SNGR, PNUD, 2012).

**Número de pisos:** Las estructuras altas suelen ser más vulnerables que las estructuras de una sola planta, ya que requieren mayores esfuerzos y cuidados para mantener un buen comportamiento estructural (SNGR, PNUD, 2012).

**Año de construcción:** Se evalúa si la construcción cumple con los códigos de construcción adecuados para determinar su resistencia (SNGR, PNUD, 2012).

**Estado de conservación:** El grado de conservación influye en las características mecánicas del material y en la disminución de su resistencia ante la amenaza (SNGR, PNUD, 2012).

**Características del suelo:** El tipo de suelo en el que se encuentra la construcción puede facilitar o aumentar la vulnerabilidad frente a la amenaza. Un suelo firme y seco ofrece menos vulnerabilidad que uno húmedo (SNGR, PNUD, 2012).

**Topografía del sitio:** La configuración del terreno en el que se encuentra la edificación puede generar vulnerabilidades. Un terreno escarpado aumenta la vulnerabilidad de la estructura, mientras que un terreno plano o a nivel disminuye la vulnerabilidad (SNGR, PNUD, 2012).

**Forma de construcción:** La forma regular presenta menos vulnerabilidad que la forma irregular (SNGR, PNUD, 2012).

### **2.2.1.3 Vulnerabilidad física de los elementos esenciales**

La fragilidad física de los elementos esenciales se refiere a la vulnerabilidad de la infraestructura y los servicios básicos que sustentan el desarrollo territorial, promueven el crecimiento humano y económico, y engloban instalaciones como espacios competitivos, suministro de agua potable, redes de alcantarillado y sistemas viales. Estos elementos son

fundamentales para garantizar el funcionamiento regular, la atención médica de emergencia y la recuperación y rehabilitación en situaciones de desarrollo y desastres naturales. Además, se encargan de proporcionar servicios peligrosos y atención médica en casos de emergencia (SNGR, PNUD, 2012).

La exposición a estos elementos cruciales no solo se relaciona con la construcción social del riesgo, sino también con la vulnerabilidad de la misma infraestructura, que puede verse afectada por distintas amenazas. Diversos estudios han examinado la exposición a estas amenazas y los posibles impactos resultantes. En base a este criterio, se han llevado a cabo varios análisis que evalúan diferentes escenarios de amenazas y los efectos que podrían tener en el suministro de agua potable, el sistema de alcantarillado y las redes viales (SNGR, PNUD, 2012).

#### **2.2.1.4 Indicadores de vulnerabilidad física de los elementos esenciales**

Se presentan a continuación las variables e indicadores que deben ser considerados en relación a la vulnerabilidad física de los elementos esenciales:

**Estado actual:** Este indicador permite evaluar el funcionamiento real de los sistemas, lo cual puede influir en los niveles de vulnerabilidad. Si un sistema no funciona correctamente en condiciones normales, es aún más probable que falle en situaciones de emergencia (SNGR, PNUD, 2012).

**Mantenimiento:** El mantenimiento de las estructuras es crucial para garantizar su buen funcionamiento y detectar posibles fallas en el sistema. El mantenimiento preventivo, que se lleva a cabo como parte de la gestión de riesgos y la prevención, implica tomar medidas correctivas antes de que se produzcan disfunciones en la red (SNGR, PNUD, 2012).

**Antigüedad:** Se refiere a las condiciones intrínsecas de las redes, las cuales pueden



verse afectadas por el material de construcción y su tiempo de uso. Por lo general, las redes más antiguas, que han superado su vida útil diseñada, son menos resistentes y, por lo tanto, más vulnerables (SNGR, PNUD, 2012).

**Parámetros o estándares de diseño:** Contar con normativas y estándares de diseño específicos garantiza la construcción de infraestructuras seguras, duraderas, con un funcionamiento adecuado y sostenible a largo plazo, maximizando así los beneficios de la inversión realizada (SNGR, PNUD, 2012).

**Tipo de material de construcción:** Permite identificar las vulnerabilidades inherentes asociadas a los materiales utilizados en la construcción. Algunos materiales son más o menos vulnerables frente a diferentes amenazas, lo que significa que su comportamiento varía y pueden ser más o menos propensos a sufrir daños o incluso colapsar (SNGR, PNUD, 2012).

Para el caso específico de la red de alcantarillado, se agrega la siguiente variable:

**Funcionamiento hidráulico:** En el caso de las redes de alcantarillado, el caudal de diseño se calcula teniendo en cuenta el 80% de la capacidad de la estructura, mientras que el 20% restante corresponde a un canal abierto que permite el flujo de aire y un funcionamiento adecuado. Si la red funciona bajo presión en lugar de utilizar este canal abierto, pueden surgir nuevos riesgos, como infiltraciones, sedimentación y, en casos extremos, hundimientos del terreno (SNGR, PNUD, 2012).

#### **2.2.1.5 Amenaza de inundación**

Se considera una amenaza de inundación cuando las aguas invaden áreas cercanas a las orillas de los ríos, y es un evento natural recurrente que ocurre en zonas bajas debido a lluvias intensas o continuas que superan la capacidad de retención del suelo o de drenaje de los cauces y afluentes. Las inundaciones pueden clasificarse en diferentes tipos:

costeras, fluviales, lacustres y pluviales, dependiendo de si ocurren en áreas costeras, cerca de los márgenes de ríos y lagos, o en terrenos con topografía plana debido a lluvias excesivas y la falta de un sistema de drenaje adecuado (INAMHI, 2009).

#### **2.2.1.6 Tipos de inundaciones**

**Inundaciones lentas o progresivas:** Ocurren en zonas planas cerca de los ríos cuando las precipitaciones persisten durante un largo período de tiempo. (Cruz & Karime, 2012)

**Inundaciones torrenciales o súbitas:** Se producen durante tormentas intensas en cuencas con pendientes pronunciadas y poca cobertura vegetal. (Cruz & Karime, 2012)

**Inundaciones por afloramiento de aguas subterráneas:** Ocurren de forma lenta y prolongada como resultado de precipitaciones fuertes y continuas, cuando las aguas subterráneas alcanzan la superficie. (Cruz & Karime, 2012)

**Inundaciones urbanas:** Son causadas por deficiencias en los sistemas de drenaje en áreas urbanas con topografía plana o cóncava, así como por el desbordamiento de ríos y arroyos que atraviesan o bordean las zonas pobladas. (Cruz & Karime, 2012)

**Inundaciones fluviales:** Se producen cuando las áreas del lecho del río han sido ocupadas por asentamientos humanos sin restricciones claras en los planes de desarrollo, lo que resulta en la invasión del espacio del río o en la construcción de infraestructuras de protección que no brindan una verdadera seguridad contra las inundaciones.

**Inundaciones pluviales:** Estas inundaciones se deben al colapso del sistema de drenaje, principalmente debido a la urbanización y la impermeabilización de superficies (techos, calles, pisos, etc.) que no se han tenido en cuenta en los planes de desarrollo urbano y en la infraestructura de drenaje y saneamiento. (Cruz & Karime, 2012)

### **2.2.1.7 Causas de la inundación**

**Actividades humanas:** La construcción de viviendas cerca de ríos y barrancos, así como la deforestación que destruye la cobertura vegetal del suelo, son acciones que contribuyen a aumentar el riesgo de inundaciones. Cuando llueve, el agua arrastra la tierra hacia las áreas más bajas, obstruyendo el drenaje y provocando el desbordamiento de los ríos, lo que favorece la ocurrencia de inundaciones (CENAPRED, 2001).

**Exceso de precipitación:** Durante los meses de mayo a noviembre, se registra la temporada de ciclones tropicales, lo que provoca lluvias intensas que pueden afectar amplias áreas. Estas precipitaciones son generadas principalmente por masas de aire frío, conocidas como frentes fríos, y pueden resultar en inundaciones de gran magnitud (CENAPRED, 2001).

**Falla de obras hidráulicas:** Cuando ocurre el colapso de una presa o dique, el agua almacenada se libera de manera repentina, lo cual puede causar graves daños a las poblaciones ubicadas en zonas bajas o aguas abajo. Estas fallas en las estructuras hidráulicas representan un factor importante que contribuye a la aparición de inundaciones y sus consecuencias negativas (CENAPRED, 2001).

### **2.2.1.8 Efectos de la inundación**

La energía generada por las inundaciones tiene la capacidad de transformar el paisaje y desempeña un papel esencial en los ciclos vitales de los ecosistemas fluviales, lo cual promueve la productividad de las llanuras de inundación. Sin embargo, también puede ocasionar daños significativos en la infraestructura, los bienes y las personas (CENAPRED, 2001).

**En el paisaje:** Las inundaciones tienen un alto potencial de modificar tanto el curso de los ríos como las áreas propensas a inundaciones (CENAPRED, 2001).

**En los ecosistemas:** Tienen efectos en el crecimiento y la mortalidad de muchas especies que se encuentran en las riberas de los ríos. Además, incrementan la fertilidad del suelo, limpian los cauces de los ríos y renuevan aguas estancadas y acuíferos (CENAPRED, 2001).

**En la infraestructura:** Aumentan el riesgo de sufrir daños parciales o totales en carreteras, sistemas de telecomunicaciones, viviendas, industrias, cultivos, puentes, defensas, presas, redes de agua potable, tuberías, embalses, canales, acequias, entre otros (CENAPRED, 2001).

**En las personas:** Provocan la paralización de actividades productivas, lo que se traduce en pérdidas económicas directas e indirectas tanto en el sector privado como en el público. Además, surge la calidad de vida, el desarrollo económico y el bienestar de las personas. También pueden generar conflictos relacionados con la propiedad, desencadenar migraciones y desplazamientos, tener efectos en la salud pública, propagar epidemias y causar pérdidas de vidas humanas (CENAPRED, 2001).

#### **2.2.1.9 Identificación de áreas susceptibles de inundaciones**

La identificación de una zona de inundación en el campo puede realizarse mediante la observación de diversos índices geológicos, hidrogeológicos, geomorfológicos, litológicos, edafológicos y otros. Estos incluyen la humedad del suelo, áreas con aguas estancadas, socavación del terreno, terrazas de aluviones, sedimentos, zonas con vegetación baja o dañada, y líneas de escombros. Además, se pueden utilizar comparaciones de imágenes de satélite o fotografías aéreas para detectar cambios en periodos de tiempo específicos.

#### **Existen varios criterios para identificar zonas de inundación:**

**Geomorfológicos:** Se refiere a áreas planas ubicadas a lo largo de los ríos, con

presencia de zonas de erosión y terrazas.

**Geológicos:** Estas zonas están compuestas por depósitos no consolidados de sedimentos transportados por el río, como lodo, arena, limo y gravas, que son fácilmente erosionables durante las inundaciones.

**Hidrológicos:** Se caracterizan por el lecho menor y mayor de los ríos, donde el terreno está sujeto a inundaciones periódicas. En ríos más pequeños, la llanura de inundación se encuentra solo dentro de la curva del meandro. También se pueden encontrar lagos en forma de semiluna (meandros abandonados), diques naturales formados por sedimentos gruesos depositados durante las inundaciones, áreas pantanosas o suelos que retienen altos niveles de humedad.

**Vegetación:** Se pueden observar diferencias en la vegetación, así como señales de perturbación en la vegetación debido a inundaciones anteriores.

#### **2.2.1.10 Cuenca Hidrográfica**

Una cuenca hidrográfica se refiere a un área de territorio delimitada por la línea divisoria de las aguas, donde se encuentra un sistema hídrico que conduce sus aguas hacia un río principal, un lago o el mar. Es un espacio tridimensional que abarca las interacciones entre la cubierta terrestre, las capas subterráneas del suelo y el entorno alrededor de la línea divisoria de las aguas (Paucar, 2016).

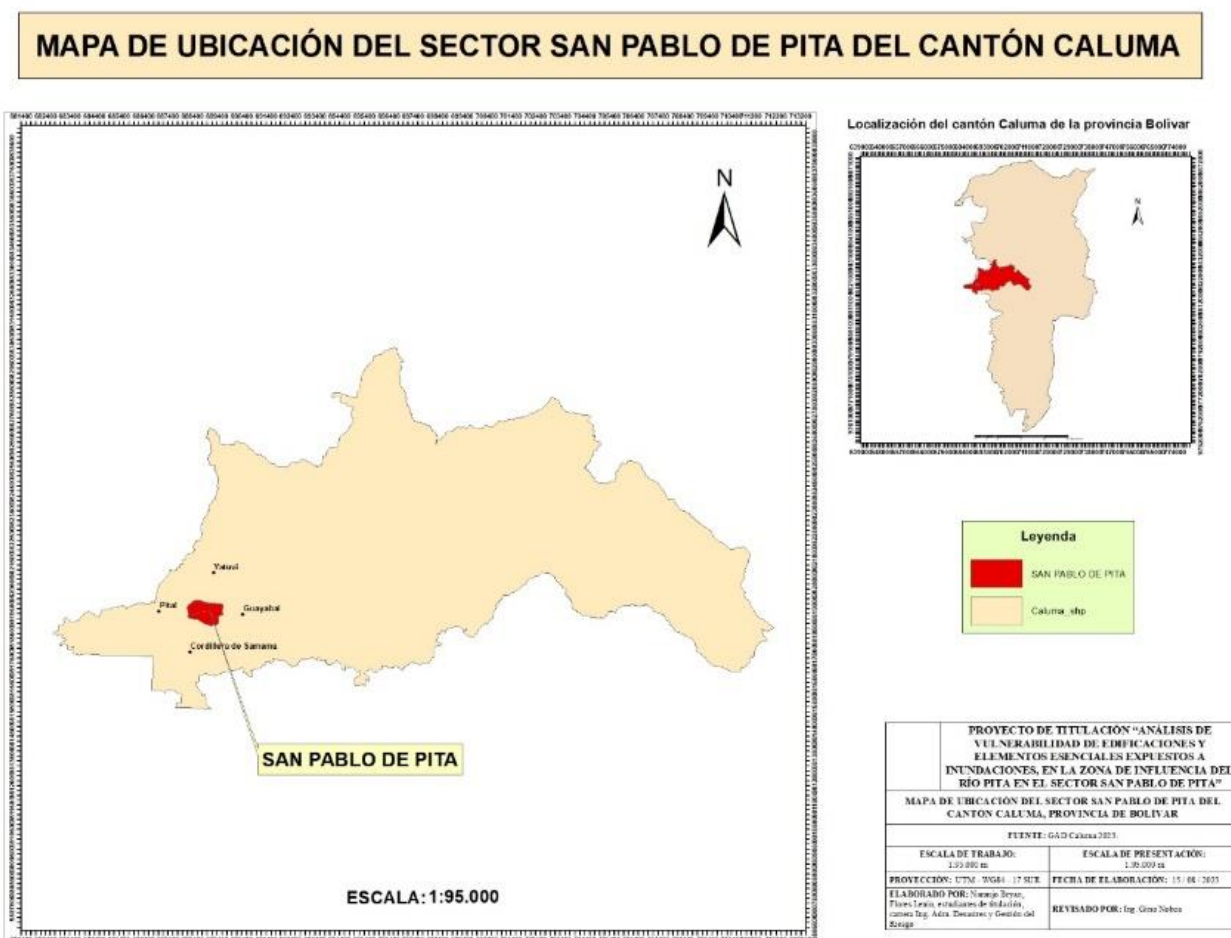
Dentro de la cuenca hidrográfica se encuentran los recursos naturales, la infraestructura y los elementos esenciales creados por las personas, donde se desarrollan actividades económicas y sociales que generan diversos efectos tanto favorables como desfavorables para el bienestar humano y los fenómenos naturales que ocurren en la cuenca. Se considera que no existe ningún punto en la Tierra que no pertenezca a una cuenca hidrográfica (Paucar, 2016).

## 2.2.2 Marco referencial

### 2.2.2.1 Delimitación del área de estudio

De acuerdo a lo establecido, el sector de San Pablo de Pita se encuentra ubicado al suroeste del cantón Caluma. Su delimitación geográfica está claramente definida: al norte limita con el sector Yatuvi, al sur con el sector Cordillera de Samama, al este con el sector Guayabal y al oeste con el sector Pital, tal como se visualiza en la Ilustración 1.

Ilustración 1. Mapa de ubicación.



El sector San Pablo de Pita se encuentra delimitado por:

**Norte:** El sector Yatuvi.

**Sur:** El sector Cordillera de Samama.

**Este:** El sector Guayabal.

**Oeste:** El sector Pital.

### **2.2.2.1.1 Relieve**

Se caracteriza por tener un relieve irregular con pendientes de hasta el 20%. En las zonas altas encontramos montañas representativas como el cerro San Pablo y la reserva ecológica de Samama, que son atractivos turísticos de carácter ecológico (GAD Municipal de Caluma, 2019).

### **2.2.2.1.2 Clima**

El sector San Pablo de Pita se encuentra a una altitud de 210 metros sobre el nivel del mar (msnm), mientras que la zona más alta se sitúa a 1930 msnm. Este cambio abrupto en las altitudes se debe a que parte del territorio de Caluma limita con la parte occidental de la Cordillera de los Andes, mientras que el resto se encuentra en las zonas más elevadas de la cordillera. Esta configuración geográfica provoca una variación en las temperaturas. Debido a las características mencionadas, el Cantón Caluma está situado en la franja subtropical de las estribaciones externas de la Cordillera de los Andes. Como resultado, experimenta un clima subtropical y templado (GAD Municipal de Caluma, 2019).

### **2.2.2.1.3 Ecosistema frágiles y prioridades de conservación**

La vegetación del San Pablo de Pita se caracteriza por su exuberante vegetación arbórea, con densas y frondosas epífitas, helechos arbóreos y especies maderables como guayacán, caoba, copal, motilón aguacatillo, colorado, roble, cedro, laurel, cedrillo, entre otros. Estas especies, lamentablemente, a menudo son extraídas debido a su valor comercial, lo que afecta la diversidad biológica del área. También se encuentran árboles frutales como guabos, mamey y cítricos, así como café, cacao, banano, naranjilla, romerillo, pambil y flores exóticas. En las quebradas y vertientes de agua se encuentran plantas como guante, guarumo, balsa, palmas y caña guadua. También se observaron

diversas plantas epífitas que han logrado adaptarse a la humedad de estos entornos (GAD Municipal de Caluma, 2019).

#### **2.2.2.1.4 Recursos hídricos**

El río Pita, por su parte, es un tributario del Babahoyo, nacido de las vertientes que emergen en las estribaciones de la Cordillera Occidental de las altas cumbres andinas. Este río se nutre de los cursos de agua que se forman en las quebradas de la zona. Además, en la región también se encuentra el Telimbela, afluente del Cristal, que desemboca en el río Babahoyo. Según la información proporcionada por la Secretaría Nacional del Agua, SENAGUA, se constatan las siguientes condiciones: La dotación de recursos hídricos para el cantón Caluma se fundamenta principalmente en las fuentes acuíferas presentes en la microcuenca, entre ellas:

- Río San Pablo
- Río Pita
- Río Caluma
- Estero del Pescado
- Río Tablas
- Río Guam babi

Estas fuentes exhiben propiedades hídricas favorables tanto para el consumo humano como para actividades productivas, industriales y generación eléctrica. Dado que se localizan en áreas con baja densidad poblacional, la disponibilidad de este recurso aún es alta. Aunque la porción superior de la microcuenca que cae bajo la jurisdicción del cantón Caluma ha sufrido procesos de degradación, que en términos técnicos son controlables, la dotación de recursos hídricos se mantiene constante (GAD Municipal de Caluma, 2019).



#### **2.2.2.1.5 Demografía**

Conforme a los registros del más reciente Censo de Población y Vivienda 2022, se estima que la población del Cantón Caluma asciende a 15.607 residentes, equivaliendo al 7,84% del total poblacional de la provincia de Bolívar, se estima que la población de San Pablo de Pita ascienda a un aproximado de 1400 habitantes.

La distribución demográfica en el cantón refleja un patrón de concentración caracterizado por su epicentro en la cabecera cantonal, Caluma, así como en los tres núcleos poblacionales más grandes de cada una de las distintas zonas geográficas: alta, media y baja. Destacando la localización de San Pablo de Pita en la zona Baja de Caluma, este patrón evidencia una disposición demográfica nuclear en el territorio (GAD Municipal de Caluma, 2019).

#### **2.2.2.1.6 Infraestructura de apoyo a la producción existente en el territorio**

En lo que respecta a la infraestructura ya en funcionamiento que respalda la producción, se ha recopilado una lista de esta infraestructura. Esta se utiliza para la transformación fundamental y la venta de productos, así como para el transporte de los productos fabricados. Estos elementos incluyen vías de transporte y carreteras que atraviesan áreas de posible peligro (GAD Municipal de Caluma, 2019).

#### **2.2.2.1.7 Tendencia de viviendas**

La adecuada vivienda es reconocida como uno de los derechos humanos esenciales. En el contexto de Sector de San Pablo de Pita se han identificado nueve (9) categorías de viviendas diferentes. Existen un total de 250 viviendas en la zona, distribuidas de la siguiente manera: Residencias/Casas (90%), con 1,044 casos; Departamentos dentro de viviendas en 17 ocasiones (1%); 23 unidades de vivienda de emergencia (2%); 59 son

chozas rústicas (5%); 7 están ubicadas en estructuras de refugio temporal (1% del total); 6 viviendas son de estilo choza, representando el 1% del conjunto; Por último, hay 3 casos que corresponden a otros tipos de vivienda específicos (GAD Municipal de Caluma, 2019).

### 2.2.2.1.8 Servicios Básicos

#### Abastecimiento de agua potable

El sistema de abastecimiento de agua en el cantón Caluma se compone de tres elementos principales: la Dirección de Agua y Alcantarillado del GAD Municipal, las Juntas de Agua y las comunidades que cuentan con sistemas de abastecimiento propios (GAD Municipal de Caluma, 2019). Como se detalla en la tabla 1, la cual presenta la interrelación entre estas tres instancias.

Tabla 1. Sistema de agua potable de Pita

Institución	Abonos	Participación (%)
<b>Dirección de agua potable y alcantarillado Caluma</b>	1972	57,97%
<b>Juntas</b>	753	22,13%
<b>Charquiyacu</b>	87	
<b>Pasagua</b>	100	
<b>Esteros Pescado</b>	111	
<b>Yatuví</b>	112	
<b>El triunfo</b>	66	
<b>Piedra redonda</b>	25	
<b>Samama Central</b>	872	
<b>Samama Oriental</b>	61	
<b>Pita</b>	80	
<b>Lomas de Pita</b>	82	
<b>Guayabal</b>	48	
<b>El Valle</b>	200	
<b>Comunidades con pequeños sistemas de agua</b>	677	19,90%
<b>Total</b>	3402	100%

**Nota.** Se presenta los lugares y juntas de agua potables de caluma, Fuente: (GAD

Municipal de Caluma, 2019).

En Caluma, el suministro de agua se lleva a cabo mediante la captación de recursos de tres fuentes: los esteros El Pescado y Charquiyacu en la zona de Caluma Nuevo, y el estero El Cumbe en Caluma Viejo. Sin embargo, es relevante mencionar que la infraestructura del estero El Pescado no está operativa debido a problemas en sus válvulas. En términos de operación, existe una planta de tratamiento de agua operativa en Bellavista, Caluma Viejo, y otra en Charquiyacu presenta dificultades debido a fallas mecánicas en las válvulas. La información proporcionada por la Dirección de Agua Potable y Alcantarillado del GAD Municipal de Caluma destaca que el agua en el estero El Pescado es más limpia y de mayor caudal en comparación con las otras fuentes. Sin embargo, los problemas en las válvulas de compuertas y otros elementos afectan el funcionamiento del tratamiento del agua, especialmente durante la temporada de lluvias, cuando la sedimentación excesiva y la presencia de impurezas impactan la calidad del agua (GAD Municipal de Caluma, 2019).

La cobertura de la red de agua en la ciudad de Caluma abarca el 93%, mientras que en las áreas rurales del cantón se sitúa en un 31%. La mayoría de esta cobertura, aproximadamente un 80%, es gestionada por el GAD Municipal a través de dos líneas principales de distribución hacia Caluma Nuevo y Caluma Viejo. No obstante, las pérdidas debido a la falta de medición de consumos alcanzan un 25%. Es importante señalar que en los talleres territoriales se ha informado que el agua que llega a los hogares suele presentar turbidez (GAD Municipal de Caluma, 2019). La cobertura de agua se desglosa de manera específica en la tabla 2.

Tabla 2. Cobertura del sistema de agua potable del cantón Caluma

Sector	Procedencia principal del agua			Conexión del agua	
	% Red Pública	% Rio	% Otros	% Por tubería	% No tubería
<b>Caluma urbana</b>	93	5	2	97	3
<b>Caluma rural</b>	31	61	8	82	18

**Nota.** Área de cobertura de agua potable en las zonas urbana y rural del cantón Caluma, tomado de (GAD Municipal de Caluma, 2019)

Cabe resaltar que no se presentan problemas de disponibilidad de agua para consumo humano en Caluma. Sin embargo, las dificultades surgen en la etapa de distribución, motivadas por deficiencias en la operación, la ausencia de medición individualizada y la carencia de protocolos de control de calidad (GAD Municipal de Caluma, 2019).

#### **Alcantarillado sanitario y pluvial**

En el cantón Caluma, se observa una cobertura moderada del sistema de alcantarillado sanitario en la zona urbana, mientras que en las áreas rurales la cobertura es considerablemente más baja. Uno de los desafíos radica en que el sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad descarga directamente en el río Pita, ocasionando contaminación debido a la falta de una planta de tratamiento (GAD Municipal de Caluma, 2019).

Según la información obtenida de la Dirección de Agua y Alcantarillado del GAD Municipal, las redes de recolección de aguas servidas también presentan problemas de funcionamiento debido a su mal estado. En las zonas rurales del cantón, donde existe un sistema de alcantarillado, se enfrentan a dificultades similares, con sistemas obsoletos y colapsados, con la excepción de Yatuví, donde el sistema está operativo, pero también descarga en el río. Las demás comunidades de menor población recurren a pozos sépticos, sistemas ciegos o simplemente vierten sus aguas en ríos o suelos, generando diversas consecuencias adversas (GAD Municipal de Caluma, 2019).

En relación al alcantarillado pluvial, en el área urbana de Caluma no se dispone de un sistema de evacuación de aguas pluviales planificado. El drenaje de las aguas de lluvia ocurre de forma natural a través del escurrimiento superficial. El principal desafío que enfrenta el cantón Caluma es garantizar que todos sus habitantes tengan acceso a sistemas sanitarios que aseguren su bienestar. Sin embargo, la construcción de estos sistemas implica costos significativos. Por esta razón, el GAD Municipal de Caluma ha realizado estudios definitivos y de viabilidad para el Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Pluvial, que fueron completados en 2010. Actualmente, se está complementando con un estudio de Impacto Ambiental correspondiente, con el objetivo de acceder a instituciones financieras que faciliten la implementación de estas infraestructuras (GAD Municipal de Caluma, 2019), la cobertura del sistema de alcantarillado del cantón Caluma se detalla en la siguiente tabla 3:

Tabla 3. Cobertura del sistema de alcantarillado sanitario

<b>Parroquias</b>	<b>% Cobertura servicio alcantarillado</b>	<b>% pozos sépticos o ciegos</b>	<b>% letrinas</b>	<b>Descarga directa río o quebrada</b>	<b>No tienen ningún tipo de sistema de evacuación</b>
<b>Caluma urbana</b>	72	21	0	5	2
<b>Caluma rural</b>	14	56	2	8	19

**Nota.** Tabla resumen del porcentaje del sistema de alcantarillado de Caluma, (GAD Municipal de Caluma, 2019).

### **2.2.2.1.9 Exposición**

La exposición se caracteriza por la ubicación de la población, infraestructuras y elementos esenciales en áreas propensas a la amenaza, lo que los hace susceptibles a sufrir daños. Además, el nivel de exposición a una amenaza específica puede variar dependiendo de la ubicación del elemento afectado. Por ejemplo, una vivienda situada en una pendiente

baja puede estar altamente expuesta a inundaciones, pero tener una exposición baja a deslizamientos. Es por esta razón que la evaluación de la exposición se llevará a cabo considerando la amenaza de inundaciones (Paucar, 2016).

Para llevar a cabo la evaluación del riesgo en el área de estudio, es esencial establecer la relación entre la vulnerabilidad de los elementos y su exposición a las amenazas. Por ejemplo, una vivienda, debido a factores como su estructura de hormigón armado, su condición de construcción reciente, su forma regular y su buen estado de conservación, podría mostrar un nivel de vulnerabilidad bajo. No obstante, si esta misma vivienda está ubicada en una pendiente baja que presenta una alta amenaza de inundación, su nivel de exposición será elevado. En consecuencia, el nivel de riesgo asociado a la vivienda variará en función de la interrelación entre la amenaza, la vulnerabilidad y la exposición (Paucar, 2016).

### **2.2.3 Marco legal**

La Constitución de la República del Ecuador establece en los artículos 389 y 390 que el Estado tiene la responsabilidad de proteger a las personas, las comunidades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres. Esto implica la mitigación de desastres y la recuperación, así como la mejora de las condiciones sociales, económicas y ambientales. Además, se establece el principio de descentralización subsidiaria en la gestión de riesgos, lo que implica que las instituciones tienen la responsabilidad directa dentro de su ámbito geográfico. En caso de que sus capacidades sean insuficientes, las instancias de mayor ámbito territorial y capacidad técnica brindarán apoyo sin eximirlos de su responsabilidad.

La Ley de Seguridad Pública y del Estado, junto con su Reglamento aprobado en 2009, establece en su artículo 11, literal d, que la prevención y las medidas para

contrarrestar, reducir y reducir los riesgos de origen natural y humano, así como la reducción de la vulnerabilidad, son responsabilidad del Estado a través de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos.

El Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) promueve en su Artículo 140 la gestión de riesgos, que incluye acciones de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia, para hacer frente a todas las amenazas de origen natural o humano. Los gobiernos autónomos descentralizados municipales deben adoptar normas técnicas para la prevención y gestión de riesgos sísmicos con el objetivo de proteger a las personas, comunidades y la naturaleza.

El Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas (COPLAFIP) establece en su artículo 64 la incorporación de enfoques ambientales y de gestión de riesgos en el diseño e implementación de programas y proyectos de inversión pública. Se promueve la incorporación de acciones favorables al ecosistema, mitigación, adaptación al cambio climático y gestión de vulnerabilidades y riesgos naturales y humanos.

La Secretaría Nacional de Gestión de Riesgo elaboró en 2012 el Manual de Comité de Gestión de Riesgos, que establece la necesidad de mantener dos mecanismos permanentes: el Plenario y las Mesas de Trabajo en los Comités de Gestión de Riesgos a nivel cantonal, regional y nacional.

### **2.3 Definición de términos**

**Amenaza:** Probabilidad de que ocurra un evento o resultado no deseado, y esta probabilidad está vinculada tanto al momento como al lugar en el que se manifiesta (Romero, 2020).

**Avenida Máxima:** Incremento en el nivel de una corriente de agua que puede llevar al desbordamiento de su cauce (Villamizar, Rivera, & Delgado, 2019).

**Cauce:** Se refiere a una trayectoria claramente delimitada por la cual fluye el agua de manera regular o continua. Este curso de agua puede ser conceptualizado como la "faja de terreno" que las aguas de una corriente ocupan cuando alcanzan sus niveles máximos debido a crecidas comunes. Asimismo, puede considerarse como el lecho formado por los depósitos naturales de agua en el suelo, hasta donde llegan los niveles normales debido a lluvias o al deshielo (Lozano Melgarejo, 2021).

**Capa vegetal:** Combinación de diferentes materiales, como arcilla, limo, materia orgánica y, en ocasiones, grava y arena. Suele tener una coloración gris oscuro o negra, y su dureza varía (JATUN SACH'A", 1999).

**Cartografía:** Ciencia que se ocupa de recopilar y analizar medidas y datos de regiones del planeta para representarlos gráficamente en diferentes dimensiones lineales y distintas escalas. Incluye información sobre topografía, geodesia, fotogrametría y teledetección (Sarría, 2006).

**Corriente Superficial:** Tipo de corriente acuífera que puede ser perenne, es decir, su escurrimiento es constante durante todo el año, sin interrupciones (Secretaría de Gobernación, 2005).

**Cuenca:** Depresión que permite la acumulación de sedimentos y hacia donde fluyen las gotas de lluvia que caen en las colinas o montañas, drenándose hacia un punto de salida común (IGAC, 2018).

**Clima:** Condiciones meteorológicas de un lugar específico, determinadas por diversos factores físicos y geográficos. El clima se describe estadísticamente a partir del estado del tiempo a lo largo de un período de tiempo suficientemente amplio. La climatología y la meteorología estudian el clima y los fenómenos atmosféricos (IGAC, 2018).

**Depósito aluvial:** Estrato formado por arena media a gruesa y grava de tamaño



medio a grueso y de forma redondeada (IGAC, 2018).

**Drenajes:** Proceso natural o antrópico de descarga de agua de un terreno a través de canales o sistemas de drenaje (IGAC, 2018).

**Erosión:** Proceso de desgaste y modificación de la superficie terrestre, generalmente causado por la acción de corrientes de agua o viento. La erosión puede alterar el relieve y la estructura de la corteza terrestre y está influenciada por las características físicas de las rocas (IGAC, 2018).

**Escorrentía:** Precipitación que no se infiltra ni se evapora y fluye por las cuencas aluviales hasta desembocar en ríos u otros cuerpos de agua más grandes (IGAC, 2018).

**Estación Lluviosa:** Período en el cual se presentan las lluvias en una zona determinada. En la Provincia de Bolívar, generalmente abarca los meses de febrero a junio, aunque puede haber variaciones en cuanto a la duración y al inicio o fin de la temporada (IGAC, 2018).

**Evaluación del riesgo:** Proceso metodológico destinado a determinar tanto la naturaleza como el grado de riesgo existente. Este proceso se basa en el análisis de posibles amenazas y la evaluación de las condiciones de vulnerabilidad presentes. La combinación de estos elementos permite identificar las situaciones en las cuales existe la posibilidad de daño potencial tanto para la población como para la propiedad, los servicios esenciales y los medios de subsistencia expuestos (Valdés Rojas, 2019).

**Evento:** Descripción de un fenómeno natural, tecnológico o causado por el ser humano, que se caracteriza por sus atributos, dimensiones, ubicación geográfica y área de influencia. Es el registro en el tiempo y espacio de un fenómeno que representa una amenaza (IGAC, 2018).

**Hidrografía:** Ciencia que estudia las características físicas, químicas, biológicas, estáticas y dinámicas de las formaciones de agua en el planeta. La hidrografía se basa en

factores como la lluvia, las nubes, la niebla, etc., y está influenciada principalmente por las variaciones del vapor de agua en la atmósfera (IGAC, 2018).

**Isoyeta:** Línea que une puntos en un mapa que presenta la misma precipitación. Las isoyetas se utilizan para representar diferentes planos con diferentes niveles de precipitación en un área determinada, como las isoyetas de precipitación anual (Sarría, 2006).

**Levantamiento Topográfico:** Procedimiento sistemático para obtener información sobre las condiciones físicas, geológicas y geográficas de un área determinada a través de la medición y ubicación precisa de puntos geográficos (Sarría, 2006).

**Litología:** Estudio de las rocas, especialmente en términos de tamaño de grano, partículas y características (IGAC, 2018).

**Llanura de Inundación:** Área plana adyacente a las corrientes de agua, como ríos, arroyos y lagunas, que se ha formado en el pasado debido a los sedimentos depositados por las inundaciones (IGAC, 2018).

**Lluvia:** Fenómeno atmosférico en el que el vapor de agua se condensa y cae en forma de gotas líquidas o sólidas. La lluvia puede ocurrir al chocar las gotas con objetos, esparciéndose y mojando el área del impacto. Las gotas grandes pueden causar salpicaduras (IGAC, 2018).

**Mapa de Riesgos:** Mapa topográfico que muestra información sobre un tipo específico de riesgo, indicando las condiciones de probabilidad de ocurrencias de un posible desastre, como alto, medio o bajo (Rodríguez López, Piñeiro Sánchez, & de Llano Monelos, 2013).

**Margen de río:** Orillas o bordes de un río que delimitan su anchura y las zonas adyacentes (IGAC, 2018).

**Meteorología:** Ciencia que estudia los fenómenos atmosféricos, sus causas y

mecanismos (IGAC, 2018).

**Mitigación:** Acción de reducir o limitar los efectos negativos derivados de las amenazas y eventos catastróficos relacionados (Valdés Rojas, 2019)

**El Niño:** Fenómeno que ocurre cada dos a siete años y se extiende a lo largo del océano Pacífico y el océano Índico. Se caracteriza por un calentamiento de la parte superior del océano a cierta distancia de la costa oeste de América del Sur y puede tener impactos significativos en los patrones climáticos globales (Reef Resilience Network, 2016).

**Región Hidrológica:** Área definida que engloba una o varias cuencas hidrológicas con características físicas y geográficas similares, que cuentan con múltiples afluentes y puntos de desembocadura (IGAC, 2018).

**Sistemas hidrográficos:** Conjunto de ríos que forman una cuenca hidrográfica, se refiere a las ramificaciones del flujo de agua desde la divisoria de aguas ubicadas en las cimas de las colinas (IGAC, 2018).

**Vertiente:** Pendiente en las divisiones de agua que conforman las cuencas hidrológicas, lo cual permite que el agua fluya o pueda fluir a través de los ríos (IGME, 2003).

**Vulnerabilidad:** se entiende como la incapacidad de una población para ser susceptible de sufrir daños y, además, la incapacidad de recuperarse de dichos daños, es crucial en el ámbito de la gestión de riesgos y la evaluación de amenazas, ya que señala la fragilidad o susceptibilidad de una comunidad, infraestructura o sistema ante eventos adversos, así como su capacidad para resistir y recuperarse de ellos (Romero, 2020)

**Zona Inundable:** Áreas adyacentes a ambos lados del río que pueden inundarse durante la temporada de lluvias, debido a la saturación del suelo. Grandes volúmenes de agua pueden superar el nivel habitual del cauce del río (IGME, 2003).

## 2.4 Sistema de variables

### Variable independiente

Nivel de amenaza de inundación

### Variable Dependiente

Vulnerabilidad de edificaciones y elementos esenciales

### Operacionalización de variables

Tabla 4. Operacionalización de variables

Variable	Definición	Dimensión	Indicador	Técnica
<b>Independiente:</b> Nivel de amenaza de inundación	Proceso natural ocurre debido a fuertes precipitaciones, que causa que el caudal del río rebase sus riberas, invadiendo extensiones de terreno a ambos lados del cauce, y que puede durar desde minutos hasta días.	Precipitación, Pendiente, Saturación, Zona de acumulación y nivel de inundación.	Calcular el nivel de riesgo, expuesto a inundación e identificar las zonas de mayor vulnerabilidad de edificaciones y elementos esenciales.	Mapa susceptibilidad a inundaciones: Alto, medio y bajo. Fichas de campo y entrevistas a las familias en las viviendas habitadas.
<b>Variable</b>	<b>Definición</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<b>Técnica</b>
<b>Dependiente:</b> Vulnerabilidad de edificaciones y elementos esenciales	Las características y condiciones propias de una comunidad son las que la hacen vulnerable a los perjuicios de una amenaza. En este caso, el peligro radica en la posibilidad de una inundación debido al incremento del caudal del río, lo que podría resultar en pérdidas humanas, materiales, económicas, políticas y ambientales. Estos efectos adversos, a su vez, generan inestabilidad en el progreso del sector San Pablo de Pita.	Edificaciones	Sistema Estructural  Tipo de material de paredes  Tipos de cubierta  Número de pisos  Año	Hormigón armado Estructura metálica Estructura de madera Estructura de caña Mixta madera hormigón Mixta metálica hormigón Pared de ladrillo Pared de bloque Pared de piedra Pared de adobe Pared de tapial Cubierta metálica Losa hormigón Vigas de madera y zinc Caña y zinc Vigas de madera y teja 1 piso 2 pisos 3 pisos 4 pisos 5 o más pisos <1970

	construcción	1970-1980 1981-1990 >1991
	Estado de conversación	Bueno Aceptable Regular Malo
	Características del suelo	Firme, seco Inundable Ciénega Húmedo, blando, relleno
	Topografía del sitio	A nivel terreno plano Bajo nivel calzada Sobre nivel calzada Escarpe positivo o negativo
Elemento Esenciales	Niveles de percepción de presencia institucional y elementos básicos funcionales para el sector San Pablo de Pita.	Se han registrado daños en elementos esenciales tales como: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Servicios básicos (Sistema de agua potable, alcantarillado, red vial y puente).</li> </ul>

**Nota.** Información que será importante en el desarrollo del proyecto de investigación para evaluar las vulnerabilidades de las edificaciones, mediante sus variables y parámetros a ser utilizados.

## CAPITULO 3: MARCO METODOLÓGICO

### 3.1 Nivel de investigación

#### 3.1.1 *Tipo de investigación:*

**De campo:** Se realizará de aplicación de fichas de campo y entrevistas a los habitantes del sector vulnerable, entrevistas a institución GAD del cantón Caluma.

**Descriptiva:** Tabulación y sistematización de datos geográficos, valoración de las variables para la vulnerabilidad de edificaciones y elementos esenciales expuesto en la zona de influencia, mediante los parámetros que van afectar al área.

**Explicativo:** los resultados se presentarán mediante tablas, gráficos, fotografías de terreno y mapas de riesgos resultantes.

El enfoque de esta investigación es de carácter práctico, descriptivo y explicativo, la recopilación de datos se llevó a cabo mediante encuestas y entrevistas, lo que permitió realizar un análisis de la vulnerabilidad de edificaciones y elementos esenciales expuestos en el área cercana al río Pita, específicamente en el sector San Pablo de Pita, cantón Caluma, provincia Bolívar, ante el riesgo de inundación.

### 3.2 Diseño

El trabajo de investigación se enfoca en analizar la vulnerabilidad las edificaciones y elementos esenciales (el sistema de agua potable, alcantarillado, sistema vial y puente) en la zona cercana al río Pita, en el sector San Pablo de Pita, frente a la amenaza de inundación. Se realiza en un enfoque no experimental, esto implica que la investigación es de naturaleza sistemática, donde los sujetos de estudio no tienen control sobre las variables dependientes, ya que estas ya han ocurrido previamente. Los investigadores se limitan a observar las situaciones ya existentes, dada la restricción para intervenir en las variables y los posibles efectos que podrían surgir de ellas.

La investigación no experimental implica llevar a cabo estudios sin intervenir

deliberadamente en las variables. En otras palabras, es una investigación en la que no modificamos intencionalmente las variables independientes. En este tipo de investigación, simplemente observamos los fenómenos en su contexto natural y luego los analizamos (Agudelo & Aigner, 2010).

### **3.2.1 *Diseño metodológico***

El diseño metodológico para el desarrollo de este estudio se basa en la Metodología para la elaboración de cartografía de amenazas por inundación, además del uso de levantamiento topográfico y georreferencial, aplicación de encuestas con preguntas de opción múltiple en áreas afectadas, entrevistas a los habitantes locales, el presidente del sector San Pablo De Pita, el GAD del cantón de Caluma. Se realizó la observación directa, se llevó a cabo la tabulación y el procesamiento de datos geográficos, tanto cualitativos como cuantitativos.

Además, se utilizaron ortofotos, y se aplicó el método propuesto de la Secretaría de Gestión de Riesgos. También se revisó información bibliográfica, informes técnicos, y el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Caluma para el período 2020-2024.

### 3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

#### 3.3.1 Población

Para el presente proyecto de titulación en el sector San Pablo de Pita del cantón Caluma, se tomó en cuenta un área de 1,11 km<sup>2</sup> para la evaluación de la amenaza de inundación.

Para la evaluación de la vulnerabilidad, se consideró datos por el INEC en el año 2022 referente a 280 hogares o estructuras, ya que planeamos llevar a cabo a cabo de fichas de campo y entrevistas a las familias en las viviendas habitadas o con personas presentes, y validamos esta decisión mediante la aprobación del líder del sector.

#### 3.3.2 Muestra

Para determinar el tamaño de la muestra de la población, se aplicó la siguiente fórmula.

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N - 1)e^2 + N\sigma^2 Z^2}$$

Donde:

**n**= representa el tamaño de la muestra.

**N**= corresponde al tamaño de la población, es de 280.

**σ**= Desviación estándar de la población que generalmente cuando no se tiene su valor, se utiliza un valor constante 0,5.

**Z**= Nivel de confianza del 95%, equivalente a 1,96.

**e**= margen de error equivalente al 6%.

Remplazando:



$$\mathbf{n} = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N - 1)e^2 + N\sigma^2 Z^2}$$

$$\mathbf{n} = \frac{(280)(0,25)^2(1,96)^2}{(280 - 1)(0,06)^2 + (0,25)^2(1,96)^2}$$

$$\mathbf{n} = \frac{67,228}{1,0044 + 0,2401}$$

$$\mathbf{n} = \frac{67,228}{1,2445}$$

$$\mathbf{n} = 54$$

En base a la fórmula presentada, se obtuvo un total de 54 familias como el tamaño de la muestra necesaria para llevar a cabo la encuesta. Esto se logra con un nivel de confianza del 95%, ya que el valor utilizado en la fórmula es una constante, y se permite un margen de error del 6%, el cual se considera un nivel intermedio para obtener resultados más confiables.

### 3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

En la realización de este trabajo de investigación, se emplearon diversas técnicas para recopilar información.

#### **Fuentes Primarias:**

- ✓ Se llevaron a cabo entrevistas con el personal del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) Cantonal de Caluma, así como con individuos con conocimientos relevantes sobre el tema de investigación.
- ✓ Se realizaron entrevistas con habitantes de áreas específicas consideradas vulnerables.
- ✓ Para evaluar la amenaza de inundación, se realizaron a cabo recorridos que permitieron la recopilación de datos relacionados con la vulnerabilidad física y los elementos esenciales en la zona de influencia del río Pita, en el Sector San Pablo de Pita.

- ✓ Los resultados de la investigación se presentarán en forma de tablas, gráficos, fotografías del terreno y mapas de riesgo resultantes.
- ✓ Se utilizaron fichas de observación, tanto directas como indirectas, para documentar información relevante.

#### **Fuentes Secundarias:**

- ✓ Revisiones bibliográficas.
- ✓ INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología)
- ✓ SENAGUA (Secretaría Nacional del Agua)
- ✓ SRG (Secretaría de Gestión del Riesgo)
- ✓ PDOT (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial)
- ✓ IGM (Instituto Geofísico Militar)

### **3.5 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS**

#### **3.5.1 *Objetivo 1. Identificar las áreas de amenazas de inundación en la zona de influencia del río Pita en el sector de San Pablo de Pita***

Para evaluar la amenaza de inundación en la zona de influencia del río Pita, se ha empleado la metodología propuesta por la Dirección de Análisis de Riesgos, la cual fue desarrollada por expertos de la Secretaría de Gestión de Riesgos. Estos funcionarios cuentan con una vasta experiencia y conocimiento en disciplinas como geología, geomorfología, edafología, sensores remotos y sistemas de información geográfica (Yáñez, Hurtado, & Cando, 2017).

La metodología diseñada por la SGR (2017), se basa en la evaluación de la amenaza por inundaciones según diferentes escenarios. Este método se apoya en la consideración de

cinco factores, cada uno de los cuales se representa mediante un parámetro, generalmente valorado en una escala del 1 al 5, y se plasma en mapas específicos. Cada uno de estos factores de análisis se ve influenciado por un factor de ponderación o peso, el cual se asigna en función de su importancia relativa. Posteriormente, para calcular el valor de la amenaza total ( $A_t$ ), se suman los valores de los mapas correspondientes (Yáñez, Hurtado, & Cando, 2017). La siguiente fórmula se utiliza para determinar dicho valor:

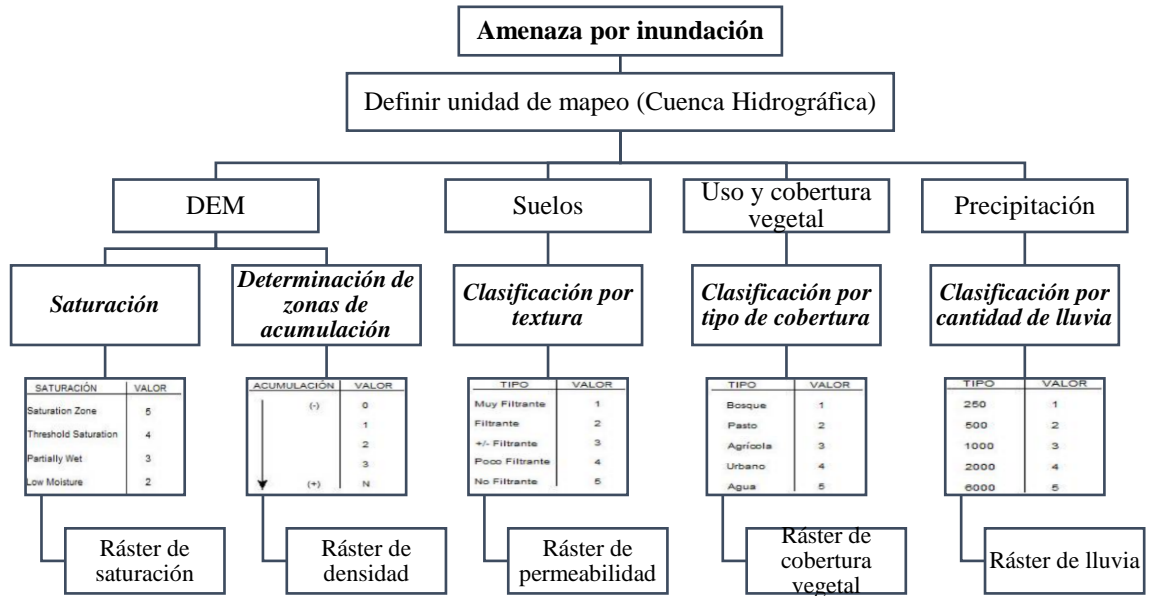
$$A_t = [\textit{saturación}] * 0.52 + [\textit{permeabilidad}] * 0.20 + [\textit{zonas de acumulación}] * 0.10 \\ + [\textit{uso del suelo}] * 0.10 + [\textit{precipitación}] * 0.08$$

La fórmula de evaluación de la amenaza por inundación establece la necesidad de contar con factores o parámetros de análisis que se encuentren expresados en mapas rasterizados y que hayan sido reclasificados. Estos mapas se elaboran considerando pesos asignados a cada factor de acuerdo con su grado de relevancia en el análisis.

Dicho proceso se encuentra esquematizado en la Figura 1 , que presenta de manera gráfica las variables utilizadas en la evaluación de la amenaza por inundación. Esta representación visual facilita la comprensión y visualización de los componentes y su interacción en el análisis de la amenaza (Yáñez, Hurtado, & Cando, 2017).

### **Figura 1**

*Esquema gráfico de variables*



**Nota.** Resumen del procedimiento que se utiliza para identificar las zonas de amenaza por inundación en el río Pita.

### 3.5.1.1 Concentración de flujo de agua

Se aborda la concentración de flujo de agua mediante la utilización de un Modelo Digital de Elevación (MDE), el cual se deriva de la topografía detallada de cada área de estudio. A partir de este MDE, se calcula la pendiente del terreno y se identifican las posibles trayectorias de los flujos de agua, determinando su densidad en relación con la Línea de Máxima Pendiente (Yáñez, Hurtado, & Cando, 2017).

La evaluación de la densidad de flujos se realiza teniendo en cuenta los valores obtenidos, los valores bajos de densidad corresponden a áreas con elevaciones significativas o terrenos abruptos, como vertientes o cimas, como se muestra en la tabla 5; estos resultados indican una susceptibilidad muy baja a la inundación. Por otro lado, valores altos de densidad indican áreas de terreno bajo, como redes hidrográficas, lo que señala una alta susceptibilidad a inundaciones y la posibilidad de zonas propensas al anegamiento (Yáñez, Hurtado, & Cando, 2017).

Tabla 5. Rango de pendientes de terreno y su respectivo peso de ponderación

<b>Categoría</b>	<b>Clase (%)</b>	<b>Peso</b>
<b>Muy suave</b>	0-5	5
<b>Suave</b>	5-12	4
<b>Media</b>	12-25	3
<b>Media a fuerte</b>	25-40	2
<b>Fuerte</b>	40-70	1

**Nota:** Como establece Yáñez (2017), los rangos de la pendiente se tomarán en cuenta en base a la forma del terreno en estudio.

### 3.5.1.2 Uso del suelo y cobertura vegetal

En cuanto al análisis del uso del suelo y la cobertura vegetal, se procede a determinar este factor mediante la consideración de su estado actual y la vegetación presente, asignando pesos específicos. La categorización del uso del suelo se divide en cinco clases, y a cada una de ellas se le asigna un valor que oscila entre 1 y 5, tal como se detalla en la tabla 6. En este contexto, el valor 1 refleja una influencia mínima en la creación de áreas propensas a inundaciones, mientras que el valor 5 indica una influencia significativamente mayor en la generación de zonas susceptibles a inundaciones (Yáñez, Hurtado, & Cando, 2017).

Tabla 6. Uso y cobertura del suelo y peso de ponderación

<b>Clase</b>	<b>Peso</b>
<b>Bosque nativo</b>	1
<b>Páramo</b>	
<b>Bosque intervenido (plantaciones forestales)</b>	2
<b>Matorrales</b>	
<b>Arboricultura</b>	
<b>Pasto natural</b>	3
<b>Cultivos permanentes</b>	
<b>Cultivos de ciclo corto</b>	4
<b>Suelos desnudos</b>	5
<b>Área urbana</b>	
<b>Cuerpos de agua</b>	

**Nota:** Como manifiesta Yáñez, la tabla de uso de suelo y cobertura se analiza, de acuerdo a lo observado en campo.

### 3.5.1.3 Permeabilidad

La permeabilidad de un suelo es influenciada por tres factores fundamentales: su textura, estructura y contenido de materia orgánica. En general, los suelos con estructuras estables tienden a ser más permeables, en contraste con los suelos que presentan estructuras inestables o degradadas, los cuales tienden a ser menos permeables. Esto es especialmente notable cuando la composición física del suelo, es decir, su granulometría, se encuentra desequilibrada. Es importante destacar que incluso los suelos arenosos pueden exhibir una permeabilidad reducida en ciertos casos, debido a la obstrucción de los poros más grandes por partículas de limo, así como a la escasa presencia de materia orgánica en el suelo, detallada en la tabla 7 (Yáñez, Hurtado, & Cando, 2017).

Tabla 7. Características litológicas, su calificativo y valor de ponderación

Litología	Calificativo	Valor del parámetro
Aluvión grueso, permeable, compacto, nivel freático bajo. Calizas duras, permeables. Rocas intrusivas poco fisuradas, nivel freático bajo. Basaltos, andesitas ignimbritas y otras rocas efusivas, sanas, permeables y poco fisuradas, nivel freático bajo. Materiales sanos con poca o ninguna meteorización, resistente a la corte elevada, fisuras sanas, sin relleno.	Baja	1
Rocas sedimentarias no o muy poco alteradas, estratificación maciza (disimétrica o métrica), poco fisuradas, nivel freático bajo. Rocas intrusivas, calizas duras, lavas, ignimbritas, rocas metamórficas poco o medianamente alteradas y fisuradas. Aluviones levemente compactos, con proporciones considerables de finos, drenaje moderado, nivel freático a profundidades intermedias. Resistencia a la corte media a elevada, fracturas cizallables.	Moderada	2
Rocas sedimentarias, intrusivas, lavas, ignimbritas, tobos poco soldadas, rocas metamórficas, mediana a fuertemente alteradas, coluviales, lahares, arenas, suelos regolíticos levemente compactos, drenaje poco desarrollado, niveles freáticos relativamente altos. Resistencia al corte moderado a media, fracturación importante.	Media	3
Depósitos fluvio-lacustres, suelos piroclásticos poco compactos, sectores de alteración hidrotermal, rocas fuertemente alteradas y fracturadas con estratificaciones y foliación a favor de la pendiente y rellenos arcillosos, niveles freáticos someros. Resistencia al corte de moderada a baja.	Alta	4
Materiales aluviales, coluviales y regolíticos de muy baja calidad mecánica, rocas con estado de alteración avanzado, drenaje pobre. Se incluyen los casos 3 y 4 con niveles freáticos muy someros, sometidos a gradientes hidrodinámicos elevados. Resistencia al corte baja a muy baja.	Muy alta	5

**Nota.** Según Yáñez (2017), la litología corresponde a las características de las rocas

observadas en campo.

Tabla 8. Permeabilidad en los suelos en base a su textura y peso de ponderación

Clases de permeabilidad de los suelos	Clase textural		Peso
Muy lenta	Arcilloso	Suelos arcillosos	5
Lenta			
Moderadamente lenta	Arcilloso-arenoso, arcilloso-limoso, franco arcilloso		4
Moderada	Franco arcillosos-arenoso, franco arcillo-limoso	Suelos francos	3
Moderadamente rápida	Franco, franco limoso, limoso		
Rápida	Franco arenoso		2
Muy rápida	Arenoso, areno francoso	Suelos arenosos	1

**Nota:** Tomando como referencia a Yáñez (2017), La Permeabilidad en los suelos se analiza en base a su textura se presenta en esta tabla.

#### 3.5.1.4 Precipitación (Isoyetas)

El factor de precipitación es un elemento crucial que refleja la influencia de las lluvias como un factor preparatorio o desencadenante de inundaciones. La expresión de este factor puede llevarse a cabo de dos maneras, dependiendo de la disponibilidad de datos: a través de la intensidad de precipitaciones máximas en un período de 24 horas o mediante isoyetas anuales correspondientes a la zona de estudio (Yáñez, Hurtado, & Cando, 2017).

En el primer enfoque, se busca determinar las intensidades potenciales de las lluvias utilizando los valores de precipitaciones máximas diarias en un período de retorno ( $T_r$ ) de 100 años. Este cálculo se realiza aplicando la distribución Gumbel a series temporales de lluvias extremas con un historial de observación de 10 años. Es importante mencionar que, en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** adjunta, se muestra la ponderación de los valores tanto para series temporales con registros mayores como menores de 10 años (Yáñez, Hurtado, & Cando, 2017).

La elección entre estas dos formas de expresar el factor de precipitación dependerá de

la disponibilidad de datos y de la precisión requerida en el análisis. El primer enfoque se centra en eventos extremos de corta duración, mientras que el segundo ofrece una visión anual más generalizada de las precipitaciones en la zona de estudio. Ambos enfoques contribuyen de manera significativa a la comprensión y evaluación de las amenazas por inundación en un área determinada (Yáñez, Hurtado, & Cando, 2017).

Tabla 9. Tabla que se basa en las Principales características climáticas en el Ecuador

Pisos altitudinales		Bajo	Intermedio	Alto	Muy alto
<b>Límites</b>		0 - (1600) - 1800 m	1600 (1800) - (2800) 3000 m	2800 (3200) - 3600 m	> 3600 m
<b>Temperatura promedio anual</b>		> 20 °/22 °	13 °- 20° /22 °	10 ° - 13°	< 10 °
<b>Zonas de humedad</b>		N			
<b>Árida</b>	12	P	< 300 mm		
		D	> 1000 mm		
<b>Muy seca</b>	10-11	P	300 - 600 mm	700 - 1000 mm	
		D	850 - 1000 mm	300 - 800 mm	
<b>Seca</b>	8-10	P	500 - 2000 mm	400 - 1000 mm	< 600 mm
		D	500 - 850 mm	150 - 600 mm	> 500 mm
<b>Húmeda</b>	4-8	P	600 - 2500 mm	800 - 1500 mm	600 - 1200 mm
		D	250 - 500 mm	100 - 300 mm	50 - 150 mm
<b>Húmeda con garua</b>	4-8	P	1000 - 2000 mm		
		D	250 - 500 mm		
<b>Muy húmeda</b>	1-4	P	1000 - 4000 mm	700 - 3000 mm	600 - 2000 mm
		D	< 250 mm	< 150 mm	< 50 mm
<b>Muy húmeda con neblina</b>	1-4	P	1800 -4000 mm	800 - 3000 mm	600 - 2000 mm
		D	< 250 mm	< 250 mm	< 50 mm
<b>Híper húmedas</b>	0	P	3000 - 6500 mm	1000 - 1500 mm	100 - 3000 mm*
		D	0 mm	0 mm	0 mm
<b>Híper húmedas con neblina</b>	0	P	2500 - 6500 mm	2000 - 4000 mm	100 - 3000 mm*
		D	0 mm	0 mm	0 mm

**Nota.** N: Numero de meses secos por año, P: Precipitación, total anual, D: Déficit hídrico, total anual, \* El residuo número de estaciones climatológicas y pluviométricas solo permite



dar indicaciones aproximadas. Fuente: Yáñez (2017).

### 3.5.1.5 Saturación

La saturación del suelo se determina mediante el uso del software ArcView, el cual permite analizar parámetros hidro físicos del suelo, incluyendo el ángulo de fricción interna y la cohesión del mismo. Estos parámetros son fundamentales para evaluar la capacidad del suelo de retener agua (Yáñez, Hurtado, & Cando, 2017).

Una vez obtenidos los datos, el software realiza una reclasificación de estos valores, dividiéndolos en cinco clases diferentes según el tipo de material litológico presente en la zona de estudio, como se muestra en la tabla 10. Esta reclasificación permite identificar de manera efectiva las áreas con mayor saturación de agua en el suelo, lo que es esencial para la evaluación de riesgos de inundación (Yáñez, Hurtado, & Cando, 2017).

Tabla 10. Valores aproximados del ángulo de fricción interna y cohesión

Clases de permeabilidad de los suelos		Ángulo de fricción interna en grados	Cohesión C.
<b>Granulares o no cohesivas</b>	Arena suelta	30	
	Arena de capacidad media	32.5	
	Arena densa	35	
	Grava	35	
	Grava arenosa heterogénea	35	
	Bloques de piedra escolleras (sin presencia de arena)	35	
<b>Suelos Cohesivos</b>	Arcilla semidura	15	0.25
	Arcillas firmes	16	0.1
	Arcillas blandas	17	0
	Arcillo-arenosa firme	22.5	0.05
	Arcillo arenosa blanda	23.5	0
	Limo firme	24.5	0.02
	Limo blando	25.5	0
	Arcilla orgánica, limo y cieno, no fibroso	10	0
Turba	15	0	

**Nota:** Yáñez (2017). Características de las formas de la superficie terrestre, que toma como referencia las observadas en campo.

### **3.5.1.6 Mapa de amenazas desarrollado en ARGIS 10.5**

ArcGIS 10.5 es una plataforma de software de SIG (sistemas de información geográfica), que permite a los usuarios crear, gestionar, analizar y visualizar datos geoespaciales. Una característica principal es la creación de mapas, permite la creación de mapas detallados utilizando datos geoespaciales, como imágenes satelitales, datos topográficos y demográficos.

Una vez que se han obtenido los mapas que representan los diversos factores, el siguiente paso implica la determinación de la amenaza, que en este contexto debe entenderse más como una evaluación de la susceptibilidad. Esta evaluación se realiza mediante la suma de los mapas, generando un valor de  $A_t$  que varía de 0 a un máximo de 1, conforme al algoritmo diseñado en la propuesta metodológica de la SGR (Yáñez, Hurtado, & Cando, 2017).

Es importante notar que la asignación de pesos o factores de ponderación a cada uno de los parámetros está determinada, en este caso, por la experiencia de los expertos involucrados, ya sea en la zona de estudio o en áreas similares. Si los factores de ponderación se han establecido previamente para zonas geográficas similares a las de estudio, es posible considerar su aplicación. En la mayoría de los métodos que emplean esta técnica, los factores más relevantes suelen ser la litología, la pendiente o el relieve, y el clima, especialmente las precipitaciones (Yáñez, Hurtado, & Cando, 2017).

En una fase inicial, se podría optar por utilizar los pesos propuestos en la metodología de la SGR como punto de partida. Los valores resultantes de  $A_t$  deben ser posteriormente reclasificados en tres categorías: baja, media, y alta. Estas categorías representan la zonificación de la susceptibilidad ante fenómenos de inundación en el área de estudio,

permitiendo una clasificación clara y útil para la planificación y gestión de riesgos (Yáñez, Hurtado, & Cando, 2017), la descripción de los niveles de amenaza por inundaciones empleada se presenta en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Tabla 11. Amenaza por inundaciones basado en resultados obtenidos de parámetros anteriores.

<b>Nivel</b>	<b>Zona</b>	<b>Pendientes</b>
<b>Amenaza Baja</b>	En terrazas medias y/o indiferenciadas de zonas altas en precipitaciones excepcionales anormales	>25%.
<b>Amenaza Media</b>	En zonas inundables	Entre 0 - 5 % y 5 - 12 % por lluvias torrenciales y crecidas de ríos.
<b>Amenaza Alta</b>	En zonas (bacines y depresiones, valles indiferenciados). La acumulación de las aguas puede ser producto de las precipitaciones y por la crecida de los ríos en tiempo de invierno.	Entre 0 - 5 % que permanecen inundadas más de 6 meses durante el año.

**Nota.** Tabla con valores utilizados para calificar el nivel de amenaza por inundación del río Pita.

### **3.5.2 Objetivo 2. Evaluar el nivel de vulnerabilidad de las edificaciones ante la amenaza de inundación en la zona de influencia del río Pita en el sector de San Pablo de Pita.**

Evaluar de manera cualitativa de la percepción de riesgos frente a desastres implica un enfoque que no busca una evaluación precisa del nivel de vulnerabilidad, sino que propone un método rápido de ponderación basado en la información disponible en los alrededores del río Pita, así como, en datos recopilados a través de fichas de campo y entrevista, esto permitirá establecer una escala numérica que indique el grado de vulnerabilidad de la infraestructura localizada en el área de estudio. Con esta información, se podrán desarrollar acciones para mitigar y prevenir los riesgos a través de la gestión de riesgos (SNGR, PNUD, 2012).

El análisis detallado del aspecto físico de las viviendas permite examinar en profundidad sus características y variables específicas relacionadas con su estructura. Esto es crucial para comprender las debilidades y la falta de resistencia de las viviendas frente a posibles amenazas, como las inundaciones. En este sentido, los registros catastrales realizados por las municipalidades desempeñan un papel importante, aunque a menudo son imprecisos y poco confiables debido a la falta de datos completos o sesgados en los registros de dichas infraestructuras (SNGR, PNUD, 2012).

La evaluación precisa de la vulnerabilidad física de las infraestructuras varía según la amenaza considerada y la calidad de la información obtenida, así como el objetivo del estudio o la acción a realizar. En este caso, se ha optado por utilizar un enfoque cualitativo de primer nivel, que se encuentra detallado en la tabla 12, donde se evaluarán las características de las viviendas frente a la amenaza de inundaciones (SNGR, PNUD, 2012).

Tabla 12. Tabla de variables de la vulnerabilidad que serán utilizadas para evaluar las edificaciones de las viviendas asentadas en los alrededores del río Pita.

<b>Variables de vulnerabilidad</b>	<b>Descripción de la variable y uso de la información</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Amenaza de inundaciones</b>	<b>Valores</b>	<b>Ponderadora inundación</b>	<b>Valor máximo inundación</b>
<b>Sistema Estructural</b>	Descripción de la variable y uso de la información.	Hormigón armado	1	0,1,5,10	0,5	5
		Estructura metálica	1			
		Estructura de madera	10			
		Estructura de caña	10			
		Estructura de pared	5			
		Mixta madera hormigón	5			
		Mixta metálica hormigón	1			
<b>Tipo de material de paredes</b>	Describe el material predominante utilizado en las paredes divisorias de la vivienda.	Pared de ladrillo	1	0,1,5,10	1,1	11
		Pared de bloque	5			
		Pared de piedra	5			
		Pared de adobe	5			
		Pared de tapial	5			

<b>Tipos de cubierta</b>	Describe el tipo de material utilizado como sistema de cubierta de la vivienda.	Cubierta metálica	1	0,1,5,10	0,3	3
		Losa hormigón	0			
		Vigas de madera y zinc	5			
		Caña y zinc	10			
		Vigas de madera y teja	5			
<b>Sistema de entrepisos</b>	Describe el tipo de material utilizado para el sistema de pisos diferentes a la cubierta.	Losa, hormigón armado		0,1,5,10	N/A	0
		Vigas y entramado de madera				
		Entramado de madera/caña				
		Entramado metálico				
		Entramado hormigón/metálico				
<b>Número de pisos</b>	Se considera el número de los pisos como una variable de vulnerabilidad, debido a que su altura incide en su comportamiento.	1 piso	10	0,1,5,10	1,1	11
		2 pisos	5			
		3 pisos	1			
		4 pisos	1			
		5 o más pisos	1			
<b>Año construcción</b>	Permite tener una idea de la posible aplicación de criterios de diseño de defensa contra la amenaza.	<1970	10	0,1,5,10	0,5	5
		1970-1980	5			
		1981-1990	1			
		>1991	0			
<b>Estado de conservación</b>	El grado de deterioro influye en la vulnerabilidad de la edificación.	Bueno	0	0,1,5,10	0,5	5
		Aceptable	1			
		Regular	5			
		Malo	10			
<b>Características del suelo</b>	El tipo de terreno influye en las características de la vulnerabilidad física.	Firme, seco	0	0,1,5,10	3	30
		Inundable	10			
		Ciénega	10			
		Húmedo, blando, relleno	5			
<b>Topografía del sitio</b>	La topografía del sitio de constitución de la edificación indica posibles debilidades frente a la amenaza.	A nivel terreno plano	5	0,1,5,10	3	30
		Bajo nivel calzada	10			
		Sobre nivel calzada	0			
		Escarpe positivo o negativo	1			
<b>Forma de</b>	La presencia de	Regular	N/A	0,1,5,10	N/A	0

<b>construcción</b>	irregularidad en la edificación genera vulnerabilidad.	Irregular Irregularidad severa		
	Total		10,00	100

**Nota.** Tabla de variables, indicadores y pesos de ponderación para la vulnerabilidad de las edificaciones, expuestos en la zona de influencia del río Pita, SNGRE, PNUD, 2012.

### Vulnerabilidad de las viviendas

Para evaluar el grado de vulnerabilidad de las viviendas ante la amenaza de inundaciones, se han establecido tres niveles: bajo, medio y alto, como se muestra en la tabla 13. Estos niveles se establecen a partir de los valores de cada una de las tablas mencionadas anteriormente. El resultado que se obtiene determina el nivel y porcentaje de vulnerabilidad de las edificaciones alrededor del río Pita.

Tabla 13. tabla resumen correspondientes a cada nivel de vulnerabilidad ante amenaza de inundación

Nivel de vulnerabilidad	Puntaje
Bajo	1 a 33 puntos
Medio	34 a 66 puntos
Alto	67 a 100 puntos

**Nota.** Valores obtenidos de la metodología del SNGRE, PNUD, 2012. Para calificar el nivel de vulnerabilidad edificaciones por amenaza de inundación.

### 3.5.3 *Objetivo 3. Determinar los elementos esenciales expuestos a la amenaza de inundación en la zona de influencia del río Pita en el sector de San Pablo de Pita*

La metodología utilizada para determinar los elementos esenciales (sistemas de agua potable, alcantarillado, vías y puentes) en el área de la influencia del río Pita en el sector San Pablo de Pita, ante la amenaza de inundaciones, analiza la exposición y vulnerabilidad física

en relación con las amenazas mencionadas anteriormente, con el objetivo de determinar cualitativamente la percepción de riesgo hacia los desastres que no consiste en una evaluación apropiada del nivel de vulnerabilidad, si no aumentar el mecanismo de ponderación rápida basada en el uso de la información disponible para el sector, además de la información recopilada para a través de fichas de campo y entrevistas nos permita determinar la relación de escala numérico que muestra el nivel de vulnerabilidad. Definir el grado de vulnerabilidad física de elementos esenciales debido a la amenaza de inundaciones, el grado de vulnerabilidad se consideró bajo, medio y alto, que resultan de los valores de ponderación de las variables expuestas para obtener estos niveles.

De acuerdo a la metodología (SNGR, PNUD, 2012), se toma en cuenta que para la calificación de la vulnerabilidad de los elementos esenciales se toma en cuenta los valores establecidos en la tabla 14 para sistema de agua potable, tabla 15 para sistema de alcantarillado, la tabla 16 para red vial y la tabla 17 para puentes, para ellos se realiza un análisis que toma en cuenta las variables e indicadores presentados.

Tabla 14. Tabla para calificar la vulnerabilidad en el sistema de agua potable.

Compo nente	Variable	Indicadores	Amenaza de inundación		
			Valor de indicador	Peso de ponderación	Valor máximo
Agua potable captación	Estado actual	Bueno	1	1,5	15
		Regular	5		
		Malo	10		
	Estudios técnicos para cimentación	Se realizó estudios y aplicó	1	1	10
		Se realizó estudios, pero no se aplicó	5		
		No se realizó estudios	10		
	Antigüedad	0 a 25	1	2	20

	25 a 50	5			
	Mayor a 50	10			
Mantenimiento	Planificado	1	1	10	
	Esperado	5			
	Ninguno	10			
Material de construcción	PVC	1	2	20	
	Hormigón	1			
	Asbesto de cemento	5			
	Mampostería de piedra y ladrillo	10			
Estándares de diseño y construcción	Antes de IEOS	1	2,5	25	
	Entre el IEOS	5			
	Después de la norma local	10			
TOTAL			10	100	
Agua potable conducción	Estado actual	Bueno	1	1,5	15
		Regular	5		
		Malo	10		
	Antigüedad	0 a 25	1	2	20
		25 a 50	5		
		Mayor a 50	10		
	Mantenimiento	Planificado	1	1	10
		Esperado	5		
		Ninguno	10		
	Material de construcción	PVC	1	3	30
		Hormigón	1		



	Asbesto de cemento	5		
	Mampostería de piedra y ladrillo	10		
Estándares de diseño y construcción	Antes de IEOS	1	2,5	25
	Entre el IEOS	5		
	Después de la norma local	10		
TOTAL			10	100
Estado actual	Bueno	1	1,5	15
	Regular	5		
	Malo	10		
Antigüedad	0 a 25	1	2	20
	25 a 50	5		
	Mayor a 50	10		
Mantenimiento	Planificado	1	1	10
	Esperado	5		
	Ninguno	10		
Material de construcción	PVC	1	3	30
	Hormigón	5		
	Asbesto de cemento	5		
	Mampostería de piedra y ladrillo	10		
	Estándares de diseño y construcción	Antes de IEOS	1	2,5
	Entre el IEOS	5		
	Después de la norma	10		

Agua potable tratamiento

local		
TOTAL	10	100

**Nota.** Tabla que contiene variables, indicadores y pesos de ponderación para la vulnerabilidad del sistema de agua potable en la zona de influencia del río Pita en el sector San Pablo de Pita, Paucar, 2016.

Tabla 15. Tabla para calificar la vulnerabilidad del sistema de alcantarillado.

Componente	Variable	Indicadores	Amenaza de inundación		
			Valor de indicador	Peso de ponderación	Valor máximo
Alcantarillado	Funcionamiento hidráulico	Caudal real < Caudal de diseño	0	2	20
		Caudal real = Caudal de diseño	5		
		Caudal real > Caudal de diseño	10		
		Estado actual Bueno	1	1	10
		Regular	5		
	Malo	10			
	Antigüedad	0 a 25	1	1	10
		25 a 50	5		
		> a 50	10		
	Mantenimiento	Planificado	1	2	20
		Esporádico	5		
		Ninguno	10		
	Material de	PVC	0	3	30

construcción	Hormigón	1		
	Asbesto de cemento	5		
	Mampostería de piedra y ladrillo	10		
Estándares de diseño y construcción	Antes de IEOS	10	1	10
	Entre el IEOS	5		
	Después de la norma loca	1		
TOTAL			10	100

**Nota.** Tabla que contiene variables, indicadores y pesos de ponderación para la vulnerabilidad de alcantarillado en la zona de influencia del río Pita en el sector San Pablo de Pita, Paucar, 2016.

Tabla 16. Tabla para calificar la vulnerabilidad el sistema de red vial.

Componente	Variable	Indicadores	Inundación		
			Valores indicadores	Peso ponderación	Valor máximo
Red vial	Estado revestimiento	Bueno	1	2	20
		Regular	5		
		Malo	10		
	Mantenimien to	Planificado	1	3	30
		Esporádico	5		
		Ninguna	10		
	Estándares de diseño y construcción	Aplica la normativa MOP 2022	1	5	50
		Versión anterior al 2002	5		
		No aplica normativa	10		
TOTAL			10	100	

**Nota.** Tabla que contiene variables, indicadores y pesos de ponderación para la vulnerabilidad de red vial en la zona de influencia del río Pita en el sector San Pablo de Pita, Paucar, 2016.

Tabla 17. Variables, Indicadores y Pesos de Ponderación para la Vulnerabilidad de Puentes en la zona de influencia del río Pita en el sector San Pablo de Pita.

Compon ente	Variable	Indicadores	Inundación		
			Valor del indicador	Peso de ponderación	Valor máximo
<b>Puentes</b>	Estado de revestimiento	Bueno	1	2	20
		Regular	5		
		Malo	10		
	Antigüedad	0 a 25 años	1	3	30
		25 a 50 años	5		
		> 50 años	10		
	Mantenimiento	Planificado	1	1	10
		Esporádico	5		
		Ninguna	10		
	Material de construcción	Hormigón	1	2	20
		Piedra	5		
		Mixto (piedra y cemento)	10		
	Estándares de diseño y construcción	Aplica la normativa MOP 2002	1	2	20
		Versión anterior al 2002	5		
		No aplica normativa	10		
	<b>TOTAL</b>			<b>10</b>	<b>100</b>

**Nota.** Tabla que contiene variables, indicadores y pesos de ponderación para la vulnerabilidad de puentes en la zona de influencia del río Pita en el sector San Pablo de Pita, Paucar, 2016.

### Nivel de vulnerabilidad

Una vez analizado las tablas de valores, ponderación y pesos de ponderación en nuestra área de estudio obtenemos la tabla 18, con datos que servirá para determinar el nivel y porcentaje de vulnerabilidad de los elementos esenciales.

Tabla 18. Tabla del resumen de la clasificación del nivel de vulnerabilidad

<b>Nivel de vulnerabilidad</b>	<b>Puntaje</b>
<b>Bajo</b>	1 a 33 puntos
<b>Medio</b>	34 a 66 puntos
<b>Alto</b>	67 a 100 puntos

**Nota:** Valores obtenidos de la metodología del SNGRE, PNUD, 2012. Para calificar el nivel de vulnerabilidad por inundación.

#### **3.5.4 Objetivo 4. Proponer medidas de protección para reducir la vulnerabilidad de las edificaciones y los elementos esenciales expuestos a la amenaza de inundación en la zona de influencia del río Pita en el sector de San Pablo de Pita**

La propuesta que se pretende establecer en cuanto a medidas de reducción y mitigación se centra en los estudios analizados en el desarrollo del proyecto de investigación. El cual tiene como enfoque proponer medidas de protección para reducir la vulnerabilidad de las edificaciones y los elementos esenciales expuestos a la amenaza de inundación, mediante una matriz de criterio propio.

## CAPITULO 4: RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

### 4.1 Resultados según objetivo 1: Identificar las áreas de amenazas de inundación en la zona de influencia del río Pita en el sector de San Pablo de Pita

#### 4.1.1 Zonas de acumulación

Las zonas de acumulación del sector de San Pablo de Pita, el cual presentan pendientes que oscilan entre 0% y 5%, abarcando 0,42km<sup>2</sup>, representado en el 37,8% y pendientes que varían entre 5 y 12% y de 12 a 25%, alcanzando 0,64 km<sup>2</sup>, representado en el 57,6%, además, un área de 0,05 de km<sup>2</sup>, siendo este, el 4,6%, donde la pendiente supera el 25%, detallamos la tabla 19.

Tabla 19. Pendiente en el sector San Pablo de Pita.

Categoría	Clase (%)	Área (Km <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)
Muy Suave	0-5	0,42	37,8 %
Suave	5-12	0,32	28,8 %
Media	12-25	0,32	28,8 %
Media a Fuerte	>25	0,05	4,6 %
<b>Total</b>		1,11	100%

**Nota:** Los rangos de la pendiente que se utilizó en el área de estudio ante la amenaza de inundación, con información del Gad cantonal y el levantamiento de información en campo, julio de 2023.

#### 4.1.2 Uso del suelo y cobertura vegetal

Uso de suelo y cobertura vegetal del sector de San Pablo de Pita, se determinó este factor mediante la consideración de su estado actual y la vegetación presente, como se detalló en la siguiente tabla 20.

Tabla 20. Uso del suelo y cobertura vegetal en el sector San Pablo de Pita.

<b>Clase</b>	<b>Área (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>Porcentaje</b>
Pasto natural	0,16	14,4%
Cultivos de ciclo corto	0,52	46,8%
Área urbana	0,43	38,8%
<b>Total</b>	<b>1,11</b>	<b>100%</b>

**Nota:** La tabla de uso de suelo y cobertura se analizó, de acuerdo a lo observado en campo, julio de 2023.

#### **4.1.3 Permeabilidad**

La permeabilidad del suelo en el sector San Pablo de Pita, litológicamente está conformada por material aluvial, franco arcilloso arenoso que va de media a gruesa en gran parte, abarcando 0,43 km<sup>2</sup>, representado el 39%, al igual que la presencia abundante del suelo limoso-arcilloso de color café oscuro, calculado en un área de 0,67 km<sup>2</sup> que representa 61% del total, detallada en la tabla 21.

Tabla 21. Permeabilidad en el sector de San Pablo de Pita

<b>Clase textural</b>	<b>Área (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>Porcentaje</b>
Arcilloso-limoso de color café oscuro.	0,67	61%
Franco arcilloso.	0,43	39%
<b>Total</b>	<b>1,11</b>	<b>100%</b>

**Nota:** Datos obtenidos el Gad cantonal de Caluma y mediante trabajo de campo en julio de 2023.

#### 4.1.4 Precipitación

En el sector de San Pablo de Pita, para la expresión de este factor se llevó a cabo a través de la intensidad de precipitaciones máximas en un período de 24 horas, del día 25 de mayo de 2023, como se detalló en la tabla 22.

Tabla 22. Precipitación en el sector de San Pablo de Pita.

Área de estudio	Precipitación- máxima	Ponderación
San Pablo de Pita	1750-2000	4

**Nota:** Datos obtenidos mediante el Gad cantonal Caluma, julio de 2023.

#### 4.1.5 Saturación

En el sector de San Pablo de Pita, la saturación del suelo se determinó mediante el uso del software ArcView, el cual permitió analizar parámetros hidro físicos del suelo, incluyendo el ángulo de fricción interna y la cohesión del mismo, la cual se muestra en la tabla 23.

Tabla 23. Saturación en el sector de San Pablo de Pita.

Ángulo de fricción interna en grados	Área (Km <sup>2</sup> )	Porcentaje
23,5	0,67	61%
22,5	0,43	39%
<b>Total</b>	1,11	100%

**Nota:** Características de las formas de la superficie terrestre, que se tomó como referencia las observadas en campo, julio de 2023.



#### **4.1.6 Nivel de amenaza de inundación**

En el sector de San Pablo de Pita, se han evaluado los niveles de susceptibilidad ante la amenaza de inundación, lo que da lugar a la identificación de tres categorías de riesgo (alta, media, baja). En las zonas que se encuentran en cuencas, depresiones y valles sin una elevación clara, se ha determinado un riesgo alto, calculado en un área de 0,42 km<sup>2</sup> que representa 37,7% del total de la zona de estudio. La acumulación de agua en estas áreas puede deberse a precipitaciones abundantes y al aumento del caudal de los ríos durante la temporada de invierno. Estas zonas presentan pendientes que oscilan entre 0% y 5% y permanecen inundadas durante más de 6 meses al año. El riesgo medio se observa en áreas propensas a inundaciones, abarcando 0,64 km<sup>2</sup>, representado en el 57,7%, con pendientes que varían entre 5 y 12% y de 12 a 25%, siendo estas inundaciones causadas por precipitaciones intensas y crecidas de ríos. Por último, el riesgo bajo se presenta en las terrazas de elevación media o en áreas de altitudes no claramente definidas, que corresponden a 0,05 de km<sup>2</sup>, siendo este, el 4,6% del área de estudio, en situaciones de lluvias excepcionalmente anormales, donde la pendiente supera el 25%.

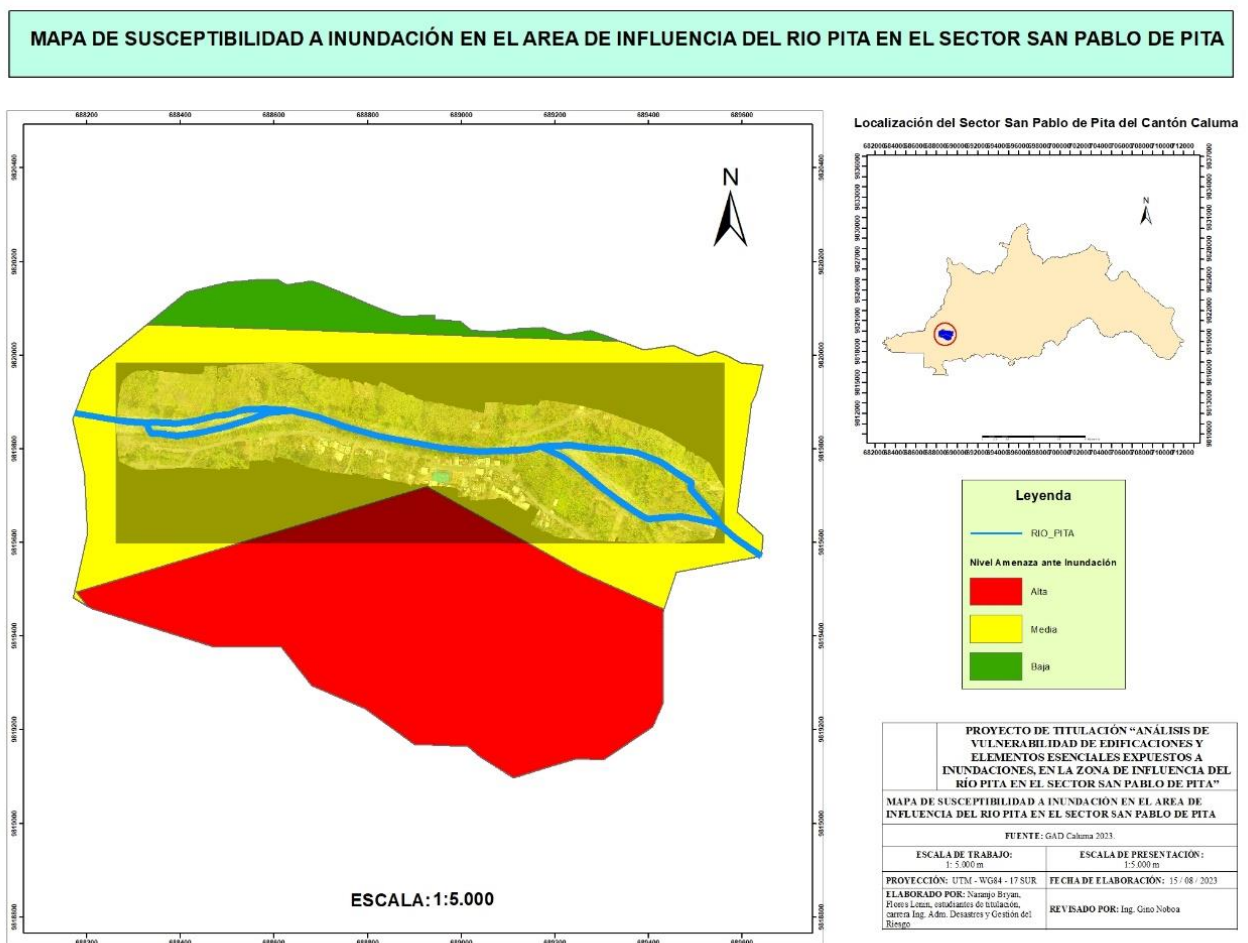
En lo que respecta al entorno del área de estudio, los habitantes han ocupado un terreno propenso a inundaciones para construir sus viviendas. En el proceso de construcción, han utilizado una variedad de materiales que incluyen hormigón armado, combinaciones de materiales mixtos y madera. Esta área se caracteriza principalmente por la presencia de sedimentos aluviales, con una destacada cantidad de arena de espesor medio a grueso. Además, se encuentra una considerable cantidad de suelo con características limo-arcillosas de tono café oscuro, para su calificación del nivel de amenaza por inundación, cómo se detalló en la siguiente tabla 24 e ilustración 2.

Tabla 24. Nivel de amenaza por inundación del río Pita, en el sector de San Pablo de Pita.

Nivel de amenaza	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentaje
Alta	0,42	37,7 %
Media	0,64	57,7 %
Baja	0,05	4,6 %
<b>Total</b>	<b>1,11</b>	<b>100 %</b>

**Nota.** Tabla basada en el total del área en km<sup>2</sup>, y su porcentaje correspondiente, en referencia al 100%, de las zonas de amenazas de inundación en el área de influencia río Pita en sector San Pablo Pita.

Ilustración 2. Mapa de susceptibilidad a inundación en el área de influencia del río Pita en el sector de San Pablo de Pita



## **4.2 Resultados según objetivo 2: Evaluar el nivel de vulnerabilidad de las edificaciones ante la amenaza de inundación en la zona de influencia del río Pita en el sector de San Pablo de Pita**

Se realizó mediante fichas de campo y entrevistas a los habitantes en el sector de San Pablo de Pita del cantón Caluma, provincia Bolívar, durante el año 2023, con el propósito de evaluar la vulnerabilidad de las edificaciones (Anexo 1). Esto se hizo en respuesta a la amenaza de inundación en la zona de influencia del río Pita.

Los datos obtenidos de la evaluación, se realizó mediante la adaptación por el programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (SNGR, PNUD, 2012), enfocándonos únicamente en las preguntas relacionadas con las variables relevantes para nuestra investigación. Estas preguntas fueron analizadas cuidadosamente y se utilizaron en nuestro estudio de titulación.

### **4.2.1 *Evaluación de la vulnerabilidad física de las edificaciones***

#### **1. El tipo material predominante de la vivienda**

La mayoría de los sistemas estructurales de las viviendas están hechos de hormigón armado, lo que representa un 87% del total, esto significa que tienen un bajo riesgo de inundación, el 6% de las viviendas utilizan una mezcla de madera y hormigón, lo que indica un nivel medio de riesgo de inundación. Por otro lado, el 7% tiene una estructura de madera, lo que significa que tienen un alto riesgo de inundación. Como se detalla en la tabla 25.

Tabla 25. Sistema Estructural

<b>Variable</b>	<b>Valor</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Hormigón armado</b>	47	87
<b>Estructura metálica</b>	0	0
<b>Estructura de madera</b>	4	7
<b>Estructura de caña</b>	0	0
<b>Estructura de pared</b>	0	0
<b>Mixta madera/hormigón</b>	3	6
<b>Mixta metálica/hormigón</b>	0	0
<b>Total</b>	<b>54</b>	<b>100</b>

**Nota.** Cuadro para los valores y porcentajes de los elementos estructurales analizados.

## 2. El tipo de material en paredes

La elección de materiales para las paredes en las viviendas desempeña un papel fundamental en su vulnerabilidad ante inundaciones. La mayoría de las paredes de las viviendas representa el 74% en bloque por lo tanto el nivel es medio en la amenaza de inundación. Por otro lado, el 17% de las paredes están hechas de ladrillo, lo que indica un riesgo bajo de inundación, mientras que el 9% está compuesto por madera, lo que también conlleva un nivel medio de vulnerabilidad ante inundaciones. Como se detalla en la tabla 26

Tabla 26. Tipo de materiales en paredes

<b>Variable</b>	<b>Valor</b>	<b>Porcentaje</b>
Pared de ladrillo	9	17
Pared de bloque	40	74
Pared de piedra	0	0
Pared de adobe	0	0
Pared de madera	5	9
<b>Total</b>	<b>54</b>	<b>100</b>

**Nota.** Cuadro para los valores y porcentajes de los materiales en paredes analizados.

### 3. El tipo cubierta de la vivienda

El tipo de cubierta utilizado en las viviendas varía, con un 57% de ellas hechas de metal, lo que indica un riesgo bajo de inundación, el 35% de las cubiertas está compuesto por vigas de madera y zinc por lo tanto el nivel es medio en la amenaza de inundación. Además, el 6% de las viviendas cuenta con cubiertas de loza y hormigón, prácticamente eliminando cualquier riesgo de inundación, mientras que el 2% utiliza caña y zinc, lo que representa un riesgo alto de inundación. Como se detalla en la tabla 27, por esto se recomienda encarecidamente optar por cubiertas de loza y hormigón en la construcción de viviendas, lo que ayudaría a reducir los posibles daños económicos, materiales y sociales asociados a las inundaciones.

Tabla 27. Tipo de cubierta

Variable	Valor	Porcentaje
Cubierta metálica	31	57
Losa hormigón	3	6
Vigas de madera y zinc	19	35
Caña y zinc	1	2
Vigas de madera y teja	0	0
<b>Total</b>	<b>54</b>	<b>100</b>

**Nota.** Cuadro para los valores y porcentajes del tipo de cubierta analizados.

### 4. ¿Cuál es el número de pisos de la vivienda?

La cantidad de pisos en las viviendas varía significativamente. Un 50% de las viviendas tienen dos pisos, por lo tanto, el nivel es medio en la amenaza de inundación, el 44% de las viviendas consta de un solo piso, lo que indica un alto riesgo de inundación, mientras que el 6% tiene tres pisos, representando un riesgo bajo de inundación. Como se detalla en la tabla 28, se recomienda para la amenaza de inundación que las viviendas tengan tres pisos o más, ya que esto conlleva un nivel de vulnerabilidad bajo, lo que ayudaría a reducir los posibles daños

económicos, materiales y sociales.

Tabla 28. Número de pisos

<b>Variable</b>	<b>Valor</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>1 piso</b>	24	44
<b>2 pisos</b>	27	50
<b>3 pisos</b>	3	6
<b>4 pisos</b>	0	0
<b>5 o más pisos</b>	0	0
<b>Total</b>	<b>54</b>	<b>100</b>

**Nota.** Cuadro para los valores y porcentajes de los numero de pisos analizados.

### **5. Año de construcción de la vivienda**

El año en que se construyó la vivienda tiene un papel importante en su susceptibilidad a inundaciones. El 65% de las viviendas construidas entre 1991 y 2023 no presentan amenaza de inundación. El 30% de las viviendas construidas entre 1981 y 1990 tienen un riesgo bajo de inundación, mientras que el 6% construido entre 1971 y 1980 enfrenta un riesgo más alto. A medida que la vivienda se construye más recientemente, específicamente a partir de 1991 hasta 2023, se vuelve menos susceptible a las inundaciones, así se detalla en la tabla 29. En cambio, las viviendas más antiguas muestran una disminución en su capacidad para resistir inundaciones, lo que conlleva a niveles de vulnerabilidad moderados y altos. Esta tendencia desempeña un papel crucial en la reducción de los potenciales daños económicos, materiales y sociales.

Tabla 29. Año de construcción

<b>Variable</b>	<b>Valor</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Antes 1970</b>	0	0
<b>Entre 1970-1980</b>	3	6
<b>Entre 1981-1990</b>	16	30
<b>Entre 1991-2023</b>	35	65
<b>Total</b>	<b>54</b>	<b>100</b>

**Nota.** Cuadro para los valores y porcentajes del año de construcción analizados.

## 6. Estado de conservación

El estado de mantenimiento de las viviendas es un factor relevante, con un 57% de ellas en un estado aceptable, por lo tanto, el nivel es bajo en la amenaza de inundación, el 30% son regulares representa un nivel medio en la amenaza de inundación, mientras que el 7% son buenos no hay amenaza de inundación y el 6% malo lo que indica el nivel alto en la amenaza de inundación, la cual se muestra en la tabla 30. Se recomienda enfáticamente mantener un buen estado de conservación en las viviendas, ya que esto eliminaría la amenaza de inundación, contribuyendo así a reducir los daños económicos, materiales y sociales asociados a este tipo de eventos.

Tabla 30. Estado de conservación

<b>Variable</b>	<b>Valor</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Bueno</b>	4	7
<b>Aceptable</b>	31	57
<b>Regular</b>	16	30
<b>Malo</b>	3	6
<b>Total</b>	<b>54</b>	<b>100</b>

**Nota.** Cuadro para los valores y porcentajes del estado de conservación analizados.

## 7. Características del suelo el cual está construido la vivienda

Las características del suelo en el que se encuentra edificada la vivienda es un factor clave, ya que el 89% de las viviendas se asienta sobre suelos húmedos, lo que conlleva un nivel medio en la amenaza de inundación, mientras que el 11% de las viviendas se ubica en áreas inundables, lo que representa un alto riesgo de inundación. La calidad del suelo es un factor determinante en todas las amenazas, y la construcción en terrenos firmes y secos se recomienda encarecidamente como medida para reducir sustancialmente los posibles daños económicos, materiales y sociales asociados a las inundaciones, la cual se muestra en la tabla 31.

Tabla 31. Características del suelo bajo la vivienda

Variable	Valor	Porcentaje
<b>Firme, seco</b>	0	0
<b>Inundable</b>	6	11
<b>Ciénega</b>	0	0
<b>Húmedo, blando, relleno</b>	48	89
<b>Total</b>	<b>54</b>	<b>100</b>

**Nota.** Cuadro para los valores y porcentajes de las características del suelo bajo la vivienda analizados.

## 8. Topografía del sitio

La topográfica del área sobre el cual está construido la vivienda representa un 80% a nivel, terreno plano por lo tanto el nivel es medio en la amenaza de inundación. En las regiones costeras, se recomienda encarecidamente que las viviendas sean construidas por encima del nivel de la calzada, como muestra la tabla 32. Esto se hace con el propósito de evitar que el agua penetre en las viviendas, lo que a su vez contribuiría a reducir los posibles daños económicos, materiales y sociales asociados a la amenaza de inundación.

Tabla 32. Topografía del sitio

Variable	Valor	Porcentaje
A nivel terreno plano	43	80
Bajo nivel calzada	11	20
Sobre nivel calzada	0	0
Escarpe positivo o negativo	0	0
<b>Total</b>	<b>54</b>	<b>100</b>

**Nota.** Cuadro para los valores y porcentajes de la topografía del sitio analizados.

Estas viviendas están construidas en asentamientos informales, debido a que no existe un correcto uso de ordenamiento territorial, por ende, al realizar el trabajo en campo y posterior análisis de datos obtenidos, establecemos que las viviendas que se ubican alrededor



del río Pita, tienen un nivel bajo de vulnerabilidad del 1,85%; un nivel medio de vulnerabilidad del 88,89% y un nivel alto de vulnerabilidad del 9,26%, como se detalla en la tabla 33.

Tabla 33. Nivel de Vulnerabilidad física de Infraestructura (viviendas) en la zona de influencia del río Pita en el sector de San Pablo de Pita

Nivel de vulnerabilidad	Frecuencia	Porcentaje	Observaciones
<b>Bajo</b>	1	1,85%	Se distinguen por ser construcciones que exhiben una resistencia notable frente al riesgo de inundación, gracias a su sistema estructural compuesto principalmente por hormigón armado y con paredes de ladrillo. Estas edificaciones, erigidas entre (1991 – 2023), mantienen un buen estado de conservación, contribuyendo así a su robustez y capacidad para hacer frente a posibles amenazas de inundación.
<b>Medio</b>	48	88,89%	Estas estructuras se distinguen por ser edificaciones cuyo nivel de vulnerabilidad ante la amenaza de inundación se ve influenciado por su sistema estructural mixto de madera y hormigón, así como por el tipo de material utilizado en sus paredes, compuesto por bloques y madera. Además, fueron construidos entre 1981 y 1990, presentando un estado de conservación que se considera aceptable.
<b>Alto</b>	5	9,26%	se distinguen por mantener en su mayoría un estado de conservación regular, ya que fueron construidas entre los años 1971 y 1980. Estas edificaciones se ubican en áreas propensas a inundaciones, presentan una elevación baja con respecto a la calzada y tienen una estructura de un solo piso, vinculándose con el sector San Pablo de Pita.
<b>Total</b>	54	100	

**Nota.** Matriz de valores del nivel de vulnerabilidad física estructural analizada en el desarrollo del trabajo, fuente (SNGR, PNUD, 2012).

### 4.3 Resultados según objetivo 3: Determinar los elementos esenciales expuestos a la amenaza de inundación en la zona de influencia del río Pita en el sector de San Pablo de Pita

El sector de San Pablo de Pita cuenta con un servicio de agua potable, una red de captación, conducción, tratamiento y distribución, las cuales componen el sistema de agua potable para el abastecimiento al sector de San Pablo de Pita, cabe mencionar que cada sector, tiene su propia administración en el caso del área de estudio, como se evidenció en la tabla 34, que está conformado de la siguiente manera según datos obtenidos mediante fichas de campo y entrevistas.

Tabla 34. Componentes de los elementos esenciales en el sistema de agua potable.

Compo- nente	Variable	Indicador	Inundación		
			Valor indicador	Peso pondera- ción	To- tal
CAPTACION	Estado actual	Regular	5	1,5	7,5
	Antigüedad	0 a 25	1	2	2
	Mantenimiento	Planificado	1	1	1
	Material de construcción	Hormigón	1	2	2
	Estándares y diseños de construcción	Entre el IEOS	5	2,5	2,5
	Estudios técnicos para cimentación	Se realizó estudios y se aplico	1	1	1
	TOTAL				BAJO
CONDUCCION	Estado actual	Regular	5	1,5	7,5
	Antigüedad	0 a 25	1	2	2
	Mantenimiento	Planificado	1	1	1
	Material de construcción	Hormigón	1	3	3
	Estándares y diseños de construcción	Entre el IEOS	5	1,5	7,5
	Estudios técnicos para estabilidad del terreno	Se realizó estudios y se aplico	1	1	1
	TOTAL				BAJO

<b>TRATAMIENTO</b>	Estado actual	Regular	5	1,5	7,5
	Antigüedad	0 a 25	1	2	2
	Mantenimiento	Planificado	1	1	1
	Material de construcción	Hormigón	1	2	2
	Estándares y diseños de construcción	Entre el IEOS	5	2,5	2,5
	Estudios técnicos para cimentación	Se realizó estudios y se aplico	1	1	1
	<b>TOTAL</b>			<b>BAJO</b>	<b>26</b>
<b>DISTRIBUCION</b>	Estado actual	Bueno	1	1,5	1,5
	Antigüedad	0 a 25	1	2	2
	Mantenimiento	Planificado	1	1	1
	Material de construcción	PVC	1	1	1
	Estudios Técnicos para cimentación	Se realizó estudios y se aplico	1	1	1
	<b>TOTAL</b>			<b>BAJO</b>	<b>6,5</b>

**Nota.** Datos obtenidos de las entrevistas realizadas a la Junta Administradora de Agua

Potable, Sector de San Pablo de Pita.

### **Sistema de alcantarillado**

El sector de San Pablo de Pita estado de alcantarillado público de tipo sanitario, está funcionando a través de tubería de hormigón, localizada en la vía principal, las cuales mantienen excelentes diseños de construcción con una antigüedad de 0 a 25 años los cuales nos dan un indicio de que se encuentra en un muy buen estado el sistema de alcantarillado. Al analizar los valores de todos los indicadores de la matriz expuesta en la tabla 35, según la metodología de la SNGR-PNUD (2012), el sistema de alcantarillado del sector de San Pablo de Pita, representa una vulnerabilidad baja a inundaciones, esto se ve fortalecido por la buena administración de la zona y el sector.

Tabla 35. Vulnerabilidad del Sistema de Alcantarillado en la zona de influencia del río

Pita

Componente	Variable	Indicador	Inundación		
			Valor Indicador	Peso ponderación	Total
Alcantarillado colector	Funcionamiento hidráulico	Caudal real = Caudal de diseño	5	2	10
	Estado actual	bueno	1	1	1
	Antigüedad	0 a 25	1	1	1
	Mantenimiento	planificado	1	2	2
	Material de construcción	hormigón	1	3	3
	Estándares de diseño y construcción	antes de IEOS	1	1	1
	Total				BAJO

**Nota.** Componente analizado en el sector del río Pita, fuente GAD Caluma.

### Sistema vial

El nivel de vulnerabilidad de la vía principal de acceso al sector San Pablo de Pita del cantón Caluma, es la vía que une a cantón Caluma con el sector San Pablo de Pita y permite la movilidad y conectividad de los habitantes de la zona, esta vía de acceso principal nos indica un nivel de vulnerabilidad bajo ya que cumple con cada uno de los estándares ponderados que nos indica un nivel de vulnerabilidad bajo, la cual se detalla en la tabla 36, el estado de revestimiento está en buenas condiciones, se realiza un mantenimiento planificado, los estándares y diseños de construcción son hechos conforme a lo que establece la normativa MOP 2022, es decir que por ello se determina un nivel de vulnerabilidad bajo.

Tabla 36. Vulnerabilidad del Sistema Vial en la zona de influencia del Río Pita en San Pablo de Pita

Factor de vulnerabilidad	Ruta	Categoría	Variable de vulnerabilidad	Indicadores	Valor de indicador	Peso ponderación	Valor de indicador * Peso ponderación	Total, de vulnerabilidad	Nivel de vulnerabilidad
<b>Red vial</b>	Vía de San Pablo de Pita-Caluma	Rural	Estado de revestimiento	Bueno	1	2	2	<b>10</b>	<b>Bajo</b>
				Regular					
				Malo					
			Mantenimiento	Planificado	1	3	3		
				Esporádico					
				Ninguna					
Estándares de diseño y construcción	Aplica la normativa MOP 2022	1	5	5					
	Versión anterior al 2002								
	No aplica normativa								

**Nota.** Datos tomados del estado de la red vial de San Pablo de Pita.

## Puente de influencia

Para los niveles de vulnerabilidad, se han tomado en cuanta ciertas condiciones específicas que nos ayudaron a determinar el nivel de vulnerabilidad, tal es el caso del estado de revestimiento, que indica que tiene un estado de revestimiento regular, factores como la antigüedad, mantenimiento, material de construcción y estándares de diseño y construcción nos ayudan a determinar un valor de vulnerabilidad media respecto a la amenaza por inundación por precipitación del río Pita, como se muestra en la tabla 37.

Tabla 37. Principal puente en la zona de influencia del río Pita en el sector San Pablo de Pita

Compo- nente	Variable	Indicador	Inundación		Total
			Valor indicador	Peso de ponderación	
Puente	Estado de revestimiento	regular	5	2	10
	Antigüedad	25 a 50 años	5	3	15
	Mantenimiento	esporádico	5	1	5
	Material de construcción	hormigón	1	2	2
	Estándares de diseño y construcción	versión anterior al 2002	5	2	10
	<b>Total</b>			<b>MEDIO</b>	

**Nota.** Resultado del análisis del estado del puente, mediante ficha de campo.

#### 4.4 Resultados según objetivo 4: Proponer medidas de protección para reducir la vulnerabilidad de las edificaciones y los elementos esenciales expuestos a la amenaza de inundación en la zona de influencia del río Pita en el sector de San Pablo de Pita.

La implementación efectiva de estas medidas requiere la colaboración entre el GAD cantonal de Caluma y la comunidad, así como el compromiso continuo con la gestión integral del riesgo de inundación. La reducción de la vulnerabilidad de las edificaciones y elementos esenciales frente a inundaciones no solo fortalecerá la resiliencia de las comunidades, sino que también contribuirá a la seguridad y estabilidad a largo plazo. Como se muestra en la tabla 38 y 39.

Tabla 38. Medidas estructurales

<b>Medidas de reducción, preparación</b>	<b>Responsables y colaboradores</b>	<b>Plazo de ejecución</b>
<p>Construir presas y diques, para controlar el flujo de agua y reducir la posibilidad de desbordamientos.</p> <p>Estas estructuras pueden retener el exceso de agua y liberarlo gradualmente.</p>		4 años
<p>Canalización de ríos: La canalización de ríos y arroyos puede ayudar a dirigir el agua lejos de zonas habitadas o importantes, reduciendo así el riesgo de inundaciones.</p>		4 años
<p>Muros de contención: La construcción de muros de contención a lo largo de las riberas de los ríos y costas puede proteger las áreas urbanas y agrícolas de las inundaciones.</p>	GAD cantonal de Caluma y	4 años
<p>Sistemas de drenaje mejorados: Mejorar el sistema de drenaje urbano y rural, incluyendo la limpieza y ampliación de canales, alcantarillas y sistemas de drenaje pluvial.</p>	habitantes del sector.	4 años
<p>Reforestación y manejo de cuencas: La reforestación y la gestión sostenible de las cuencas hidrográficas pueden ayudar a reducir la escorrentía y mejorar la infiltración del agua en el suelo</p>		4 años
<p>Mejoras en infraestructuras urbanas: Elevar edificios, carreteras y sistemas de servicios públicos por encima del nivel de inundación conocido, y diseñarlos para resistir inundaciones.</p>		4 años
<p><b>Nota.</b> Medidas estructurales que ayuden y apoyen a la resiliencia en caso de un suceso peligroso como es la inundación del río Pita.</p>		

Tabla 39. Medidas no estructurales

<b>Medidas de reducción, preparación</b>	<b>Responsables y colaboradores</b>	<b>Plazo de ejecución</b>
Elaborar trabajos cartográficos de riesgos visualización una nueva filosofía donde el ordenamiento del territorio se convierta en la herramienta principal.		4 años
Ordenanzas de Construcción y Diseño: Implementar códigos de construcción que requieran de resistencia a las inundaciones, como elevar edificios por encima del nivel de inundación previsto.	GAD cantonal de Caluma y habitantes del sector.	4 años
Planificación de uso de suelo: Planificar el desarrollo urbano de manera que se evite construir en áreas vulnerables a inundaciones. Esto implica identificar y proteger áreas de recarga de aguas subterráneas y zonas inundables.		4 años
Programas de Seguro contra Inundaciones: Fomentar la compra de seguros contra inundaciones, lo que puede ayudar a las personas y las empresas a recuperarse más rápidamente después de una inundación.		4 años
Coordinación Interinstitucional: Fomentar la colaboración entre agencias gubernamentales, organizaciones no gubernamentales y la comunidad local para abordar exitosamente la gestión de inundaciones.		4 años

**Nota.** Medidas no estructurales que ayuden y apoyen a la resiliencia en caso de un suceso peligroso como es la inundación del río Pita.



## **CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 Conclusiones**

- En el análisis de la zona de influencia del río Pita en el sector San Pablo de Pita, se identificó una amenaza media a inundación con el 57,7%, con una pendiente entre 5 y 12%, siendo estas inundaciones causadas por precipitaciones intensas y crecidas de ríos. Esta zona presenta una clara correlación con las planicies aluviales del río y sectores con menor capacidad de drenaje natural. La actividad antrópica en zonas cercanas al río, así como, las alteraciones en la forma natural del terreno, lo que incrementado las condiciones de riesgo en la zona de estudio.
  
- De 54 viviendas evaluadas un alto porcentaje de las edificaciones en el sector San Pablo de Pita se construyeron sin tener en cuenta las características geotécnicas del suelo y sin aplicar medidas estructurales que consideraron la amenaza de inundación, con la base de evaluación, determinó que las viviendas situadas en la zona de influencia del río Pita, se obtuvo un nivel medio de vulnerabilidad del 88,89%. Además, se identificó un nivel elevado de vulnerabilidad del 9,26%, lo que incrementa significativamente la susceptibilidad de estas edificaciones frente a posibles inundaciones.
  
- Los elementos esenciales en el sector San Pablo de Pita, se ha determinado que la vulnerabilidad es baja en el sistema de agua potable con puntaje de 20,13, alcantarillado con puntaje de 18 y red vial con puntaje de 10, frente a inundaciones. Y la atención prioritaria se enfocó en el estado del puente, se detectado un nivel medio de vulnerabilidad con un puntaje 42, dado que manifiesta una carencia notaria en cuanto al mantenimiento adecuado.

- Para reducir la vulnerabilidad de las edificaciones, es esencial realizar un muro de contención en referencia a las viviendas que están en zonas de riesgo, así como realizar estructurales de elevación de las viviendas, para mejorar las construcciones existentes con materiales resistentes al agua (hormigón, aceros inoxidable) y mejorar los sistemas de drenaje. Las medidas de mitigación también deben incluir la restauración y conservación de las áreas de amortiguamiento natural, como humedales y zonas de vegetación ribereña, que actúan como barreras naturales ante las inundaciones.

## 5.2 Recomendaciones

- Se recomienda establecer una zonificación precisa del área de influencia del río Pita, señalando las áreas de mayor riesgo. Esta zonificación debe ser la base para la planificación territorial y la toma de decisiones relacionadas con desarrollos futuros en el sector San Pablo de Pita. Se solicita a las autoridades locales a establecer ordenanzas para el cumplimiento de las normativas de construcción en áreas identificadas como de riesgo, limitando o restringiendo nuevas edificaciones en zonas de riesgos.
  
- Se sugiere integrar tanto medidas estructurales, como la elevación de edificaciones críticas, no estructurales, en la planificación y en la creación de áreas verdes para la absorción de agua. Es fundamental desarrollar una estrecha colaboración con las autoridades locales, el sector involucrado y otros actores relevantes. Además, es imperativo establecer un plan de monitoreo continuo para evaluar la efectividad de las medidas implementadas y realizar ajustes según sea necesario. Esta estrategia aseguraría la resiliencia a largo plazo frente a la amenaza de inundación en el sector de San Pablo de Pita, contribuyendo a la protección sostenible del sector y la infraestructura en riesgo.
  
- Es aconsejable establecer un plan de evaluación de la amenaza de inundaciones ante los elementos esenciales (sistema de agua potable, alcantarillado, red vial y puentes). Esta recomendación busca garantizar una planificación y respuesta efectiva, preservando así la funcionalidad y seguridad de los componentes esenciales en el sector de San Pablo de Pita.

- La implementación de medidas estructurales y no estructurales que favorecen la resiliencia de la infraestructura en la zona de inundaciones, también contribuirá a la sostenibilidad y seguridad a largo plazo del sector San Pablo de Pita, con implementación de programas educativos dirigidos al sector, con el fin de concienciar sobre los riesgos asociados a las inundaciones y ejecuten prácticas, estos programas deben incluir la formación de brigadas comunitarias, las cuales pueden actuar como primeros respondedores en caso de emergencia, brindando apoyo y asistencia inmediata.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agudelo, L., & Aignerren, J. (20 de Agosto de 2010). *Diseños de investigación experimental y no-experimental*. Obtenido de Centro de Estudios de Opción: [https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/2622/1/AgudeloGabriel\\_2008\\_DisenosInvestigacionExperimental.pdf](https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/2622/1/AgudeloGabriel_2008_DisenosInvestigacionExperimental.pdf)
- Bravo Matamoros, A. D. (2020). *Evaluación de gestión y reducción del riesgo ante inundaciones, en contextos urbanos de la ciudad de Guayaquil, por parte del Municipio de Guayaquil durante el periodo 2009-2019*. [Tesina de en Liderazgo, Cambio Climático y Ciudades, FLACSO Ecuador]. Obtenido de <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/handle/10469/16785>
- Cajigal Molina, E., & Maldonado González, A. L. (2019). Metodología para el análisis de vulnerabilidad ante inundaciones. Un ejercicio emergente ante el cambio climático. *Economía, sociedad y territorio*, 19(61), 543-574. doi:<https://doi.org/10.22136/est20191342>
- CENAPRED. (2001). *Programa Nacional de Prevencion y Mitigacion del Riesgo de Desastres* (1 ed.). Mexico: Printed and made in Mexico.
- Cruz, S., & Karime, R. (2012). *Gestion integrada del riesgo de inundaciones en Colombia*. Bogota, Colombia.
- DesInventar Sendai. (2021). *Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres*. Naciones Unidas. Obtenido de [https://www.desinventar.net/migrate\\_Sendai.html](https://www.desinventar.net/migrate_Sendai.html)
- Domínguez Villacorta, O., & Palma Jambo, J. E. (2020). *Evaluación de la vulnerabilidad físico-estructural ante el riesgo de inundación de las viviendas colindantes al aeropuerto Armando Revoredo Iglesias de Cajamarca, 2020*. [Tesis de licenciatura,

Universidad Privada del Norte]. Obtenido de Archivo Digital.  
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/27906>

GAD Municipal de Caluma. (2019). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial 2012-2019*. Fundación Santiago de Guayaquil.

GAD municipal del cantón Caluma. (2019). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Caluma 2014-2019*. Secretario General del GAD-M Cantón Caluma.

Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Bolívar. (2015). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la provincia Bolívar*. Obtenido de [https://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdocumentofinal/0260000170001\\_PDOT%20BOLIVAR%202015\\_02-09-2015\\_12-08-14.pdf](https://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0260000170001_PDOT%20BOLIVAR%202015_02-09-2015_12-08-14.pdf)

IGAC. (Mayo de 2018). *Glosario de términos geomorfológicos a levantamientos de suelos*. Obtenido de <http://igacnet2.igac.gov.co/intranet/UserFiles/File/procedimientos/procedimientos%202008/2018/G40700-03%2018V3%20Glosario%20de%20terminos%20geomorfologicos%20aplicados%20a%20levantamientos%20de%20suelos.pdf>

IGME. (2003). *Glosario de terminos Hidrogeologicos*. Obtenido de [https://aguas.igme.es/igme/publica/libro76/pdf/lib76/in\\_09.pdf](https://aguas.igme.es/igme/publica/libro76/pdf/lib76/in_09.pdf)

INAMHI. (2009). *Caracterizacion Hidrogeologica de la Zona Sur de la Cuenca Baja del Rio Guayas*. Quito, Pichincha, Ecuador.

INFORM-LAC. (2018). *Índice de gestión de riesgos para América Latina y el Caribe*. INFORM-LAC. Obtenido de <https://www.unicef.org/lac/media/1601/file>

- JATUN SACH'A". (1999). *Educación ambiental para el trópico de Cochabamba*. Cochabamba: agroforestal.
- Lapo Alcivar, C. M. (2019). *Análisis espacio-temporal del riesgo de inundación mediante simulación espacial en la Parroquia Puerto Napo*. [Proyecto de Investigación, Universidad Nacional de Chimborazo]. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/5842>
- Londoño Giraldo, J. (2021). *Evaluación del riesgo urbano por inundaciones del río Supía*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Obtenido de Archivo Digital. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79634>
- Lopez, D. N. (2012). *Riesgo de Inundacion, Medidas estructurales y no estructurales*. Cuenca, Ecuador .
- Lozano Melgarejo, A. M. (2021). *Formulación de la guía para los trámites de ocupación de cauces, corredores ecológicos de ronda y áreas adyacentes a elementos de la EEP en el perímetro urbano de Bogotá*. Universidad Santo Tomás. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/31615>
- Mena Benavides, M., Scheffczyk, K., Urrutia, M., Huerta, B., & Walz, Y. (2021). *Evaluación del riesgo de inundación en Ecuador*. United Nations University - Institute for Environment and Human Security (UNU-EHS). Obtenido de <https://collections.unu.edu/view/UNU:8434#viewAttachments>
- Paucar, J. (2016). *Modelo para la articulación de la gestión del riesgo en el proceso de ordenamiento territorial de la ciudad de Guaranda/Ecuador*. Valencia.
- Puentestar Quishpi, H. R., & Ocampo Barragan, E. A. (2023). *Análisis de zonas susceptibles ante la amenaza de inundaciones, empleando SIG en el recinto Charquiyacu, cantón*

- Caluma, período noviembre 2022-febrero 2023*. [Trabajo de pregrado, Universidad Estatal de Bolívar]. Obtenido de Archivo Digital. <https://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/5515>
- Reef Resilience Network*. (2016). Obtenido de El niño Oscilación del Sur: <https://reefresilience.org/es/stressors/climate-and-ocean-change/el-nino-southern-oscillation/#:~:text=La%20Oscilaci%C3%B3n%20del%20Sur%20de,nueve%20mes%20a%20dos%20a%C3%B1os>.
- Robles Gruezo, F. A. (2021). *Propuesta de una agenda de reducción de riesgos de inundación por tsunami en la parroquia Tachina en el cantón y provincia de Esmeraldas*. [Trabajo de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. Obtenido de Archivo Digital. <https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/2847/1/Robles%20Gruezo%20Frank.pdf>
- Rodríguez López, M., Piñeiro Sánchez , C., & de Llano Monelos, P. ( 2013). Mapa de Riesgos: Identificación y Gestión de Riesgos. *Revista Atlántica de Economía* .
- Romero, L. (2020). Riesgo, amenaza, vulnerabilidad y desastres ambientales en la megaminería. El caso de Bajo La Alumbreira. *Lhawet*, 6(6), 75-81. Obtenido de <https://portalderevistas.unsa.edu.ar/index.php/Lhawet/article/view/1549>
- S, C., & R, K. (2012). *Gestion integrada del riesgo de inundaciones en Colombia*. Bogota, Colombia.
- Sacoto Flores, M. A., & Sánchez García, C. (2023). Essential element vulnerabilities and comprehensive disaster risk assessment for urban planning and risk management in Azogues, Ecuador. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 49(1), 163-190. doi:<http://doi.org/10.18172/cig.5628>



- Sánchez García, C., & Francos, M. (2022). Human-environmental interaction with extreme hydrological events and climate change scenarios as background. *Geography and Sustainability*, 3(3), 232-236. doi:<https://doi.org/10.1016/j.geosus.2022.08.002>
- Sarría, F. A. (2006). Sistemas de Información Geográfica. Obtenido de <https://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario.pdf>
- Secretaría de Gobernación. (2005). *Terminos de referencia*. Obtenido de <http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/Resource/6/1/imagenes/trpc.pdf>
- Secretaría Nacional de Planificación de Ecuador. (2021). *Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025 de Ecuador*.
- Serna, E. (2022). *Ingeniería y Desarrollo en la Nueva Era* (Primera ed., Vol. Primera Edición). Instituto Antioqueño de Investigación. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Edgar-Serna-M/publication/366642260\\_Ingenieria\\_y\\_Developmento\\_en\\_la\\_Nueva\\_Era/links/63ac48a7a03100368a36105e/Ingenieria-y-Desarrollo-en-la-Nueva-Era.pdf#page=680](https://www.researchgate.net/profile/Edgar-Serna-M/publication/366642260_Ingenieria_y_Developmento_en_la_Nueva_Era/links/63ac48a7a03100368a36105e/Ingenieria-y-Desarrollo-en-la-Nueva-Era.pdf#page=680)
- SNGR, PNUD. (2012). *Propuesta metodologica para el analisis de vulnerabilidades en funcion de amenazas a nivel municipal*. Quito, Pichincha, Ecuador: ISBN. 9942-9887-4.
- UNDRR. (2019). *Critical Infrastructure including schools, health facilities and roads threatened by climate crisis*. United Nations Office for Disaster Risk Reduction. Obtenido de <https://www.undrr.org/news/critical-infrastructure-including-schools-health-facilities-and-roads-threatened-climate>

- UNDRR. (2021). *Regional Assessment Report on Disaster Risk in Latin America and the Caribbean*. United Nations Office for Disaster Risk Reduction. Obtenido de <https://www.undrr.org/media/48868/download?startDownload=true>
- UNISDR. (2009). *Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres*. Ginebra, Suiza. Obtenido de [https://www.unisdr.org/files/7817\\_UNISDRTerminologySpanish.pdf](https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf)
- Valdés Rojas, O. (2019). *Infraestructura pública resiliente al riesgo de desastres para un desarrollo sostenible de ciudades : Incorporación de la evaluación del riesgo de desastres en el ciclo de iniciativas de inversión pública de Chile*. Universidad de Chile. Obtenido de <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/181725>
- Villamizar, R., Rivera, M., & Delgado, R. (2019). Mapa de amenaza por crecientes súbitas en la microcuenca La Viuda, Chitagá, Colombia. *Revista Ambiental agua, aire y suelo*, 10(2), 1-13. Obtenido de [https://revistas.unipamplona.edu.co/ojs\\_viceinves/index.php/RA/article/view/3966/2429](https://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/RA/article/view/3966/2429)
- Yáñez, D., Hurtado, J., & Cando, M. (2017). *Propuesta metodológica para la elaboración de cartografía de amenazas por inundación*. Secretaría de gestión de riesgos.
- Zorn, M. (2018). Natural Disasters and Less Developed Countries. *Pelc, S., Koderman, M. (eds) Nature, Tourism and Ethnicity as Drivers of (De)Marginalization*, 3, 59-78. doi:[https://doi.org/10.1007/978-3-319-59002-8\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-319-59002-8_4)

## ANEXOS

### Anexo N 1. Fichas de viviendas



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**  
**FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO**  
**ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO**

#### **GUÍA DE ENCUESTA A SER APLICADA A POBLADORES DEL SECTOR SAN PABLO DE PITA DEL CANTÓN CALUMA**

#### **OBJETIVO:**

Realizar el análisis de vulnerabilidad de edificaciones y elementos esenciales e puestos a inundación, en la zona de influencia del río Pita en el sector de San Pablo de Pita del cantón Caluma provincia Bolívar.

#### **DATOS DE UBICACIÓN:**

**Cantón:** Caluma  
**Sector:** San Pablo de Pita  
**N° Casa:**

#### **Coordenadas**

<b>X</b>	<b>Y</b>

<b>VARIABLES DE VULNERABILIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>VALOR DE INDICADOR</b>
Sistema Estructural	Permite tener una idea de la posible aplicación de criterios de diseño de defensa contra la amenaza.	Hormigón armado	
		Estructura metálica	
		Estructura de madera	
		Estructura de caña	
		Estructura de pared	
		Mi lta madera hormigón	
		Mi lta metálica hormigón	
Tipo de material de paredes	El grado de deterioro influye en la vulnerabilidad de la edificación.	Pared de ladrillo	
		Pared de bloque	
		Pared de piedra	
		Pared de adobe	
		Pared de madera	
Tipos de cubierta	El tipo de terreno influye en las características de la vulnerabilidad física.	Cubierta metálica	
		Losa hormigón	
		Vigas de madera y zinc	
		Caña y zinc	
		Vigas de madera y teja	
Número de pisos	La topografía del sitio de constitución de la edificación indica posibles debilidades frente a la amenaza.	1 piso	
		2 pisos	
		3 pisos	
		4 pisos	
		5 o más pisos	

Año construcción	Permite tener una idea de la posible aplicación de criterios de diseño de defensa contra la amenaza.	<1970	
		1970-1980	
		1981-1990	
		>1991	
Estado de conservación	El grado de deterioro influye en la vulnerabilidad de la edificación.	Bueno	
		Aceptable	
		Regular	
		Malo	
Características del suelo	El tipo de terreno influye en las características de la vulnerabilidad física.	Firme, seco	
		Inundable	
		Ciénega	
		Húmedo, blando, relleno	
Topografía del sitio	La topografía del sitio de constitución de la edificación indica posibles debilidades frente a la amenaza.	A nivel terreno plano	
		Bajo nivel calzada	
		Sobre nivel calzada	
		Escarpe positivo o negativo	

## Anexo N 2. Fichas de elementos esenciales

### 2.1 Sistema de agua potable



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**  
**FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO**  
**ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO**

**GUÍA DE ENCUESTA A SER APLICADA A POBLADORES DEL SECTOR SAN PABLO DE PITA DEL CANTÓN CALUMA**

Realizar el análisis de vulnerabilidad de edificaciones y elementos esenciales expuestos a inundación, en la zona de influencia del río Pita en el sector de San Pablo de Pita del cantón Caluma provincia Bolívar.

#### OBJETIVO:

#### DATOS DE UBICACIÓN:

**Cantón:** Caluma

**Sector:** San Pablo de Pita

**Nombre:**

#### Coordenadas

X	Y

COMPONENTE	VARIABLE	INDICADORES	VALOR DE INDICADOR
Agua Potable Captación	Estado Actual	Bueno	
		Regular	
		Malo	
	Antigüedad	0 a 25	
		25 a 50	
		Mayor a 50	
	Mantenimiento	Planificado	
		Esperado	
		Ninguno	
	Material de construcción	PVC	
		Hormigón	
		Asbesto de cemento	
		Mampostería de piedra y ladrillo	
	Estándares de diseño y construcción	Antes de IEOS	
		Entre el IEOS	
Después de la norma local			
Estudios técnicos para Estabilidad del terreno	Se realizo estudios y se aplico		
	Se realizo estudios, pero no se aplico		
	No se realizó estudios		
COMPONENTE	VARIABLE	INDICADORES	VALOR DE INDICADOR
	Estado Actual	Bueno	

<b>Agua Potable Conducción</b>	<b>Antigüedad</b>	Regular	
		Malo	
		0 a 25	
	<b>Mantenimiento</b>	25 a 50	
		Mayor a 50	
		Planificado	
	<b>Material de construcción</b>	Esperado	
		Ninguno	
		PVC	
		Hormigón	
	<b>Estándares de diseño y construcción</b>	Asbesto de cemento	
		Mampostería de piedra y ladrillo	
		Antes de IEOS	
	<b>Estudios técnicos para Estabilidad del terreno</b>	Entre el IEOS	
		Después de la norma local	
		Se realizo estudios y se aplico	
	<b>Estudios técnicos para Estabilidad del terreno</b>	Se realizo estudios, pero no se aplico	
		No se realizó estudios	
<b>COMPONENTE</b>	<b>VARIABLE</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>VALOR DE INDICADOR</b>
<b>Agua Potable Tratamiento</b>	<b>Estado Actual</b>	Bueno	
		Regular	
		Malo	
	<b>Antigüedad</b>	0 a 25	
		25 a 50	
		Mayor a 50	
	<b>Mantenimiento</b>	Planificado	
		Esperado	
		Ninguno	
	<b>Material De Construcción</b>	PVC	
		Hormigón	
		Asbesto De Cemento	
		Mampostería de piedra y ladrillo	
	<b>Estándares De Diseño Y Construcción</b>	Antes de IEOS	
		Entre el IEOS	
		Después de la norma local	
	<b>Estudios Técnicos Para Cimentación</b>	Se realizo estudios y se aplico	
		Se realizo estudios, pero no se aplico	
No se realizó estudios			

COMPONENTE	VARIABLE	INDICADORES	VALOR DE INDICADOR
Agua Potable Distribución	Estado Actual	Bueno	
		Regular	
		Malo	
	Antigüedad	0 a 25	
		25 a 50	
		Mayor a 50	
	Mantenimiento	Planificado	
		Esperado	
		Ninguno	
	Material De Construcción	PVC	
		Hormigón	
		Asbesto De Cemento	
		Mampostería de piedra y ladrillo	
	Estudios Técnicos Para Cimentación	Se realizo estudios y se aplico	
		Se realizo estudios, pero no se aplico	
No se realizó estudios			

## 2.2 Alcantarillado



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**  
**FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO**  
**ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO**

**GUÍA DE ENCUESTA A SER APLICADA A POBLADORES DEL SECTOR SAN PABLO DE PITA DEL CANTÓN CALUMA**

**OBJETIVO:**

Realizar el análisis de vulnerabilidad de edificaciones y elementos esenciales expuestos a inundación, en la zona de influencia del río Pita en el sector de San Pablo de Pita del cantón Caluma provincia Bolívar.

**DATOS DE UBICACIÓN:**

**Cantón:** Caluma  
**Sector:** San Pablo de Pita  
**Nombre:**

**Coordenadas**

X	Y

COMPONENTE	VARIABLE	INDICADORES	VALOR DE INDICADOR
Alcantarillado	Funcionamiento hidráulico	Caudal real < Caudal de diseño	
		Caudal real = Caudal de diseño	
		Caudal real > Caudal de diseño	
	Estado actual	Bueno	
		Regular	
		Malo	
	Antigüedad	0 a 25	
		25 a 50	
		> a 50	
	Mantenimiento	Planificado	
		Esporádico	
		Ninguno	
	Material de construcción	PVC	
		Hormigón	
		Asbesto de cemento	
Mampostería de piedra y ladrillo			
Estándares de diseño y construcción	Antes de IEOS		
	Entre el IEOS		
	Después de la norma local		



### 2.3. Puente



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**  
**FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO**  
**ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO**

**GUÍA DE ENCUESTA A SER APLICADA A POBLADORES DEL SECTOR SAN PABLO DE PITA DEL CANTÓN CALUMA**

**OBJETIVO:**

Realizar el análisis de vulnerabilidad de edificaciones y elementos esenciales expuestos a inundación, en la zona de influencia del río Pita en el sector de San Pablo de Pita del cantón Caluma provincia Bolívar.

**DATOS DE UBICACIÓN:**

**Cantón:** Caluma  
**Sector:** San Pablo de Pita  
**Nombre:**

**Coordenadas**

X	Y

COMPONENTE	VARIABLE	INDICADORES	VALOR DE INDICADOR
Puentes	Estado de revestimiento	Bueno	
		Regular	
		Malo	
	Antigüedad	0 a 25 años	
		25 a 50 años	
		> 50 años	
	Mantenimiento	Planificado	
		Esporádico	
		Ninguna	
	Material de construcción	Hormigón	
		Piedra	
		Mixto (piedra y cemento)	
	Estándares de diseño y construcción	Aplica la normativa MOP 2002	
		versión anterior al 2002	
		no aplica normativa	

## 2.4. Vías



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**  
**FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO**  
**ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO**

**GUÍA DE ENCUESTA A SER APLICADA A POBLADORES DEL SECTOR SAN PABLO DE PITA DEL CANTÓN CALUMA**

**OBJETIVO:**

Realizar el análisis de vulnerabilidad de edificaciones y elementos esenciales expuestos a inundación, en la zona de influencia del río Pita en el sector de San Pablo de Pita del cantón Caluma provincia Bolívar.

**DATOS DE UBICACIÓN:**

**Cantón:** Caluma

**Coordenadas**

**Sector:** San Pablo de Pita

X	Y

**Nombre:**

COMPONENTE	VARIABLE	INDICADORES	VALOR DE INDICADOR
Red vial	Estado revestimiento	Bueno	
		Regular	
		Malo	
	Mantenimiento	Planificado	
		Esporádico	
		Ninguna	
	Estándares de diseño y construcción	Aplica la normativa MOP 2022	
		Versión anterior al 2002	
		No aplica normativa	

### Anexo N 3. Resultados de la vulnerabilidad física de infraestructura

*Tabla 37. Resultado de la Vulnerabilidad física de Infraestructura (vivienda) en la zona de influencia del Rio Pita.*

Dimensión estructural, caracterización de la infraestructura									Valores de indicar por peso de ponderación								Vulnerabilidad física	
Orden	Sistema Estructural	Tipo de Material en paredes	Tipo de cubierta	Número de pisos	Año de construcción	Estado de conservación	Características del suelo bajo la edificación	Topografía del sitio	Sistema Estructural	Tipo de Material en paredes	Tipo de cubierta	Número de pisos	Año de construcción	Estado de conservación	Características del suelo bajo la edificación	Topografía del sitio	Índice de vulnerabilidad	Nivel de vulnerabilidad
1	Estructura de madera	Pared de madera	Vigas de madera y zinc	1	>1991	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	A nivel terreno plano	5	5,5	1,5	11	0	0,5	15	15	53,5	Medio
2	Hormigón armado	Pared de bloque	Vigas de madera y zinc	1	>1991	Regular	Húmedo, blando, relleno	A nivel terreno plano	0,5	5,5	1,5	11	0	2,5	15	15	51,0	Medio
3	Hormigón armado	Pared de bloque	Cubierta metálica	1	>1991	Bueno	Húmedo, blando, relleno	A nivel terreno plano	0,5	5,5	0,3	11	0	0	15	15	47,3	Medio
4	Hormigón armado	Pared de ladrillo	Cubierta metálica	1	>1991	Regular	Húmedo, blando, relleno	Bajo nivel calzada	0,5	1,1	0,3	11	0	2,5	15	30	60,4	Medio
5	Mixta madera hormigón	Pared de bloque	Vigas de madera y zinc	2	>1991	Regular	Húmedo, blando, relleno	Bajo nivel calzada	2,5	5,5	1,5	5,5	0	2,5	15	30	62,5	Medio
6	Hormigón armado	Pared de ladrillo	Cubierta metálica	2	1981-1990	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	A nivel terreno plano	0,5	1,1	0,3	5,5	0,5	0,5	15	15	38,4	Medio
7	Hormigón armado	Pared de bloque	Cubierta metálica	2	>1991	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	A nivel terreno plano	0,5	5,5	0,3	5,5	0	0,5	15	15	42,3	Medio
8	Mixta madera hormigón	Pared de madera	Cubierta metálica	2	1981-1990	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	A nivel terreno plano	2,5	5,5	0,3	5,5	0,5	0,5	15	15	44,8	Medio

9	Hormigón armado	Pared de bloque	Losa hormigón	2	1981-1990	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	A nivel terreno plano	0,5	5,5	0	5,5	0,5	0,5	15	15	42,5	Medio
10	Hormigón armado	Pared de madera	Vigas de madera y zinc	2	1970-1980	Malo	Inundable	Bajo nivel calzada	0,5	5,5	1,5	5,5	2,5	5	30	30	80,5	Alto
11	Hormigón armado	Pared de bloque	Cubierta metálica	2	>1991	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	A nivel terreno plano	0,5	5,5	0,3	5,5	0	0,5	15	15	42,3	Medio
12	Hormigón armado	Pared de bloque	Vigas de madera y zinc	1	>1991	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	A nivel terreno plano	0,5	5,5	1,5	11	0	0,5	15	15	49,0	Medio
13	Hormigón armado	Pared de bloque	Cubierta metálica	1	>1991	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	A nivel terreno plano	0,5	5,5	0,3	11	0	0,5	15	15	47,8	Medio
14	Hormigón armado	Pared de bloque	Cubierta metálica	1	>1991	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	A nivel terreno plano	0,5	5,5	0,3	11	0	0,5	15	15	47,8	Medio
15	Estructura de madera	Pared de madera	Vigas de madera y zinc	2	1970-1980	Malo	Inundable	A nivel terreno plano	5	5,5	1,5	5,5	2,5	5	30	15	70,0	Alto
16	Estructura de madera	Pared de bloque	Vigas de madera y zinc	2	1981-1990	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	A nivel terreno plano	5	5,5	1,5	5,5	0,5	0,5	15	15	48,5	Medio
17	Hormigón armado	Pared de bloque	Cubierta metálica	2	1981-1990	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	A nivel terreno plano	0,5	5,5	0,3	5,5	0,5	0,5	15	15	42,8	Medio
18	Hormigón armado	Pared de bloque	Cubierta metálica	2	1981-1990	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	Bajo nivel calzada	0,5	5,5	0,3	5,5	0,5	0,5	15	30	57,8	Medio
19	Hormigón armado	Pared de bloque	Vigas de madera y zinc	2	>1991	Regular	Húmedo, blando, relleno	A nivel terreno plano	0,5	5,5	1,5	5,5	0	2,5	15	15	45,5	Medio
20	Hormigón armado	Pared de bloque	Vigas de madera y zinc	2	>1991	Regular	Húmedo, blando, relleno	A nivel terreno plano	0,5	5,5	1,5	5,5	0	2,5	15	15	45,5	Medio
21	Hormigón armado	Pared de bloque	Vigas de madera y zinc	2	>1991	Regular	Húmedo, blando, relleno	A nivel terreno plano	0,5	5,5	1,5	5,5	0	2,5	15	15	45,5	Medio

22	Hormigón armado	Pared de bloque	Cubierta metálica	3	>1991	Bueno	Húmedo, blando, relleno	A nivel terreno plano	0,5	5,5	0,3	1,1	0	0	15	15	37,4	Medio
23	Hormigón armado	Pared de bloque	Cubierta metálica	1	>1991	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	A nivel terreno plano	0,5	5,5	0,3	11	0	0,5	15	15	47,8	Medio
24	Hormigón armado	Pared de bloque	Cubierta metálica	1	>1991	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	A nivel terreno plano	0,5	5,5	0,3	11	0	0,5	15	15	47,8	Medio
25	Mixta madera hormigón	Pared de madera	Caña y zinc	2	1981-1990	Regular	Inundable	Bajo nivel calzada	2,5	5,5	3	5,5	0,5	2,5	30	30	79,5	Alto
26	Hormigón armado	Pared de ladrillo	Cubierta metálica	1	>1991	Bueno	Húmedo, blando, relleno	A nivel terreno plano	0,5	1,1	0,3	11	0	0	15	15	42,9	Medio
27	Hormigón armado	Pared de ladrillo	Cubierta metálica	1	>1991	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	A nivel terreno plano	0,5	1,1	0,3	11	0	0,5	15	15	43,4	Medio
28	Hormigón armado	Pared de bloque	Vigas de madera y zinc	1	>1991	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	A nivel terreno plano	0,5	5,5	1,5	11	0	0,5	15	15	49,0	Medio
29	Hormigón armado	Pared de bloque	Cubierta metálica	1	>1991	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	A nivel terreno plano	0,5	5,5	0,3	11	0	0,5	15	15	47,8	Medio
30	Hormigón armado	Pared de ladrillo	Cubierta metálica	1	>1991	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	A nivel terreno plano	0,5	1,1	0,3	11	0	0,5	15	15	43,4	Medio
31	Hormigón armado	Pared de bloque	Cubierta metálica	2	>1991	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	A nivel terreno plano	0,5	5,5	0,3	5,5	0	0,5	15	15	42,3	Medio
32	Hormigón armado	Pared de bloque	Cubierta metálica	1	1981-1990	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	Bajo nivel calzada	0,5	5,5	0,3	11	0,5	0,5	15	30	63,3	Medio
33	Hormigón armado	Pared de bloque	Cubierta metálica	1	>1991	Regular	Húmedo, blando, relleno	Bajo nivel calzada	0,5	5,5	0,3	11	0	2,5	15	30	64,8	Medio
34	Hormigón armado	Pared de bloque	Cubierta metálica	1	1981-1990	Regular	Inundable	Bajo nivel calzada	0,5	5,5	0,3	11	0,5	2,5	30	30	80,3	Alto

35	Hormigón armado	Pared de bloque	Cubierta metálica	2	1981-1990	Regular	Húmedo, blando, relleno	A nivel terreno plano	0,5	5,5	0,3	5,5	0,5	2,5	15	15	44,8	Medio
36	Hormigón armado	Pared de bloque	Cubierta metálica	2	>1991	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	A nivel terreno plano	0,5	5,5	0,3	5,5	0	0,5	15	15	42,3	Medio
37	Hormigón armado	Pared de bloque	Vigas de madera y zinc	1	>1991	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	A nivel terreno plano	0,5	5,5	1,5	11	0	0,5	15	15	49,0	Medio
38	Hormigón armado	Pared de bloque	Cubierta metálica	3	>1991	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	A nivel terreno plano	0,5	5,5	0,3	1,1	0	0,5	15	15	37,9	Medio
39	Hormigón armado	Pared de bloque	Cubierta metálica	2	>1991	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	A nivel terreno plano	0,5	5,5	0,3	5,5	0	0,5	15	15	42,3	Medio
40	Hormigón armado	Pared de bloque	Vigas de madera y zinc	1	>1991	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	Bajo nivel calzada	0,5	5,5	1,5	11	0	0,5	15	30	64,0	Medio
41	Hormigón armado	Pared de bloque	Cubierta metálica	2	1970-1980	Malo	Húmedo, blando, relleno	A nivel terreno plano	0,5	5,5	0,3	5,5	2,5	5	15	15	49,3	Medio
42	Hormigón armado	Pared de bloque	Cubierta metálica	2	1981-1990	Regular	Húmedo, blando, relleno	A nivel terreno plano	0,5	5,5	0,3	5,5	0,5	2,5	15	15	44,8	Medio
43	Hormigón armado	Pared de bloque	Vigas de madera y zinc	1	>1991	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	A nivel terreno plano	0,5	5,5	1,5	11	0	0,5	15	15	49,0	Medio
44	Hormigón armado	Pared de bloque	Vigas de madera y zinc	1	>1991	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	A nivel terreno plano	0,5	5,5	1,5	11	0	0,5	15	15	49,0	Medio
45	Hormigón armado	Pared de bloque	Vigas de madera y zinc	1	1981-1990	Regular	Húmedo, blando, relleno	A nivel terreno plano	0,5	5,5	1,5	11	0,5	2,5	15	15	51,5	Medio
46	Hormigón armado	Pared de bloque	Cubierta metálica	1	1981-1990	Regular	Húmedo, blando, relleno	A nivel terreno plano	0,5	5,5	0,3	11	0,5	2,5	15	15	50,3	Medio
47	Hormigón armado	Pared de bloque	Cubierta metálica	2	>1991	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	A nivel terreno plano	0,5	5,5	0,3	5,5	0	0,5	15	15	42,3	Medio

<b>48</b>	Hormigón armado	Pared de bloque	Vigas de madera y zinc	2	>1991	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	A nivel terreno plano	0,5	5,5	1,5	5,5	0	0,5	15	15	<b>43,5</b>	<b>Medio</b>
<b>49</b>	Estructura de madera	Pared de bloque	Cubierta metálica	2	1981-1990	Regular	Inundable	Bajo nivel calzada	5	5,5	0,3	5,5	0,5	2,5	30	30	<b>79,3</b>	<b>Alto</b>
<b>50</b>	Hormigón armado	Pared de bloque	Losa hormigón	2	1981-1990	Regular	Húmedo, blando, relleno	Bajo nivel calzada	0,5	5,5	0	5,5	0,5	2,5	15	30	<b>59,5</b>	<b>Medio</b>
<b>51</b>	Hormigón armado	Pared de ladrillo	Vigas de madera y zinc	2	>1991	Aceptable	Inundable	A nivel terreno plano	0,5	1,1	1,5	5,5	0	0,5	30	15	<b>54,1</b>	<b>Medio</b>
<b>52</b>	Hormigón armado	Pared de ladrillo	Cubierta metálica	2	1981-1990	Regular	Húmedo, blando, relleno	A nivel terreno plano	0,5	1,1	0,3	5,5	0,5	2,5	15	15	<b>40,4</b>	<b>Medio</b>
<b>53</b>	Hormigón armado	Pared de ladrillo	Losa hormigón	3	>1991	Bueno	Húmedo, blando, relleno	A nivel terreno plano	0,5	1,1	0	1,1	0	0	15	15	<b>32,7</b>	<b>Bajo</b>
<b>54</b>	Hormigón armado	Pared de ladrillo	Vigas de madera y zinc	1	>1991	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	A nivel terreno plano	0,5	1,1	1,5	11	0	0,5	15	15	<b>44,6</b>	<b>Medio</b>

## **Anexo N 4. Memoria Fotográficas**

### **3.1. Levantamiento de información mediante fichas de campo y entrevistas de las viviendas en el sector San Pablo de Pita**



Foto 1. Entrevista a la población en el sector San Pablo de Pita.



Foto 2. Aplicando la ficha de campo de las edificaciones, en el área de estudio.

### **3.2. Levantamiento de Información mediante fichas de campo de los elementos esenciales del sector San Pablo de Pita**



Foto 3. Trabajo en el área de estudio, aplicando la ficha de campo del sistema agua potable.



Foto 4. Aplicando la ficha de campo de red vial, en sector San Pablo de Pita.





Foto 5. Observación en el área de estudio y aplicando la ficha de campo de sistema de alcantarillado.



Foto 6. Aplicando la ficha de campo de puente en la zona de influencia del río Pita en el sector San Pablo de Pita.

### 3.3. Instituciones públicas del cantón Caluma y del sector San Pablo de Pita



Foto 7. GAD cantonal Caluma



Foto 8. Escuela de Educación Básica San Francisco Pizarro



Foto 9. Iglesia del sector San Pablo de Pita.



Foto 10. Centro de salud del sector San Pablo de Pita.



Foto 11. Coliseo deportivo del sector San Pablo de Pita.

---

NOMBRE DEL TRABAJO	AUTOR
Tesis_Flores_Naranjo_13_11(1).docx	FLORES VEGA LENIN ISRAEL NARANJO PACHALA BRYAN ALEXANDER
RECuento DE PALABRAS	RECuento DE CARACTERES
24321 Words	131969 Characters
RECuento DE PÁGINAS	TAMAÑO DEL ARCHIVO
108 Pages	3.0MB
FECHA DE ENTREGA	FECHA DEL INFORME
Nov 21, 2023 1:37 PM GMT-5	Nov 21, 2023 1:42 PM GMT-5

● **5% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base

- 5% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- **Excluir del Reporte de Similitud**
- Base de datos de Internet
- Base de datos de contenido publicado de Cross
- Base de datos de trabajos entregados

I.W. 