



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO

CARRERA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERÍA EN ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO**

TEMA:

“ANÁLISIS DE ZONAS SUSCEPTIBLES ANTE LA AMENAZA DE
INUNDACIONES, EMPLEANDO SIG EN EL RECINTO CHARQUIYACU, CANTÓN
CALUMA, PERÍODO NOVIEMBRE 2022-FEBRERO 2023”

AUTORES:

HENRY RODRIGO PUENTESTAR QUISHPI

EDWIN ALEXANDER OCAMPO BARRAGAN

TUTOR:

ING. MOISÉS ARREGUÍN

GUARANDA – ECUADOR

2022-2023

TEMA

ANÁLISIS DE ZONAS SUSCEPTIBLES ANTE LA AMENAZA DE INUNDACIONES, EMPLEANDO SIG EN EL RECINTO CHARQUIYACU, CANTÓN CALUMA, PERIODO NOVIEMBRE 2022-FEBRERO 2023.

CERTIFICACIÓN DEL SEGUIMIENTO AL PROCESO INVESTIGATIVO EMITIDO POR EL DIRECTOR

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

Guaranda, 21 de junio de 2023

El suscrito Ingeniero Moisés Arreguín, Director de 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 ZONAS SUSCEPTIBLES ANTE INUNDACIONES EMPLEANDO SIG EN EL RECINTO CHARQUIYACU, CANTÓN CALUMA, PERIODO NOVIEMBRE 2022-FEBRERO 2023: realizado por los señores: **Edwin Alexander Ocampo Barragan y Henry Rodrigo Puentestar Quishpi**, 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, facultando a los interesados dar al presente documento el uso legal que estimen conveniente.



ING. MOISES ARREGUÍN SÁMANO
DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE PRE GRADO

DERECHOS DE AUTOR**BIBLIOTECA
GENERAL****DERECHOS DE AUTOR**

Nosotros **EDWIN ALEXANDER OCAMPO BARRAGAN** y **HENRY RODRIGO PUNTESTAR QUISHPI** portadores de la Cédula de Identidad No **0202288544** y **1723092878** en calidad de autores y titulares de los derechos morales y patrimoniales del Trabajo de Titulación: **ANÁLISIS DE ZONAS SUSCEPTIBLES ANTE LA AMENAZA DE INUNDACIONES, EMPLEANDO SIG EN EL RECINTO CHARQUIYACU, CANTÓN CALUMA, PERIODO NOVIEMBRE 2022-FEBRERO 2023, modalidad presencial**, 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 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.

Los autores declaran 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.

A handwritten signature in blue ink that reads 'Edwin Alexander Ocampo Barragan'.

Edwin Alexander Ocampo Barragan

A handwritten signature in blue ink that reads 'Henry Rodrigo Puentestar Quishpi'.

Henry Rodrigo Puentestar Quishpi

CERTIFICACIÓN DEL URKUND EMITIDO POR EL DIRECTOR

Firefox

<https://secure.arkund.com/view/164607274-359642-129900#/>**Original**
by Turnitin

Document Information

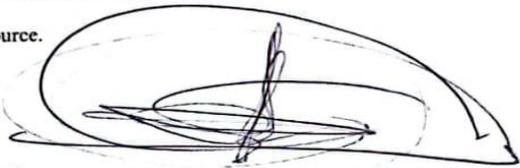
Analyzed document	TESIS ANÁLISIS DE ZONAS SUSCEPTIBLES ANTE INUNDACIONES EMPLEANDO SIG EN EI RECINTO CHARQUIYACU, CANTÓN CALUMA, PERIODO NOVIEMBRE 2022-FEBRERO 2023..docx (D172256904)
Submitted	7/20/2023 11:55:00 PM
Submitted by	
Submitter email	eocampo@mailes.ueb.edu.ec
Similarity	7%
Analysis address	marreguin.ueb@analysis.arkund.com

Sources included in the report

Entire Document

Hit and source - focused comparison, Side by Side

- Submitted text
As student entered the text in the submitted document.
- Matching text
As the text appears in the source.



C. Moisés Arregola Serrano

DEDICATORIAS

Este proyecto de investigación les dedico a mis padres Edwin Ocampo y Sismara Barragan, y a mis hermanos Danny Ocampo y Helen Ocampo y a mi hija Aitana Ocampo que han sido mi pilar fundamental ya que gracias a ellos han servido como impulso a no rendirme, los mismos que han sido participes para seguir adelante para conseguir este sueño anhelado, depositando en mí su enorme sacrificio, amor y confianza durante estos años.

A mi tía Jessica Barragan que ha sido una persona muy especial la misma que siempre ha estado pendiente de brindarme consejos que han ayudado en mi diario vivir.

Edwin Alexander Ocampo Barragan

La presente tesis está dedicada a mi padre Carlos, mi madre Teodora, hermanas Gabriela y Cintya, quienes me han forjado como la persona que soy en la actualidad; mucho de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este.

Me formaron con reglas y con algunas libertades las cuales me ayudaron a crecer en este proceso, siempre caminaron junto a mí en esta larga etapa de mi vida, me han motivado día a día para que pueda alcanzar mis anhelos. Ustedes son la razón por la cual sueño alto.

¡Gracias padre, madre, hermanas bellas!

Henry Rodrigo Puentestar Quishpi

AGRADECIMIENTOS

Primeramente agradezco a Dios por permitirme estar en este mundo y en especial a mis padres Edwin Ocampo y Sismara Barragán me dieron la vida, también a mis hermanos Danny y Helen y mi hija Aitana que me han brindado su apoyo incondicional, amor y cariño para conseguir cada objetivo que lo he logrado en mi vida, los mismos que cada me impulsan a seguir adelante siendo mi mayor motivación.

A los docentes de esta prestigiosa institución los mismos que me han impartido sus conocimientos los cuales serán de gran importancia para desempeñarme en lo posterior, al Ing. Moisés Arreguín Sámano tutor de titulación quien nos brindó su tiempo, conocimiento y nos dirigió de la mejor manera para llevar a cabo esta investigación.

Edwin Alexander Ocampo Barragan

Al culminar esta etapa de mi vida, tengo sentimientos encontrados, algunos nuevos, otros ya conocidos, me invade un gran sentimiento de gratitud hacia mi familia quienes han estado a mi lado a lo largo de este proceso, han sentido junto a mí lo desgastante que puede ser y nunca dejaron de estar ahí incondicionales.

Agradezco a todas esas personas que me han apoyado y creyeron en mí, a compañeros que más que eso se han convertido en amigos, a la universidad la cual me abrió sus puertas para poder alcanzar una de mis metas de vida, y a pocos docentes que más que simplemente ser docentes son amigos y comparten sus experiencias y conocimiento de tal manera que solo los buenos amigos lo pueden hacer.

A la parte docente Ing. Moisés Arreguín, que siempre me abrió las puertas y compartió su valioso tiempo y guía para poder culminar el presente trabajo investigativo.

A excelentes docentes y amigos Ing. Abelardo Paucar e Ing. Carlos Ocampo los cuales me han apoyado dentro y fuera de la institución educativa, siempre inculcando el espíritu del conocimiento y sabiduría para poder alcanzar nuestras metas y poder trascender como seres humanos.

¡Gracias por todo a todos!

Henry Rodrigo Puentestar Quishpi

ÍNDICE DE CONTENIDO

TEMA	I
CERTIFICACIÓN DEL SEGUIMIENTO AL PROCESO INVESTIGATIVO EMITIDO POR EL DIRECTOR	II
DERECHOS DE AUTOR	III
CERTIFICACIÓN DEL URKUND EMITIDO POR EL DIRECTOR	IV
DEDICATORIAS	V
AGRADECIMIENTOS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
ÍNDICE DE TABLAS	XIII
RESUMEN EJECUTIVO	XIV
SUMMARY	XV
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA	3
1.1 Planteamiento del Problema	3
1.1.1 Problematización	3
1.2 Formulación del problema	4
1.3 Objetivos	5
1.3.1 Objetivo General	5
1.3.2 Objetivos Específicos	5
1.4 Justificación	6
1.5 Limitaciones	7
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	8
2.1 Marco Referencial	8
2.1.1 Localización y Contexto del Área de Estudio	8

2.1.2 Antecedentes Históricos de las inundaciones en el Ecuador	12
2.2 Antecedentes de la Investigación	13
2.3 Bases Teóricas	15
2.3.1 Inundaciones	15
2.3.1.1 Clasificación de las inundaciones	15
2.3.1.2 Causas de las inundaciones	17
2.3.1.3 Impacto de las Inundaciones	18
2.3.1.4 Precipitación	18
2.3.1.5 Riesgo de Inundaciones	19
2.3.1.6 Inundaciones y Cambio Climático	19
2.3.1.7 Grado de Susceptibilidad a Inundaciones	20
2.3.1.8 Mitigación de Daños por Inundaciones	21
2.3.1.9 Inundaciones en el recinto Charquiyacu	22
2.3.1.10 Mapa de Inundaciones	25
2.3.2 SIG	25
2.3.2.1 Componentes de un SIG	26
2.3.2.2 Usos del SIG	27
2.3.2.3 SIG aplicado a las Inundaciones	27
2.4 Marco Legal	29
2.5 Definición de Términos	33
2.6 Sistema de Variables	35
2.6.1 Variable Dependiente	35
2.6.2 Variable Independiente	35
2.6.3 Operacionalización de Variables	36
CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO	40

3.1 Nivel de investigación.....	40
3.2 Diseño	41
3.3 Población y muestra	41
3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	42
3.5. Técnicas de procesamiento, análisis de datos y estadísticos analizados.	42
3.5.1. Metodología para el Objetivo 1.....	42
3.5.2. Metodología para el objetivo 2.....	46
3.5.3. Metodología para el Objetivo 3.....	46
CAPÍTULO 4: RESULTADOS	47
4.1 Objetivo 1. Determinar zonas propensas a inundaciones en el recinto Charquiyacu, mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica.	47
4.2 Objetivo 2. Identificar los principales elementos expuestos ante la amenaza de inundación en la comunidad de intervención.....	55
4.2.1. Exposición de edificaciones a inundaciones en el recinto Charquiyacu. ...	55
4.2.2. Exposición de infraestructuras esenciales ante la amenaza de inundaciones del recinto Charquiyacu.....	58
4.2.3. Exposición de infraestructura red vial a la amenaza de inundación.....	60
4.3 Objetivo 3: Establecer estrategias para la reducción de las zonas propensas a inundaciones.....	62
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	66
5.1 Conclusiones.....	66
5.2 Recomendaciones.....	68
BIBLIOGRAFÍA	69
ANEXOS.....	76
ANEXO N° 1: Memorias fotográficas.....	76
ANEXO N° 2: Aspectos administrativos del trabajo de titulación.	79

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Georreferenciación del Recinto Charquiyacu	8
Ilustración 2. Mapa de Inundaciones ocurridas en el Ecuador desde 1980.....	13
Ilustración 3. Viviendas localizadas a las orillas del río Charquiyacu.....	23
Ilustración 4. Muros de gavión y presencia de andesita y granodiorita	23
Ilustración 5. Islote ubicado en el río Charquiyacu	24
Ilustración 6. Vivienda ubicada entre el río Charquiyacu y Escaleras.....	25
Ilustración 7. Mapa de pendiente del Recinto Charquiyacu.....	47
Ilustración 8. Mapa de textura del Recinto Charquiyacu	48
Ilustración 9. Mapa de nivel freático del recinto Charquiyacu.....	49
Ilustración 10. Mapa de precipitaciones del recinto Charquiyacu.....	50
Ilustración 11. Mapa del uso de suelo del recinto Charquiyacu	51
Ilustración 12. Mapa de Susceptibilidad ante inundaciones del recinto Charquiyacu.....	53
Ilustración 13. Mapa de exposición de edificaciones ante inundaciones del recinto Charquiyacu.....	57
Ilustración 14. Mapa de infraestructuras esenciales ante inundaciones.....	59
Ilustración 16. Mapa de infraestructuras viales expuestas ante inundaciones.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Método para la determinación de áreas susceptibles a inundaciones.....	20
Figura 2. El papel integrador de los SIG	26

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Pisos Climáticos existentes del cantón Caluma	11
Tabla 2. <i>Precipitación promedio del cantón Caluma.</i>	11
Tabla 3. <i>Variable Dependiente</i>	36
Tabla 4 Variable Independiente	39
Tabla 5 Valoración de la pendiente	43
Tabla 6 Valoración de la Geología/Litología (textura).....	44
Tabla 7. Valoración de la profundidad del nivel freático	44
Tabla 8. Valoración de la precipitación	45
Tabla 9. Valoración de uso de suelo/cobertura vegetal	45
Tabla 10. Infraestructuras expuestas a inundaciones del recinto Charquiyacu.	55
Tabla 11 Exposición de infraestructuras esenciales ante la amenaza de inundación del recinto Charquiyacu.	58
Tabla 12. Infraestructura vial expuesta ante inundaciones.	60
Tabla 13. Medidas estructurales ante inundaciones	62
Tabla 14. Medidas no estructurales	65

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación tuvo como objetivo analizar las zonas susceptibles ante la amenaza de inundaciones, empleando Sistemas de Información Geográfica en el recinto Charquiyacu, cantón Caluma, debido a que las inundaciones se convierten en la problemática con mayor frecuencia en la localidad a causa de su topografía irregular y clima oscilante. Además, la amenaza a inundaciones que está latente en el territorio, trae consigo pérdidas significativas y temor a la población, específicamente en la época invernal. Se utilizó la metodología propuesta por la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos “SNGR, 2017”, con el fin de determinar zonas propensas ante inundaciones, que considera factores naturales y antrópicos, mediante el uso del Software ArcGIS 10.8 y shapes de cada uno de los factores de susceptibilidad. Con base en el mapa de susceptibilidad a inundaciones del recinto Charquiyacu, los resultados indican que la amenaza ante inundaciones en el recinto Charquiyacu, se encuentra en un nivel de vulnerabilidad muy alta y alta; en consecuencia, la correlación indica que: las edificaciones del área de estudio presentan un nivel de vulnerabilidad muy alta, igual a 88,8 %; las edificaciones esenciales: del centro de salud, la iglesia y el puente se encuentran con un nivel de vulnerabilidad muy alta, equivalente a 75%, la Unidad Educativa Dr. Alfredo Noboa Montenegro tiene en un nivel de vulnerabilidad alta, equivalente a 25% y el sistema vial presenta un nivel de vulnerabilidad, muy alta equivalente a 82,33 %. Finalmente las estrategias para la reducción de las zonas propensas a inundaciones son: el dragado del Río Charquiyacu, el reforzamiento de muros de contención, la construcción de muros de gaviones, el Ordenamiento territorial, las capacitaciones y la elaboración de mapas de amenazas.

Palabras claves: Amenaza, susceptibilidad, factores antrópicos, factores naturales, inundaciones, preparación.

SUMMARY

The present investigation had as objective to analyze the susceptible areas before the threat of floods, using Geographic Information Systems in the recinto Charquiyacu, cantón Caluma, due to the fact that floods become the most frequent problem in the town due to its irregular topography and oscillating weather. In addition, the threat of floods that is latent in the territory brings significant losses and fear to the population, specifically in the winter season. The methodology proposed by the National Secretary "SNGR, 2017" was used, in order to determine areas prone to flooding, which considers natural and anthropic factors, through the use of ArcGis 10.8 Software and Shapes of each of the factors of susceptibility. Based on the flood susceptibility map of the recinto Charquiyacu, the results indicate that the threat of flooding in the recinto Charquiyacu is at a very high and high vulnerability level; Consequently, the correlation indicates that: the buildings in the study area present a very high level of vulnerability, equal to 88.8%; the essential buildings: the health center, the church and the bridge have a very high vulnerability level, equivalent to 75%, the Dr. Alfredo Noboa Montenegro Educational Unit has a high vulnerability level, equivalent to 25% and The road system presents a level of vulnerability, very high, equivalent to 82.33%. Finally the strategies for reducing areas prone to flooding are: dredging the Rio Charquiyacu, reinforcing retaining walls, building gabion walls, land use planning, training, and the preparation of hazard maps.

Keywords: Threat, susceptibility, anthropic factors, natural factors, floods, preparation.

INTRODUCCIÓN

Vista desde una perspectiva de amenaza, la inundación se refiere al desbordamiento no controlado de masas de agua fuera de sus confines normales; generalmente, es ocasionada por la precipitación (lluvia, nieve o granizo), oleaje, marea de tormenta, o falla de alguna estructura hidráulica (Organización Meteorológica Mundial, 2012). En el caso de América del Sur, se constata que fue afectada por los fenómenos de El Niño y La Niña, que afectan las viviendas debido a que han ocasionado inundaciones que generaron lluvias abundantes e intensas y deslizamientos de tierra que destruyen infraestructuras, redes de transporte, comunicación, de los servicios básicos de agua y saneamiento, entre los países más afectados se encuentran Colombia, Perú, Argentina, Bolivia y Ecuador (CEPAL, 2014).

Desde el año 1970, se han registrado 4705 eventos de inundación sólo en Ecuador, que han provocado grandes pérdidas y daños. Sin embargo, todavía no está claro por qué algunas zonas expuestas a las inundaciones experimentan impactos mucho más graves que otros, a pesar de presentar una magnitud similar de la intensidad de la amenaza de inundación (Institute for Environment and Human Security [UNU-EHS], 2021). En la provincia Bolívar, las inundaciones son cada vez más frecuentes; esto se debe a que parte de la cobertura vegetal ha sido reemplazada por el desarrollo de infraestructuras y cultivos sin tomar en cuenta las medidas necesarias, las zonas del sub trópico son más susceptibles a las inundaciones todos los años, especialmente los cantones Chillanes, Echeandía, las Naves y Caluma (Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar, 2015).

Según (Morocho & Uchuari, 2021), el estudio a cargo de la ESPOL en el año 2016, concluye que la mayoría de las zonas aledañas al río Caluma tiene un alto nivel de vulnerabilidad a sufrir inundaciones y provoca grandes pérdidas económicas, sociales y ambientales, concretamente en los sectores de mayor grado de vulnerabilidad como: Barrio La Esperanza, Estero del Pescado, Santa Marianita Bajo, Santa Teresita Bajo, Guayabal, Pita y Charquiyacu, debido al alto nivel de precipitaciones que oscilan entre los 1000 a 3000mm. Con base en lo anterior, el objetivo de la presente investigación es analizar las zonas susceptibles ante la amenaza de inundaciones, empleando Sistemas de Información Geográfica en el recinto Charquiyacu, cantón Caluma.

El presente documento de investigación se encuentra estructurado de la siguiente forma:

Capítulo 1: El problema contiene el planteamiento del problema, formulación de problema, objetivos, justificación y limitaciones.

Capítulo 2: El marco teórico, que establece la fundamentación teórica y conceptual de las amenazas a inundación, marco legal, definición de términos y variables.

Capítulo 3: Marco Metodológico, tipo y diseño de la investigación, población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Capítulo 4: Presenta los resultados de la investigación, la interpretación y análisis de datos según los objetivos establecidos en la investigación.

Capítulo 5: Contiene las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

1.1.1 Problematicación

Se ha observado un incremento global, al considerar el número de inundaciones durante los últimos 20 años dentro del contexto del calentamiento térmico planetario. Los informes dados a conocer del Panel Intergubernamental en Cambio Climático (IPCC), confirman que el riesgo de inundaciones se incrementará en frecuencia e intensidad causados por eventos de precipitación, factores que incrementan el riesgo e impacto de las inundaciones tales como el crecimiento de asentamientos humanos, modificación del cauce de ríos y cambio de usos del suelo (Ceballos, Baró, & Días, 2016). En América Latina, especialmente en Ecuador, el factor que influye mayormente en las inundaciones es la corriente cálida de El Niño, interviene en el clima de la región Litoral, haciéndola más abrigada y aumentando de forma importante el régimen de lluvias en este sector y la región (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2004).

El cantón Caluma está inmerso en la posibilidad de existir eventos peligrosos, los más comunes son los movimientos de masas, derrumbes e inundaciones los que pueden dañar estructuras que están construidas en zonas de riesgo, además, la gran mayoría no cuenta con el permiso y la evaluación realizada por la municipalidad con sus departamentos correspondientes, al ser la época invernal la de mayor preocupación y la atención oportuna con maquinaria y personal operativo en sectores afectados. En la zona comprendida del centro poblado de Charquiyacu se identificaron diferentes rasgos geomorfológicos como: superficies de inundación alrededor del cauce del río Caluma, terrazas de inundación, muros de protección técnicamente mal elaborados, pendientes pronunciadas que los vuelve propensos a sufrir eventos peligrosos. (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Caluma, 2020)

Charquiyacu es una de las comunidades del cantón Caluma, que se ha visto afectada por las inundaciones, la mayor parte de la población se encuentra asentada a riveras del río Charquiyacu. Por otra parte, la falta de conocimientos y los escasos recursos económicos, provoca que algunos pobladores ubiquen sus viviendas y/o negocios a orillas de los ríos y laderas sin considerar los diversos riesgos que las inundaciones pueden ocasionarles. En vista del problema existente en la comunidad de Charquiyacu, se plantea como proyecto de investigación el tema antes mencionado; en primer lugar, se determinará las zonas propensas a inundaciones para de esta

manera poder determinar los principales elementos expuestos a inundaciones, finalmente, se establecerán las estrategias para la reducción de riesgo en base a los resultados obtenidos en pasos anteriores.

1.2 Formulación del problema

¿Cuál es el nivel de susceptibilidad y los elementos expuestos ante la amenaza de inundaciones, empleado SIG en el recinto Charquiyacu, perteneciente al Cantón Caluma, periodo Noviembre 2022- Febrero 2023?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Analizar las zonas susceptibles y exposición ante la amenaza de inundaciones, empleando Sistemas de Información Geográfica en el recinto Charquiyacu, Cantón Caluma, periodo Noviembre 2022- Febrero 2023.

1.3.2 Objetivos Específicos

- ✓ Determinar zonas propensas a inundaciones en el recinto Charquiyacu, mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica.
- ✓ Identificar los principales elementos expuestos ante la amenaza de inundación en la comunidad de intervención.
- ✓ Establecer estrategias para la reducción de las zonas propensas a inundaciones.

1.4 Justificación

Ecuador es un país que por su ubicación geográfica posee un clima eminentemente tropical con lluvias abundantes, de altas temperaturas y vegetación exuberante: sin embargo, estas características se ven afectadas por la presencia de factores como: la cordillera de los andes que atraviesa longitudinalmente, por la Corriente de Humboldt, por la Anticiclón del Pacífico Sur, lo cual da como resultado un clima diversificado; es decir, es cambiante durante los años (Lapo, 2019). Según (Matamoros, 2020), “los impactos negativos que se generan a causa de las inundaciones, mismas que ocurren con frecuencia en el periodo de diciembre a mayo, se agravan debido a asentamientos humanos informales de la población así como también, con los efectos del cambio climático”.

En el Cantón Caluma según los datos registrados por el Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, señala que desde el punto de vista de intensidad y magnitud con que se presentan las amenazas ocurridas durante los últimos 15 años, se determina que una de las amenazas con mayor incidencia en el territorio son las inundaciones con un (10,2%) (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Caluma, 2020), es un evento de suma relevancia para su estudio. Este fenómeno se convierte en la problemática con mayor frecuencia en la localidad de Charquiyacu, debido a su topografía irregular y clima cambiante. Cabe mencionar, que la amenaza a inundaciones está latente en el territorio, trae consigo pérdidas significativas como también, genera temor en la población especialmente en la época invernal.

En el cantón Caluma, específicamente en el recinto de Charquiyacu se han producido “eventos de inundaciones”, la presente investigación surge a partir de una problemática real, que es determinar zonas propensas a inundaciones, mediante el uso de los Sistemas Información Geográfica (SIG), identificar elementos expuestos ante inundaciones, con el fin de establecer estrategias encaminadas a la reducción de riesgos en el área de estudio. Este estudio tiene propósito de colaborar directa e indirectamente a la ciudadanía, a las autoridades del GAD del cantón Caluma y organismos de respuesta que son tomadores de decisiones, adopten estrategias para la seguridad de los moradores del sector.

1.5 Limitaciones

Para el desarrollo de este proyecto se pueden mencionar las siguientes limitaciones:

De acceso a la información

- Son escasos los estudios realizados previamente sobre temas en gestión de riesgos en el recinto Charquiyacu respecto a inundaciones y la mayoría de información forma parte de un fragmento de revistas o páginas de internet que no cuentan con una base científica.
- Falta de información geográfica y cartográfica por parte del GAD de Caluma.

De acceso a la población

- Desinterés social por parte de los habitantes del sector en brindar información referente al tema.
- Las personas ven con normalidad a los eventos que se presentan en el lugar (inundaciones y crecidas del río Charquiyacu), por lo que la percepción de riesgo se ha perdido en la comunidad.

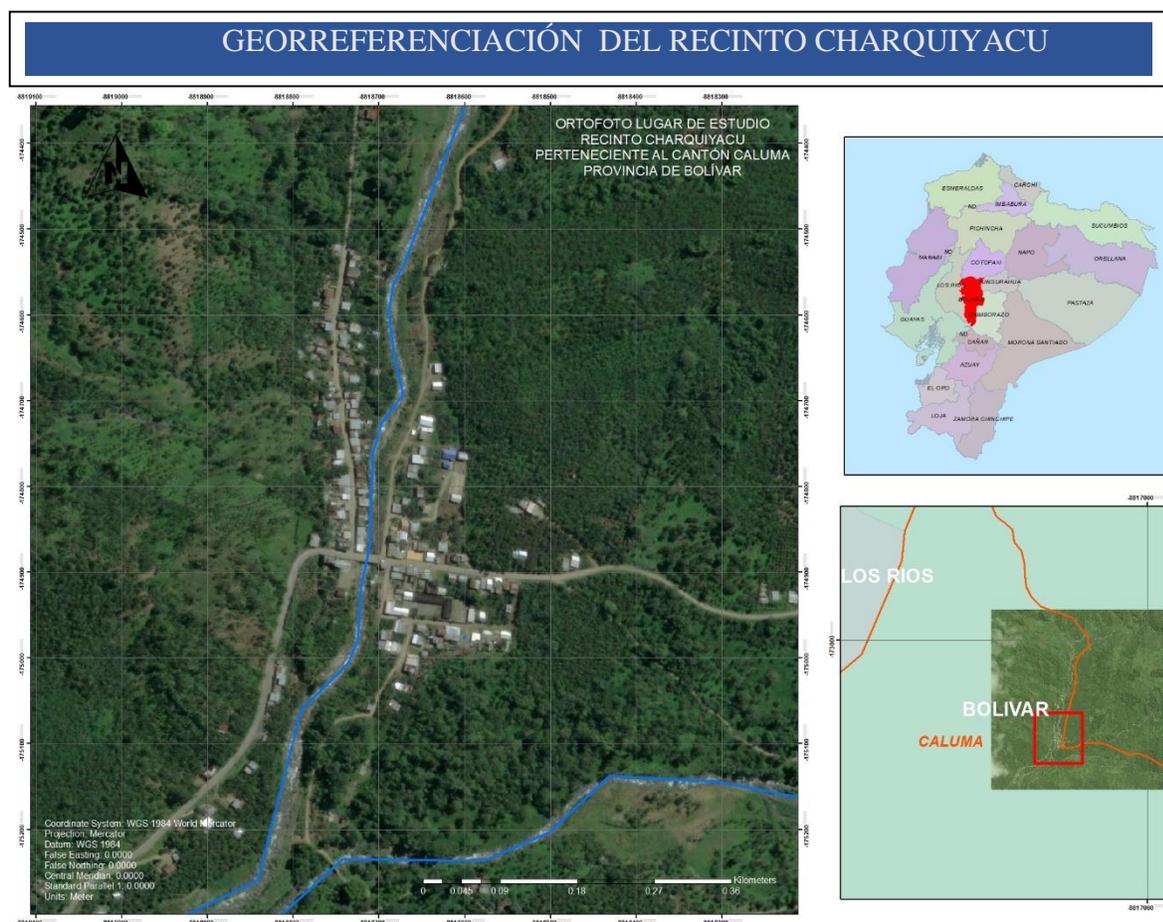
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 Marco Referencial

2.1.1 Localización y Contexto del Área de Estudio

El recinto Charquiyacu perteneciente al cantón Caluma se encuentra ubicado en la zona media a 510 msnm, en la cabecera del río Caluma; su clima es subtropical con temperaturas que fluctúan entre 20 ° C a 24 ° C durante mayo a septiembre y de 24 ° C a 28 ° C en octubre a abril. (GAD Caluma, 2020)

Ilustración 1. Georreferenciación del Recinto Charquiyacu



Nota. Georreferenciación del recinto Charquiyacu cantón Caluma, Fuente ArcGIS 10.8

Con base al historial de los eventos consolidados elaborado a partir de la estadística referencial de la Unidad de Riesgos Caluma, Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, desde el punto de vista de la intensidad y magnitud con que se presentan las amenazas ocurridas durante los últimos 15 años, se determina que las amenazas que presentan mayor incidencia en el territorio desde el punto de vista de la frecuencia son los deslizamientos (23,7%), la crecida de ríos (14,4%), los incendios estructurales (12,7%), las inundaciones (10,2%) y desbordamientos (7,6%); y en menor porcentaje el colapso estructural, sismos, incendio forestal, fuertes lluvias, accidente de tránsito, caída de ceniza, hundimiento, explosión, colapso de alcantarilla. (GAD Caluma, 2020)

Dentro del cantón Caluma, según la proyección de los datos poblacionales de la zona urbana y rural disponibles por el Instituto Nacional de Encuestas y Censos (INEC, 2010), se verifica una tendencia de crecimiento hacia la zona rural (4% más que la población del área urbana), esto debido a las mejoras en el acceso vial a estos sectores: la Fortuna, Piedra Redonda, Yatuvi, Pasagua, El hemisferio, Huamaspungo, Estero del Pescado, Charquiyacu, se recalca que algunos de estos sectores se encuentran expuestas a amenazas de inundación y deslizamiento. Según información oficial de SENAGUA y Servicio Nacional de Gestión de Riesgos, las inundaciones no solo se producen por la topografía del terreno sino, también por la falta de retención de agua producto de las talas de árboles en las partes altas del cantón; producto de ello afectó la población de Pita y en el año 2016 Charquiyacu. (GAD Caluma, 2020)

En la zona comprendida entre el centro poblado Charquiyacu y el recinto Pita se identificaron diferentes rasgos geomorfológicos, tales como: superficies de inundación alrededor del cauce del río Caluma, terrazas de inundación, muros de protección técnicamente mal elaborados, pendientes pronunciadas que los vuelve propenso a sufrir eventos peligrosos y en un nivel de riesgo alto. Además, el problema radica en que la población realiza las construcciones en las proximidades a las zonas de erosión de los afluentes genera la probabilidad de afectación. (GAD Caluma, 2020)

El evento más cercano que afectó a la población de Charquiyacu a causa de las fuertes lluvias registrada el domingo 20 de marzo de 2022, fue afectada por un evento peligroso (desbordamiento) dejando como resultado: 15 viviendas en peligro de las cuales 4 fueron afectadas con agua y lodo, 3 puentes con daños parciales, 180 m colapso de vía de tercer orden, pérdidas de

chancheras, pérdidas de animales porcino y aves de corral, así como también el colapso de muros de la protección dejándolo expuesto a un peligro eminente a las familias quienes residen en el sector. Cuerpo de Bomberos realizo la limpieza de las viviendas que fueron afectadas con agua y lodo. (MAG, 2022)

Esto se produce debido a que el suelo pierde la capacidad de absorber el agua de lluvia, y se producen grandes acumulaciones de agua en la superficie, se produce una inundación. Cuando el agua ocupa zonas o áreas que en condiciones naturales se encuentran dentro de un nivel normal, a este fenómeno se le conoce como inundación. Si hay una corriente fuerte de un río o una quebrada, y el volumen de agua sobrepasa el cauce natural, está ocurriendo una inundación (EcoExploratorio, 2020). Por lo tanto la responsabilidad y la toma de decisión son de vital importancia en el bienestar de una población y de sus habitantes, en coordinación y empoderamiento adecuado de los organismos e instituciones bajo sus competencias correspondientes para la toma de las acciones y decisiones para el mejoramiento y desarrollo de la comunidad.

Climatología

El cantón Caluma cuenta con una superficie total de 192.89 km², su territorio presenta una altitud desde los 210 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) en la parte baja pasa por los 486 m.s.n.m. en la zona media hasta los 1930 m.s.n.m. en las estribaciones externas de la Cordillera Occidental de los Andes, forma parte de la franja subtropical de las estribaciones externas de la Cordillera de los Andes, lo que hace de este cantón contar con un clima subtropical y templado. (GAD Caluma, 2020)

El cantón cuenta con varios pisos climáticos:

Tabla 1. Pisos Climáticos existentes del cantón Caluma

ZONAS	TEMPERATURA	ALTURAS	PRECIPITACIÓN	DESCRIPCIÓN
Tropical	23-26 °C	216-600 msnm	1500-3000 mm	Muy Húmeda, Húmeda, Sub Húmeda
Subtropical	18-26 °C	300-1930 msnm	1000-3000 mm	Sub Húmeda, Húmeda, Muy Húmeda, Lluviosa

Nota. Descripción de los pisos climáticos del cantón Caluma, Fuente: (GAD Caluma, 2020)

El aumento y la disminución de temperatura se ha visto presente principalmente en los sectores agrícolas, donde se ha manifestado con afectaciones a los cultivos de banano y al cacao, principalmente en época de invierno las precipitaciones son más intensas lo que ha ocasionado desborde de ríos y socavamiento en las riberas, los afectados mencionan que en épocas de verano en las partes altas existen talas y con ellos no hay retención de las aguas lluvias en los bosques aumentando el nivel de los ríos. (GAD Caluma, 2020)

Precipitación

De acuerdo con él (GAD Caluma, 2020), no es otro término o fenómeno que se presenta como: lluvia, llovizna, nieve, aguanieve, la precipitación en el cantón Caluma se encuentra entre los 1000 a más de 3000 mm³. En los años (2013-2018) se ha registrado los siguientes datos:

Tabla 2. Precipitación promedio del cantón Caluma.

AÑO	PRECIPITACIÓN (mm)
2013	2244
2014	1134
2015	2274
2016	1692
2017	2184
2018	2267

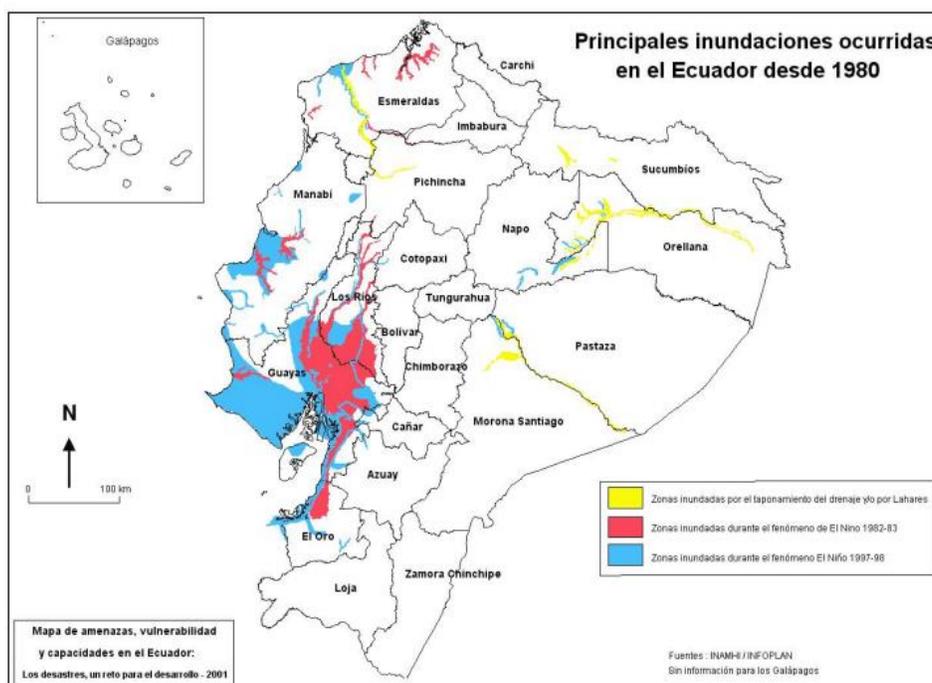
Nota. Precipitaciones promedios del cantón Caluma en años anteriores, Fuente: (GAD Caluma, 2020)

2.1.2 Antecedentes Históricos de las inundaciones en el Ecuador.

Las inundaciones forman parte del ciclo hidrológico es por eso que siempre han existido un riesgo de inundaciones que afecta considerablemente a las poblaciones. Como plantea (Pinos, Timbe, & Orellana, 2017), las inundaciones representan uno de los peligros naturales más frecuentes a nivel global. El incremento de pérdidas por inundaciones en las últimas décadas ha expuesto la necesidad urgente de mejorar la gestión de riesgo natural. Los daños pueden clasificarse en directos e indirectos. Los directos son aquellos que ocurren debido al contacto físico del agua como: infraestructuras, propiedades, personas, cultivos o cualquier otro objeto. Los indirectos son inducidos por el impacto directo y ocurren en el espacio o en el tiempo, fuera del evento de medición. (Pinos, Timbe, & Orellana, 2017)

En el Ecuador las inundaciones están relacionadas con los factores meteorológicos, oceanográficos e hidrológicos, todos estos factores hacen que se produzca el aumento de las temperaturas, las intensas precipitaciones y la influencia del cambio climático, desbordamientos de los ríos, acumulación de la lluvia, ocasionan grandes problemas a las zonas vulnerables del país. De acuerdo con (Demoraes & d'Ercole, 2001), en el Ecuador existen regiones en donde se concentran las inundaciones cómo se muestra en el mapa, por ejemplo, durante los últimos 12 años la mayor frecuencia de inundaciones ocurrió en las provincias de la Costa:

Ilustración 2. Mapa de Inundaciones ocurridas en el Ecuador desde 1980



Nota. Mapa de inundaciones ocurridas en el Ecuador Fuente: (Demoraes & d’Ercole, 2001)

2.2 Antecedentes de la Investigación

Para el proyecto de investigación se ha considerado estudios previos que se han realizado a nivel internacional, nacional y local:

- En Colombia se realizó una “*Evaluación del nivel de vulnerabilidad ante el fenómeno de inundación en Montería- Colombia*”, tuvo como objetivo evaluar la vulnerabilidad ante el fenómeno de inundación, además se desarrolló bajo el enfoque de investigación mixta, donde se utilizó una matriz de variables para inundaciones con sus respectivos indicadores mediante la matriz MAFE, para ellos se seleccionaron 59 predios se tiene como resultados que la zona estudiada está en mayor proporción en los rangos de media a alta, la cual se encuentra condicionado por factores físicos y sociales, como el emplazamiento al borde del río, los materiales utilizados en la construcción de las viviendas, de acuerdo con la información obtenida del nivel de vulnerabilidad se considera promover zonas con baja exposición ante un evento de inundación. (Saah, Diaz, & Jimenez, 2020)
- Con el tema: “*Análisis de la vulnerabilidad a inundaciones de la parroquia Santa Elena Larga, provincia de Manabí, Ecuador*”, tuvo como objetivo analizar la vulnerabilidad

global mediante componentes físicos, sociales, económicos y ecológicos, para lo cual se emplearon la observación directa de aspectos como la ubicación, conservación y material de construcción de las viviendas, esto con el fin de recabar información acerca de la gestión de riesgos y pérdidas económicas y Sistemas de Información Geográfica para el análisis cartográfico de los aspectos ecológicos de la parroquia. De acuerdo a los resultados la parroquia presentó un vulnerabilidad global de 55% la cual es categorizado como media con viviendas construidas con materiales poco resistentes a fenómenos naturales. (Choez, Ríos, & Valle, 2019)

- Mediante la tesis relacionada con el tema “*Estudio y análisis de vulnerabilidad Integral ante la amenaza de movimientos en masa e inundaciones en el sector la esperanza, del cantón Caluma, provincia Bolívar periodo 2017*”, tuvo como objetivo analizar la vulnerabilidad integral ante la amenaza de movimientos en masa e inundaciones, se determinó los niveles de vulnerabilidad mediante la metodología del PNUD a 30 viviendas del sector, dando como resultado que existen 5 construcciones que tiene un alto nivel de susceptibilidad cuando se produzca las inundaciones, debido a la frecuencia de la precipitación y las afluentes que atraviesa el sector, como recolectores de agua y arrastre de material, socavamiento en los bordes del río Caluma y esteros serían el principal factor de la amenaza de inundación. (Ninabanda, 2017)

2.3 Bases Teóricas

2.3.1 Inundaciones

Según (Isidro, Herrero, & Huerta, 2009), las inundaciones son los desastres naturales con mayores repercusiones socioeconómicas a nivel global y en lo que se refiere a nuestro país, las inundaciones han estado presentes en la historia de las civilizaciones desde sus inicios, son uno de los eventos naturales que cada vez más afectan de manera contundente a las poblaciones y que provocan incomunicación, pérdidas humanas, materiales y económicas. Los riesgos asociados a ciertos territorios son los presentados ante las inundaciones, las cuales son producto de fuertes lluvias, tormentas tropicales y/o huracanes que generan un exceso de agua en los ríos que sobrepasa su límite provocando el desbordamiento. (Tenorio, Ellis, Aguilar, Sánchez, & Moral, 2011)

Las inundaciones constituyen fenómenos complejos que influyen en aspectos climáticos, hidrológicos, geológicos-geomorfológicos y sociales. La magnitud y la frecuencia de las inundaciones son en función de la intensidad y distribución de las precipitaciones, la capacidad de infiltración de los materiales superficiales, la naturaleza de los materiales superficiales (roca y material consolidado) y de las características del relieve (paisaje). Además, la frecuencia de las inundaciones ha aumentado significativamente en muchas regiones, al ser un fenómeno natural que sucede de forma recurrente debido, a la alteración de diversos factores como las precipitaciones y en los caudales de los ríos, ocasiona daños a las personas y los bienes materiales (Pereyra, 2016).

Se entiende por inundación: aquel evento que debido a la precipitación, oleaje, marea de tormenta o falla de alguna estructura hidráulica provoca un incremento en el nivel de la superficie libre del agua de los ríos o el mar mismo, genera invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no hay y generalmente daños a la población, agricultura, ganadería e infraestructura. (Salinas & Espinosa, 2004)

2.3.1.1 Clasificación de las inundaciones

Según (Salinas & Espinosa, 2004), la clasificación más común obedecen a su origen o bien al tiempo que tardan en presentarse sus efectos.

De acuerdo a su origen: En este punto se trata de identificar la causa de la inundación, los principales tipos son:

- **Inundaciones pluviales:** Son consecuencia de la precipitación, se presentan cuando el terreno se ha saturado el agua de lluvia excedente comienza acumularse, pueden permanecer horas o días. Su principal característica es que el agua acumulada es agua precipitada sobre esta zona y no la que viene de alguna otra parte (por ejemplo de la parte alta de la cuenca). (Salinas & Espinosa, 2004)
- **Inundaciones fluviales:** Se generan cuando el agua que se desborda de los ríos queda sobre la superficie de terreno cercano a ellos. A diferencia de las pluviales, en este tipo de inundaciones el agua que se desborda sobre los terrenos adyacentes corresponde a precipitaciones registradas en cualquier parte de la cuenca tributaria y no necesariamente a lluvia sobre la zona afectada. Es importante observar el volumen que escurre sobre el terreno a través de los cauces, se incrementa con el área de aportación de la cuenca, por lo que las inundaciones fluviales más importantes se darán en los ríos con más desarrollo (longitud) o que lleguen hasta las planicies costeras. (Salinas & Espinosa, 2004)
- **Inundaciones costeras:** Se presentan cuando el nivel del mar asciende debido a la marea y permite que este penetre tierra adentro, en las zonas costeras, generando el cubrimiento de grandes extensiones de terreno. La marea de tormenta es generada por los vientos de los ciclones tropicales sobre la superficie del mar y por la disminución de la presión atmosférica en el centro de estos meteoros, por su parte el oleaje en el océano puede ser provocado por diferentes factores; sin embargo, su causa más común es el viento. (Salinas & Espinosa, 2004)
- **Inundaciones por fallas de infraestructura hidráulica:** Existe una causa que puede generar una inundación, aún más grave que las antes mencionadas: si la capacidad de las obras destinadas para protección es insuficiente, la inundación provocada por la falla de dicha infraestructura será mayor que si no existieran obras. En caso de las presas de materiales sueltos (tierra y roca), es particularmente importante evitar el desbordamiento de estas ya que en caso de que ocurra, en pocas horas, provocaría su propia destrucción y el gran volumen de agua almacenado en su embalse sería descargado de manera súbita, de modo que sea descarga repentina provocaría considerables fuerzas de arrastre, supera la capacidad del cauce y provoca daños. (Salinas & Espinosa, 2004)

Inundaciones por el tiempo de respuesta de la cuenca: Según (Salinas & Espinosa, 2004), la respuesta hidrológica de una cuenca depende de sus características fisiográficas, la cual básicamente se han definido dos grupos:

- **Inundaciones Lentas:** Al ocurrir una precipitación capaz de superar el terreno, esto es cuando el suelo no puede seguir absorbiendo más agua de lluvia, el volumen remanente escurre por los ríos y arroyos o sobre el terreno. Conforme el escurrimiento avanza hacia la salida de la cuenca, se incrementa proporcionalmente con el área drenada, si el volumen que fluye por el cauce excede la capacidad de este, se presentan desbordamientos sobre sus márgenes y el agua desalojada puede permanecer horas o día sobre el terreno inundado. (Salinas & Espinosa, 2004)
Este efecto se presenta comúnmente en zonas donde la pendiente del cauce es pequeña por ende la capacidad de los ríos disminuye considerablemente provocando desbordamientos que generan inundaciones en las paredes aledañas. (Salinas & Espinosa, 2004)
- **Inundaciones súbitas:** Las inundaciones súbitas son el resultado de lluvias repentinas e intensas que ocurren en áreas específicas. Puede ocasionar que pequeñas corrientes se transforman, en cuestiones de minutos en violentos torrentes capaces de causar grandes daños. Las zonas urbanas son usualmente sitios donde se presenta este tipo de avenidas como consecuencia de la “cubierta impermeable”, formada artificialmente por los edificios y calles, así como por la deforestación. Debido a ello, el agua no puede infiltrarse y prácticamente todo el volumen precipitado se convierte en escurrimiento. (Salinas & Espinosa, 2004)

2.3.1.2 Causas de las inundaciones

Entre las causas por las que puede suceder una inundación son las causas naturales y antrópicas:

- Las causas naturales que llevan a una crecida de un río se encuentran intensas lluvias provocadas en la cuenca baja del río provoca la saturación del agua. Otro factor natural importante que se toma en cuenta es el “cambio climático” presente en la zona del desastre que ocasionan las incesantes lluvias. (Fontana, 2007)

- Las causas antrópicas se pueden encontrar en el uso indebido y no regulado de los suelos. Esto es debido a los cambios en las prácticas agronómicas, especialmente por la saturación de los suelos, el uso de agroquímicos sin límites, el cambio en las técnicas de cultivo. Estas acciones llevan a modificar y limitar la capacidad de permeabilidad de los suelos. (Fontana, 2007)

De acuerdo con (Granado, 2016), se han identificado seis factores comunes como desencadenantes a inundaciones:

- 1) Eventos hidrometeorológicos intensos.
- 2) Mayor sedimentación, asociada a la deforestación.
- 3) Mal manejo y monitoreo de cuencas/ecosistemas.
- 4) Deforestación y degradación de zonas costeras que dificultan los procesos naturales de filtración de aguas o la resistencia a huracanes.
- 5) Presión/ densidad poblacional y asentamientos no planificados en zonas poco aptas.
- 6) Deficiencia en servicios de alcantarillado, ligado a migración a zonas urbanas con servicios poco o nada planificados. (Granado, 2016)

2.3.1.3 Impacto de las Inundaciones

Como expresa (Tenorio, Ellis, Aguilar, Sánchez, & Moral, 2011), el problema de las inundaciones radica en gran parte, en la planeación inadecuada y las circunstancias económicas que implican los asentamientos poblacionales en zonas susceptibles a la inundación. Según (Palagi, Patzlaff, Stumpf, & Kern, 2014), los impactos que se puede asociar a las inundaciones son las pérdidas humanas como por ejemplo la muerte por ahogamiento o por otro tipo de factores al momento de sufrir lesiones por elementos cortopunzantes, enfermedades transmisibles a causa de la inundación. Además otro impacto puede ser las pérdidas materiales ocasionando daños a la propiedad, el medio ambiente (los cultivos) y la vida silvestre debido a la acumulación de agua y sobre todo por la liberación de materiales tóxicos.

2.3.1.4 Precipitación

La precipitación es una parte fundamental del ciclo hidrológico, la cual es la cantidad de agua que cae hacia la superficie terrestre y provee de agua dulce para el desarrollo de la vida. Para el cálculo de la precipitación media se utilizan métodos aritméticos, polígonos de Thiessen e Isoyetas. (Villacrés, y otros, 2016)

En décadas recientes y en diferentes zonas del Ecuador, el clima ha tenido un comportamiento anómalo que ha traído como resultado la variabilidad en el comportamiento de parámetros tales como la humedad, neblina, las temperaturas máximas y mínimas, las alturas pluviométricas. En el caso específico de la precipitación se detectan variaciones persistentes en su comportamiento multianual, con respecto a los valores máximos y mínimos y el adelanto o retardos de los periodos lluviosos están precedidos por periodos de sequía. Las precipitaciones extremas son perjudiciales para las zonas afectadas, depende de la intensidad y la cantidad de agua caída son los aspectos que generan daños e impactan el entorno socioeconómico. (Rivadeneira & León, 2017)

2.3.1.5 Riesgo de Inundaciones

El riesgo de inundación es el resultado de la integración de 3 componentes; peligrosidad, exposición y vulnerabilidad, esta integración se expresa mediante la ecuación del riesgo que combina los factores mediante un producto de ellos. Por ello en el ámbito de los SIG, las operaciones para el análisis integrado del riesgo emplean casi siempre funciones de superposición algebraica de las coberturas que representan los componentes. (Isidro, Herrero, & Huerta, 2009) La determinación de riesgo por inundación se ha convertido en una práctica cada vez más recurrente debido a la planeación urbana y a la mitigación de desastres, para cuantificar el riesgo por migración es una tarea compleja por las variables involucradas y su estado evolutivo. (Uribe & Piña, 2017)

2.3.1.6 Inundaciones y Cambio Climático

Una de los peligros que se derivan del cambio climático son las inundaciones la cual se le considera como uno de los más destructivos y que se presentan con mayor frecuencia en el país. Según (Gonzalez del Tanago, Criado, Hernandez, & Arrojo, 2008), mencionan que el cambio climático es considerado un factor de riesgo adicional muy variable según las regiones y la estimación de sus efectos sobre las inundaciones presenta todavía numerosas incertidumbres.

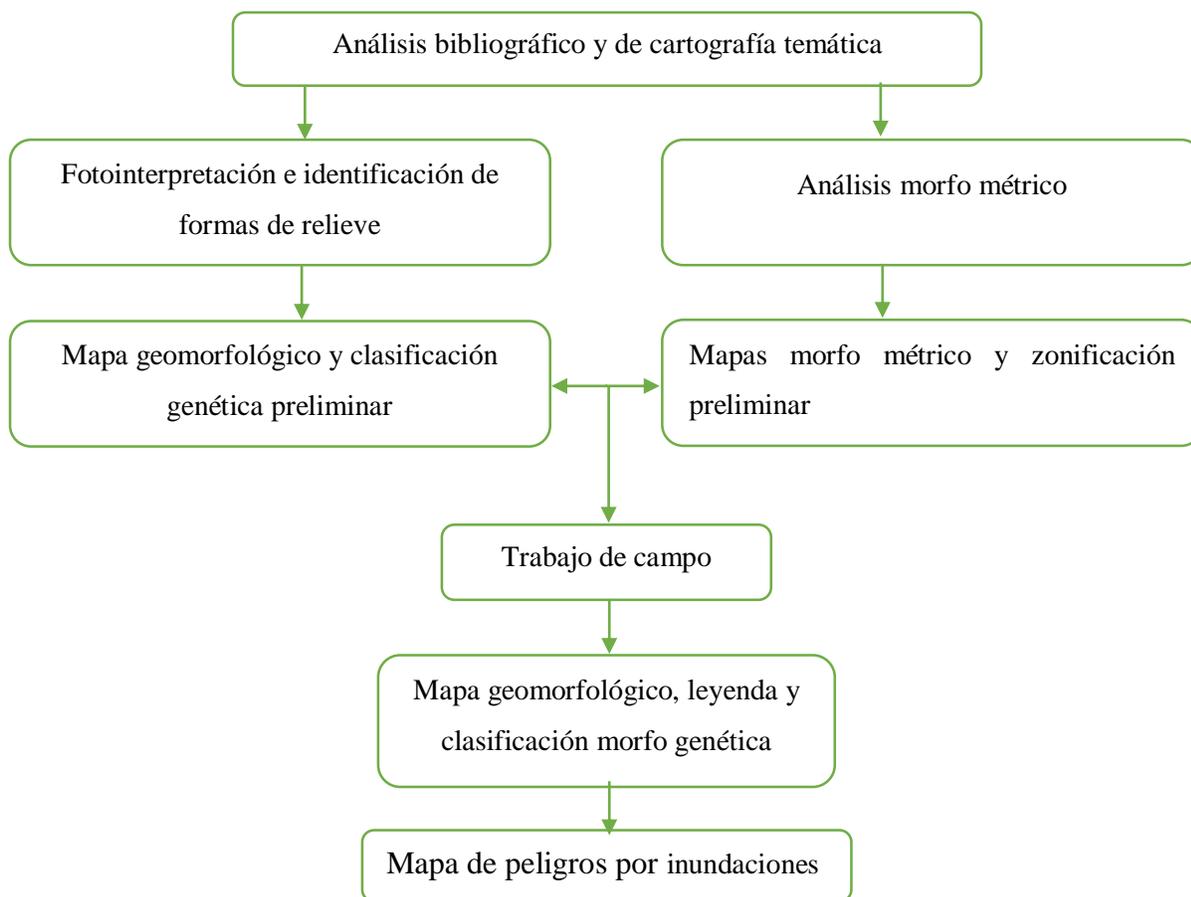
La preocupación ante los efectos de un posible cambio climático sobre algunos desastres naturales y particularmente en el caso de las inundaciones es la alteración del uso de los suelos y de los cauces, la deforestación, erosión y sobreexplotación, refuerzan el papel desempeñado por el propio impacto humano. (Llasat, Barriandos, Rodriguez, & Vide, 1999). Los factores que se relacionan con el cambio climático hacen que resulte desastroso para la población vulnerable en

relación con el agua, afectando su calidad y su ciclo. Ecuador empieza a vivir los impactos del cambio climático y deben tomar medidas y acciones frente a una planificación en todos los sectores y niveles de gestión del Estado al cambio climático como un factor que se convierte en determinante para el desarrollo económico del país. (ENCC, 2012)

2.3.1.7 Grado de Susceptibilidad a Inundaciones

La susceptibilidad se refiere a la valoración espacial de los factores esenciales que determinan, según ciertos criterios para la determinación de la probabilidad de ocurrencia de un evento de inundación y los factores desencadenantes de acuerdo a los grados por crecida presentes en el territorio examinado. (Moncada & Ojeda, 2018)

Figura 1. Método para la determinación de áreas susceptibles a inundaciones



Nota. Método para la determinación de áreas susceptibles a inundaciones, Fuente: (Román, 2017)

Factores condicionantes: Según (CENEPRED, 2014), son los factores propios del ámbito geográfico de estudio, el cual contribuye de manera favorable o no al desarrollo del fenómeno de origen natural (magnitud, intensidad, entre otros), así como su distribución espacial.

- **Características geomorfológicas**

Área de la cuenca: Definida como la proyección horizontal de toda el área de drenaje de un sistema de escorrentía dirigido directa o indirectamente a un mismo cauce natural.

Perímetro de la cuenca: Referida al borde de la forma de la cuenca proyectada en un plano horizontal, que generalmente es de forma muy regular, se obtiene después de delimitar la cuenca.

Longitud del cauce principal: Es la longitud mayor de recorrido que realiza el río, desde la cabecera de la cuenca, siguiendo todos los cambios de dirección hasta un punto fijo de interés. (CENEPRED, 2014)

Factores desencadenantes: Según (CENEPRED, 2014), son factores que desencadenan eventos o sucesos que pueden generar peligros en un ámbito geográfico. Por ejemplo, lluvias que generan deslizamiento de material suelto o meteorizado.

- **Características climatológicas**

Precipitación: Partículas de agua que caen desde la atmósfera hacia la superficie terrestre.

Intensidad: Definida como el volumen de agua caída por unidad de tiempo y superficie. La intensidad depende de su duración.

Duración: la duración del evento de lluvia o tormenta varía ampliamente oscilando de unos pocos minutos a varios días.

Frecuencia: La frecuencia de un determinado evento de lluvia, estrechamente relacionado con el llamado tiempo de retorno, se define como el promedio de tiempo.

Distribución temporal: La distribución temporal de una tormenta tiene un rol importante en la respuesta hidrológica de las cuencas. (CENEPRED, 2014)

2.3.1.8 Mitigación de Daños por Inundaciones

Para llevar a cabo inundaciones en contra de los daños causados por inundaciones, es indispensable emprender acciones de protección. Estas pueden ser de dos tipos: medidas estructurales (construcción de obras) o medidas no estructurales (indirectas o institucionales). (Salinas & Espinosa, 2004)

El objetivo de las medidas estructurales es evitar o mitigar los daños provocados por una inundación, mediante la construcción de obras (usualmente realizadas por las dependencias gubernamentales). Por ejemplo, para proteger una zona urbana surcada por un río se pueden proponer como medidas estructurales la retención, almacenamiento y derivación del agua, hacer modificaciones al cauce, construir bordos o muros de encauzamiento y modificar puentes o alcantarillas. (Salinas & Espinosa, 2004)

Por otra parte, entre las medidas no estructurales se encuentran aquellas cuya finalidad es informar oportunamente a las poblaciones ribereñas de la ocurrencia de una posible avenida, para que no haya muertes y se minimicen los daños. En este rubro se incluyen reglamentos de usos de suelo, el alertamiento y los programas de comunicación social. (Salinas & Espinosa, 2004)

De cualquier forma todas estas medidas estructurales antes mencionadas son aquellas que ayudarán a minimizar los daños ocasionados por las inundaciones.

2.3.1.9 Inundaciones en el recinto Charquiyacu

En la Ilustración 3, se observa la presencia de viviendas ubicadas en las orillas del río y los taludes cuyas pendientes superan los 30° de inclinación formados sobre un material rocoso de bloques de orden centimétrico o métrico con un nivel de alteración muy alto, estos factores condicionan la inestabilidad de este material debido a la carga que soporta el talud y su no protección, además del aumento del caudal del río Charquiyacu, por lo que esta zona se podría provocar movimientos masas. (Vera & Alvarez, 2021)

Ilustración 3. *Viviendas localizadas a las orillas del río Charquiyacu*



Nota. *Viviendas localizadas a las orillas del río Charquiyacu, Fuente: (Vera & Alvarez, 2021)*

Hacia el sur del punto de partida se observa en la Ilustración 4, muros de gaviones de 70 cm de profundidad y 12 m de largo aproximadamente, sobre una superficie de inundación en la que se encuentran depositados en bloques simétricos de granodiorita y andesita. (Vera & Alvarez, 2021)

Ilustración 4. *Muros de gavión y presencia de andesita y granodiorita*



Nota. *Muros de gavión y presencia de andesita y granodiorita, Fuente: (Vera & Alvarez, 2021)*

En el puente del río Charquiyacu se observó una terraza de inundación de aproximadamente 1 m de altura, con presencia de bloques de baja esfericidad, esta zona carece de un mecanismo de protección ante las variaciones que pueda sufrir en el caudal del río Charquiyacu. Además en una superficie de inundación se identifica una zona de constante erosión puesto que la dirección del caudal presenta su mayor energía. Por otro lado se observa un islote de forma estrecha y alargada que se originan por la erosión y depósitos de sedimentos en afluentes meándricos. (Vera & Alvarez, 2021)

Ilustración 5. *Islote ubicado en el río Charquiyacu*



Nota. Islote ubicado en el río Charquiyacu, Fuente: (Vera & Alvarez, 2021)

(Vera & Alvarez, 2021), menciona que “en la mayoría de las viviendas del sector se logra evidenciar que están al borde del río o están localizadas en una superficie de inundación formada por la unión de los ríos Charquiyacu y Escaleras”.

Ilustración 6. *Vivienda ubicada entre el río Charquiyacu y Escaleras*



Nota. *Vivienda ubicada entre el río Charquiyacu y Escaleras Fuente:* (Vera & Alvarez, 2021)

2.3.1.10 *Mapa de Inundaciones*

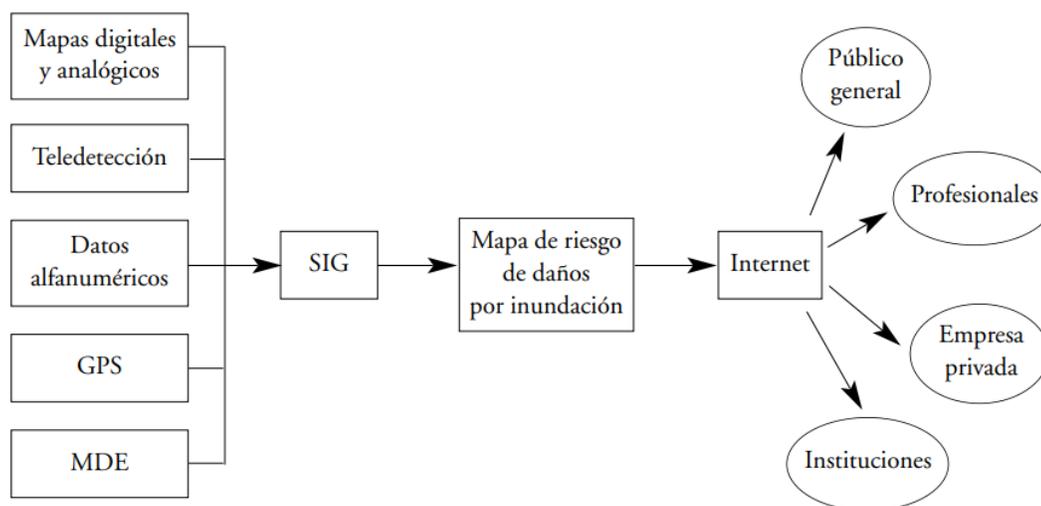
Los mapas de riesgo de inundaciones son aquellos que muestran las inundaciones en relación de los impactos potenciales que pueden llegar a producir en personas, bienes y actividades. En estos mapas se pueden agrupar en cinco topologías. En primer lugar, los que se podrían denominar “mapas de áreas inundables”; en segundo lugar, los de peligrosidad; en tercero, los mapas de exposición (elementos en juego); en cuarto, los mapas de vulnerabilidad a las inundaciones y en quinto lugar, los que se podrían denominar “mapas de riesgo de daños por inundación” (o mapas de daños potenciales por inundación). (Masgrau, 2004)

2.3.2 SIG

Según (Herrero, 1999), un Sistema de Información Geográfica es un conjunto de herramientas para la adquisición, almacenamiento, análisis y edición de información espacial, que se estructura internamente como un sistema gestor de base de datos georreferenciados. Es precisamente la capacidad de integración de datos unos de los factores que convierten los SIG en un herramienta de gran potencia. Así pues, un SIG admite fuentes de datos tan diversas como mapas digitales y analógicos (a diversas escalas y proyecciones), modelos digitales de elevaciones

(MDE), bases de datos alfanuméricas, fotografías aéreas, imágenes satelitales o registros de GPS, como se muestra en la Figura 2. (Masgrau, 2004)

Figura 2. *El papel integrador de los SIG*



Nota. *Papel integrador de los SIG, Fuente:* (Masgrau, 2004)

Los SIG se han manifestado desde hace años como herramientas básicas e imprescindibles; y sus campos y aspectos de aplicación sustituyen y desplaza antiguas técnicas manuales. Los SIG tienen múltiples campos de aplicación en el análisis y la gestión de riesgo de inundaciones desde aspectos del estudio de la peligrosidad; como regionalización de datos de precipitación, obtención de parámetros por morfométricos y de la red, discretización de parámetros hidrológicos, delimitación de áreas inundables, cartografías de riesgo integradas; hasta la adopción de medidas de mitigación de carácter predictivo, preventivo o corrector que comprenden la predicción meteorológica e hidrológica la ordenación del territorio y los sistemas de aseguramiento. (Isidro, Herrero, & Huerta, 2009)

2.3.2.1 Componentes de un SIG

Los SIG comprenden cinco elementos principales:

- **Datos:** Los datos son la materia prima necesaria para el trabajo en un SIG y los que contienen la información geográfica vital para la propia existencia de los SIG.
- **Métodos:** Un conjunto de formulaciones y metodologías a aplicar sobre los datos.

- **Software:** Es necesaria una aplicación informática a aplicar sobre los datos e implemente los métodos anteriores.
- **Hardware:** El equipo necesario para ejecutar el software.
- **Personas:** Las personas son las encargadas de diseñar y utilizar el software, siendo el motor del sistema SIG. (Olaya, 2014)

2.3.2.2 Usos del SIG

Desde el punto de vista de (Sánchez, 2020), existen muchas aplicaciones, la cual representan una herramienta muy útil en la integración de la información necesaria para el manejo y procesamiento de datos hidrológicos y de calidad del agua de una cuenca o región. Dicha información es fundamental para:

- Planificar los recursos hidrológicos del territorio.
- Gestionar los recursos hídricos de forma eficiente y sostenible.
- Realización de estudios hidrológicos y de inundabilidad.
- Analizar las masas de agua superficial y subterránea.

2.3.2.3 SIG aplicado a las Inundaciones

La importancia del manejo del SIG facilita utilizar datos espaciales, brindando una visión más especializada y detallada de la región que se va a estudiar. Un mapa de inundaciones tiene el propósito de brindar una herramienta útil en la toma de decisiones en caso de un evento. En primer lugar, para la elaboración de los mapas de inundación será necesario contar con un Mapa Digital de Terreno (MDT) o también conocidos como Mapa Digital (MDE) de la zona a analizar, qué es la materia prima para simular inundaciones con los tirantes de agua que se requiera. (Diaz, 2013)

Para determinar el peligro de inundaciones se debe tomar en consideración las siguientes características superficiales: topografía o pendiente del terreno, especialmente su horizontalidad; geomorfología, tipo y calidad del suelo: hidrología y extensión de las inundaciones, así como al frecuencia de las precipitaciones que históricamente ocurren en la zona de estudio. (Miranda & Ortega, 2005)

Por último se debe considerar aspectos de acuerdo a los resultados obtenidos que constituyen los siguientes:

- Decidir sobre las zonas seguras.
- Decidir acciones de control y mitigación de los riesgos ante posibles inundaciones.
- Evaluar las posibles pérdidas a causa de las inundaciones.

2.4 Marco Legal

El presente trabajo de investigación se sustenta en:

- Constitución de la República del Ecuador (Art. 340, 389, 390)
- Ley de Seguridad Pública y del Estado (Art. 1)
- Sistema de Seguridad Pública (Art. 11)
- Reglamento a la Ley de seguridad Pública y del Estado (Art. 3, 18)
- Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (Art. 140)
- Ley Orgánica de la Defensa Nacional (Art. 5)

Constitución de la República del Ecuador vigente

(Sección novena Gestión del Riesgo)

Art. 340.- El sistema se articulará al Plan Nacional de Desarrollo y al sistema nacional descentralizado de planificación participativa; se guiará por los principios de universalidad, igualdad, equidad, progresividad, interculturalidad, solidaridad y no discriminación; y funcionará bajo los criterios de calidad, eficiencia, eficacia, transparencia, responsabilidad y participación. El sistema se compone de los ámbitos de la educación, salud, seguridad social, gestión de riesgos, cultura física y deporte, hábitat y vivienda, cultura, comunicación e información, disfrute del tiempo libre, ciencia y tecnología, población, seguridad humana y transporte. (Constitución de la República del Ecuador, 2008)

Art. 389.- El Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad. (Constitución de la República del Ecuador, 2008)

Con base en este artículo, es de gran importancia dentro de nuestra investigación, porque la ciudadanía debe incorporar de manera transversal la gestión de riesgo, así como, fortalecer las capacidades de la ciudadanía para identificar los riesgos, con el fin de garantizar la seguridad y bienes materiales de la población afectada.

Art. 390.- Los riesgos se gestionarán bajo el principio de descentralización subsidiaria, que implicará la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico. Cuando sus capacidades para la gestión del riesgo sean insuficientes, las instancias de mayor ámbito territorial y mayor capacidad técnica y financiera brindarán el apoyo necesario con respeto a su autoridad en el territorio y sin relevarlos de su responsabilidad. (Constitución de la República del Ecuador, 2008)

Con base a lo anterior, podemos decir, que en caso de producirse eventos de magnitudes considerables y las instituciones locales no cuentan con la capacidad técnica y financiera para enfrentar una emergencia tendrán que recurrir a instancias de mayor ámbito territorial para brindar el apoyo y atención necesaria a la población afectada.

Ley de Seguridad Pública y del Estado

Art. 1.- La presente ley tiene por objeto regular la seguridad integral del Estado democrático de derechos y justicia de todos los habitantes del Ecuador, garantiza el orden público, la convivencia, la paz y el buen vivir, en el marco de sus derechos y deberes como personas naturales y jurídicas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos, asegura la defensa nacional, previniendo los riesgos y amenazas de todo orden, a través del Sistema de Seguridad Pública y del Estado. El Estado protegerá a las ecuatorianas y a los ecuatorianos que residan o estén domiciliados en el exterior, conforme lo previsto en la Constitución de la República, los tratados internacionales y la ley. (Ley de Seguridad Pública y del Estado, 2014)

Sistema de Seguridad Pública

Art. 11.- El Plan Nacional de Seguridad Integral fijará las prioridades y designará las entidades públicas encargadas de su aplicación, de acuerdo al tipo y naturaleza de los riesgos, amenazas o medidas de protección o prevención priorizadas. Cada ministerio de estado estructurará y desarrollará un plan de acción en concordancia con el plan nacional de seguridad integral, de acuerdo a su ámbito de gestión. El Ministerio de Gobierno, Policía y Cultos asegurarán la coordinación de sus acciones con los gobiernos autónomos descentralizados en el ámbito de sus competencias, para una acción cercana a la ciudadanía y convergente con ésta. (Ley de Seguridad Pública y del Estado, 2014)

Mediante este artículo, da a conocer que las entidades públicas establecerán estrategias encaminadas a la protección y prevención ante amenazas, por ende tiene relación con nuestro proyecto, al permitir que la ciudadanía del recinto Charquiyaçu, cuente con el conocimiento adecuado de cómo actuar ante este tipo de eventos adversos.

Reglamento a la Ley de Seguridad Pública y del Estado

Art. 3.- Del órgano ejecutor de Gestión de Riesgos. - La Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos es el órgano rector y ejecutor del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos. Dentro del ámbito de su competencia le corresponde: a) Identificar los riesgos de orden natural o antrópico, para reducir la vulnerabilidad que afecten o puedan afectar al territorio ecuatoriano; b) Generar y democratizar el acceso y la difusión de información suficiente y oportuna para gestionar adecuadamente el riesgo; c) Asegurar que las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente, en forma transversal, la gestión de riesgo en su planificación y gestión; d) Fortalecer en la ciudadanía y en las entidades públicas y privadas capacidades para identificar los riesgos inherentes a sus respectivos ámbitos de acción; y, e) Gestionar el financiamiento necesario para el funcionamiento del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos y coordinar la cooperación internacional en este ámbito. (Ley de Seguridad Pública y del Estado, 2014)

Con base en lo anterior, la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, es el ente rector que tiene competencias encaminadas en la seguridad y protección de la ciudadanía ante eventos de origen natural y antrópico, se relaciona con nuestra investigación, porque al suscitarse inundaciones de grandes magnitudes, con el apoyo de estas instituciones se podrá ayudar a la recuperación de la población afectada.

Art. 18.- Rectoría del Sistema. - El Estado ejerce la rectoría del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos a través de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgo, cuyas competencias son: a. Dirigir, coordinar y regular el funcionamiento del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos; b. Formular las políticas, estrategias, planes y normas del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos, bajo la supervisión del Ministerio de Coordinación de Seguridad, para la aprobación del Presidente de la República; c. Adoptar, promover y ejecutar las acciones necesarias para garantizar el cumplimiento de las políticas, estrategias, planes y normas del Sistema; d. Diseñar programas de educación, capacitación y

difusión orientados a fortalecer las capacidades de las instituciones y ciudadanos para la gestión de riesgos; e. Velar por que los diferentes niveles e instituciones del sistema, aporten los recursos necesarios para la adecuada y oportuna gestión; y, f. Fortalecer a los organismos de respuesta y atención a situaciones de emergencia, en las áreas afectadas por un desastre, para la ejecución de medidas de prevención y mitigación que permitan afrontar y minimizar su impacto en la población. (Ley de Seguridad Pública y del Estado, 2014)

Código Orgánico Organización Autonomía Descentralización (COOTAD)

Art. 140.- Ejercicio de la competencia de gestión de riesgos. - La gestión de riesgos que incluye las acciones de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia, para enfrentar todas las amenazas de origen natural o antrópico que afecten al cantón se gestionarán de manera concurrente y de forma articulada con las políticas y los planes emitidos por el organismo nacional responsable, de acuerdo con la Constitución y la ley. Los gobiernos autónomos descentralizados municipales adoptarán obligatoriamente normas técnicas para la prevención y gestión de riesgos sísmicos con el propósito de proteger a las personas, colectividades y la naturaleza. La gestión de los servicios de prevención, protección, socorro y extinción de incendios, que de acuerdo con la Constitución corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados municipales, se ejercerá con sujeción a la ley que regule la materia. (Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, 2010)

Ley Orgánica de la Defensa Nacional

Art. 5.- En caso de grave conmoción interna o catástrofes naturales, previa declaratoria del estado de emergencia, el presidente de la República, a través del jefe del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas, podrá delegar la conducción de las operaciones militares, a los comandantes de las Fuerzas de Tarea, quienes tendrán mando y competencias, de acuerdo con las normas y planes respectivos. (Ley Orgánica de la Defensa Nacional, 2007)

2.5 Definición de Términos

Amenaza. Proceso, fenómeno o actividad humana que puede ocasionar muertes, lesiones u otros efectos en la salud, daños a los bienes, disrupciones sociales y económicas o daños ambientales (COMUNIDAD ANDINA, 2018).

Desastre. Una seria interrupción en el funcionamiento de una comunidad o sociedad debido a eventos amenazantes interactuando con condiciones de exposición, vulnerabilidad y capacidad, y que generan una o más de los siguientes: pérdidas e impactos humanos, materiales, económicos y ambientales (González, 2021).

Emergencia. Escenario o situación de afectación a una comunidad, sus bienes, medios de vida, servicios y su entorno, causado por un evento peligroso de origen natural y antrópico, que puede ser resuelto por los recursos locales (COMUNIDAD ANDINA, 2018).

Gestión de riesgos. Es una de las mejores prácticas que actualmente se llevan a cabo en todo tipo de organizaciones a lo largo y ancho del mundo. Su finalidad es que las organizaciones gestionen los riesgos tanto en su ambiente exterior o interior, con el fin de que se mitiguen aquellos eventos que puedan impactar negativamente el logro de sus objetivos y/o que potencialicen aquellos eventos que puedan impactar positivamente el logro de los mismos en el campo de las finanzas, la salud, la seguridad y la tecnología de la información (Panduro, 2021).

Gestión del riesgo de desastres. Es la aplicación de políticas y estrategias de reducción del riesgo de desastres con el propósito de prevenir nuevos riesgos, reducir los existentes y gestionar el riesgo residual, contribuyendo al fortalecimiento de la resiliencia y reducción de las pérdidas por desastres (COMUNIDAD ANDINA, 2018).

Inundaciones. Las inundaciones como una consecuencia del exceso de lluvias que activa cuencas y ríos, y que producen el desborde de agua que afecta a las personas y la comunidad. Identifican perjuicios en la salud, sus viviendas, vías de transporte y servicios básicos. De igual forma, consideran que esta situación genera dificultades en el acceso a los alimentos y agua para el consumo humano. (Rojas, Hidalgo, Moya, Castro, & Barboza, 2019)

Medidas estructurales. Son las que comprenden toda construcción material que tiene por objeto reducir o evitar el posible impacto de las amenazas, o la aplicación de técnicas de

ingeniería o tecnología para lograr la resistencia y resiliencia a las amenazas en estructuras o sistemas (COMUNIDAD ANDINA, 2018).

Medidas no estructurales. Son las que no entrañan construcciones materiales y se sirven de conocimientos, prácticas o disposiciones para reducir los riesgos de desastres y sus efectos, en particular mediante políticas y leyes, la concienciación pública, la capacitación y la educación (COMUNIDAD ANDINA, 2018).

Precipitación. Es cualquier forma de agua sólida o líquida que cae de la atmósfera a la superficie terrestre. La lluvia, la llovizna, el granizo y la nieve son ejemplos de precipitación. Para su formación se requiere la elevación de una masa de agua en la atmósfera de tal manera que se enfríe y parte de su humedad se condense. (Tapia, 2016)

Preparación. Conocimientos y capacidades que desarrollan los gobiernos, las organizaciones de respuesta y recuperación, las comunidades y las personas para prever, responder y recuperarse de forma efectiva de los impactos de desastres probables, inminentes o presentes. (COMUNIDAD ANDINA, 2018)

2.6 Sistema de Variables

2.6.1 Variable Dependiente

Zonas susceptibles ante inundaciones

2.6.2 Variable Independiente

Elementos expuestos

2.6.3 Operacionalización de Variables

Tabla 3. Variable Dependiente

Variable Dependiente	Definición	Dimensión	Indicador	Escala cualitativa	Escala cuantitativa	Instrumento
Zonas susceptibles a inundaciones	Son zonas que están expuestas a sufrir daño a la infraestructura y la población en caso de ocurrir algún desastre natural ocasionado por la naturaleza.	Factores de susceptibilidad a inundaciones	Pendiente	Muy suave (0-5)%	5	Programa de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Fuentes Bibliográficas.
				Suave (5-12)%	4	
				Media (12-25)%	3	
				Media Fuerte (25-40)%	2	
				Fuerte (40-70)%	1	
			Uso de suelo y Cobertura vegetal	Bosque nativo Páramo	1	
				Bosque intervenido (plantaciones forestales) Matorrales Arboricultura	2	

				Pasto natural	
				Cultivos permanentes	3
				Cultivos de ciclo corto	4
				Suelo desnudo	
				Área urbana	5
				Cuerpos de agua	
			Litología	Muy filtrante	1
				Filtrante	2
				+Filtrante	3
				Poco filtrante	4
				No filtrante	5
			Permeabilidad	Muy lenta	
				Lenta	5
				Moderadamente lenta	4
				Moderada	

				Moderadamente rápida	3		
				Rápida	2		
				Muy rápida	1		
			Precipitación	Bajo	0-250 mm		
						250-500 mm	
					Media	500-1000 mm	
					Alta	1000-2000 mm	
					>6000 mm		

Nota. La tabla 3, muestra la variable dependiente en la cual se aprecia la dimensión con sus indicadores correspondientes.

Tabla 4 *Variable Independiente*

Variable Independiente	Definición	Dimensión	Indicador	Escala	Escala	Instrumento
				Cualitativa	Cuantitativa	
Elementos Expuestos	Es la cantidad de elementos vulnerables que están propensos a sufrir afectaciones a las personas o bienes materiales a causa de la presencia de una amenaza natural (inundaciones).	Susceptibilidad a inundaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Edificaciones • Vías • Edificaciones esenciales 	Muy Alta Alto Media Baja Sin amenaza	5 4 3 2 1	Programa de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Nota. *La tabla 4, muestra la variable independiente en la cual se aprecia la dimensión con sus indicadores correspondientes.*

CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Nivel de investigación

Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación se desarrolló a través de la unión de los enfoques cualitativo y cuantitativo. Según (Sampieri, Fernández, & Baptista, 2014), los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, para realizar inferencias producto de toda la información recabada y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio. Por lo tanto, el método mixto permite resolver el problema y, con ello, alcanzar cada uno de los objetivos planteados. Para la determinación de las “Zonas Susceptibles a Inundaciones empleando los Sistemas de Información Geográfica en el recinto Charquiyacu, cantón Caluma”, se utilizó metodologías sujetas a diferentes instrumentos y herramientas obteniendo información relevante, donde permita identificar los elementos expuestos y determinar zonas propensas a inundaciones en la zona de estudio.

Para su estudio el tipo de investigación presentada fueron las siguientes:

a. Investigación descriptiva

De acuerdo con (Guevara, Verdesoto, & Castro, 2020), “La investigación descriptiva es un método eficaz para la recolección de datos durante el proceso de investigación. Puede utilizarse de múltiples formas”. Esta investigación nos servirá para evidenciar las características del lugar de investigación, basándose en la descripción del tipo de suelo, cobertura vegetal, precipitaciones, entre otras lo cual permitió determinar la susceptibilidad ante inundaciones.

b. Investigación Bibliográfica-Documental

Esta investigación es bibliográfica, porque se logró obtener, revisar y analizar información relacionada con la amenaza de inundaciones, así como también distintas perspectivas teóricas y metodologías de fuentes oficiales de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (2017), toma en consideración parámetros que están establecidos en esta metodología que servirán para la recolección de información y determinar la susceptibilidad de la zona de estudio ante inundaciones.

Para el cumplimiento de los objetivos planteados se utilizará la metodología propuesta por la SGR en donde se integrarán datos cualitativos y cuantitativos que permitirán determinar zonas propensas a inundaciones y elementos expuestos ante este tipo de evento adverso.

c. Investigación de campo

Desde el punto de vista de (Nájera & Paredes, 2017), “La investigación de campo como método permite la intervención del observador en un entorno físico, partiendo de la visita al emplazamiento, para luego observar el lugar y fotografiarlo”. Mediante la utilización de esta investigación permite obtener información con datos precisos que serán de gran aporte para desarrollar la presente problemática.

3.2 Diseño

No experimental

Los diseños no experimentales no tienen determinación aleatoria, manipulación de variables o grupos de comparación. El investigador observa lo que ocurre de forma natural, sin intervenir de manera alguna. Existen muchas razones para realizar este tipo de estudio. Primero, un número de características o variables no están sujetas, o no son receptivas a manipulación experimental. Así como, por consideraciones éticas, algunas variables no pueden o no deben ser manipuladas (Sousa, Driessnack, & Costa, 2007), es así que para nuestro proyecto de investigación se analizara las zonas propensas ante inundaciones, lo que permitirá identificar el nivel de vulnerabilidad en que se encuentra el recinto Charquiyacu.

3.3 Población y muestra

Para (Sampieri, Fernández, & Baptista, 2014), “una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones”. Con base a lo anterior, el recinto Charquiyacu, que conforma el área de estudio, con una extensión territorial de 93,974 ha, esto respeta a que la investigación tiene como principal problemática el análisis de zonas susceptibles a inundaciones, lo cual no es necesario la extracción de una muestra debido a que, la metodología de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (2017), no considera la realización de encuestas dentro de la población de estudio.

3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Para el presente proyecto de investigación, se recolectó información de fuentes secundarias de las instituciones, tales como:

- GAD Municipal cantón Caluma.
- Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR-metodología ante inundaciones).

Observación directa: Esta técnica se aplicó en el lugar de estudio siendo de gran ayuda para evidenciar y determinar cuáles eran las causas del por qué se da esta problemática, nos permitió observar la condición que estaba atravesando el sector, entrando en contacto directo con la problemática y con ello, poder tener un conocimiento de los elementos y las características que inciden en la consecución del fenómeno.

Fotografías: Mediante las expresiones fotográficas que evidencian la situación actual en la que se encuentra la zona de estudio y permitiendo constatar el alcance que ha provocado esta problemática en la ciudadanía a través de las diferentes visitas que hemos realizado a lo largo de la investigación.

3.5. Técnicas de procesamiento, análisis de datos y estadísticos analizados.

3.5.1. Metodología para el Objetivo 1. “Determinar zonas propensas a inundaciones en el recinto Charquiyacu, mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica”.

La Secretaría de Gestión de Riesgos ha desarrollado una propuesta para elaborar mapas de amenaza por inundaciones, además propone evaluar según un esquema y fórmulas, de acuerdo a la problemática. Para ello, se deben expresar los factores o parámetros de análisis en diferentes mapas rasterizados y reclasificados, en función de pesos asignados según su importancia (SNGR, 2017).

El método considera 5 factores, cada uno de ellos representados por un parámetro valorado en la mayoría de los casos entre 1 y 5 y expresados en mapas. Cada factor de análisis se afecta por un factor de ponderación o peso, repartido de acuerdo a su valoración. Posteriormente, para obtener el valor de At se suman los mapas (SNGR, 2017).

Fórmula

$$At = [saturación]* 0.52 + [permeabilidad]* 0.20 + [zonas de acumulación]* 0.10 + [uso del suelo]*0.10 + [precipitación]+ 0.08$$

Factores Naturales

Pendiente. Este factor pendiente se determinó mediante los shapes (SIG TIERRAS ,2012) en el software ArcGIS 10.8, se logró identificar los rasgos con su respectiva descripción para asignarles un valor a los indicadores según la tabla de valoración de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR).

Tabla 5 Valoración de la pendiente

Descripción	Rango	Valor indicador
Muy suave	0-5%	5
Suave	5-12%	4
Media	12-25%	3
Media fuerte	25-40%	2
Fuerte	40-70%	1

Nota. Valoración de la pendiente, Fuente: (SNGR, 2017)

Textura: El factor textura nos permite identificar la superficie del suelo que presenta la zona estudio se utilizó un procesamiento en ArcGIS 10.8, para obtener un ráster de tipo de suelo, a escala 1.25000 (permeabilidad), se determinó el tipo de textura Franco arcilloso en el área de investigación.

Tabla 6 Valoración de la Geología/Litología (textura)

Descripción	Clase textual	Valor
Muy filtrante/ gruesa	Arenosa fina, media, gruesa, arenoso franco.	1
Filtrante/ moderadamente gruesa	Franco arenoso, fino a grueso, franco limoso, moderado.	2
+/- Filtrante/ media	Franco, limoso, franco arcilloso de arcilla, franco arcillo arenoso, franco arcillo limoso óptima.	3
Poco filtrante/fina	Franco arcillo, arcilloso, arcillo arenoso, arcillo limoso óptima	4
No filtrante/muy Fin	Arcilloso marginal	5

Nota. Valoración de la textura, Fuente: (GAD Caluma, 2020)

Nivel Freático: El factor freático corresponde al nivel superior de una capa freática o de un acuífero en general subterráneo que se encuentra a una profundidad relativamente superficial o se pueden encontrar a mayores profundidades en el área de estudio.

Tabla 7. Valoración de la profundidad del nivel freático

Descripción	Valor indicador	Categoría
Zonas de saturación	5	Mal drenado –lento- marginal
Saturación de umbral	4	
Parcialmente mojado	3	Moderado
Baja humedad	2	Bueno-optima

Nota. Valoración del nivel freático, Fuente: (SNGR, 2017)

Precipitación: El factor de precipitación se determinó mediante los shapes (INAMI, 2013) a escala 1.25000, el programa ArcGIS, nos ayuda a determinar la cantidad de lluvia en mm anuales, de esta manera procedemos a dar un valor a los indicadores según la tabla de valoración de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR).

Tabla 8. Valoración de la precipitación

Descripción	Valor indicador	Categoría
0-250 mm	1	Baja
250-500 mm	2	Media
500-1000 mm	3	
1000-2000 mm	4	
>6000 mm	5	Alta

Nota. Valoración de la precipitación, Fuente: (SNGR, 2017)

Factor Antrópico

Uso de suelos. Dentro de este factor de susceptibilidad se encuentra los elementos de cobertura vegetal y usos de suelo, se determinó mediante los shapes (GAD Caluma ,2015), el software ArcGIS 10.8, a través de las visitas de campo, se pudo determinar que este componente influye ante la amenaza de inundaciones.

Tabla 9. Valoración de uso de suelo/cobertura vegetal

Descripción	Valor indicador
Bosque nativo	1
Páramo	
Bosque intervenido (Plantaciones forestales)	2
Matorrales	
Arboricultura	
Pastos naturales	3
Cultivos permanentes	
Cultivos de ciclos corto	4
Suelos desnudos	5
Área urbana	
Cuerpos de agua	

Nota. Valoración de uso de suelo y cobertura vegetal, Fuente: (SNGR, 2017)

3.5.2. Metodología para el objetivo 2. “Identificar los principales elementos expuestos ante la amenaza de inundación en la comunidad de intervención”.

Luego de la obtención del mapa de susceptibilidad ante la amenaza de inundación, en el software ArcGis 10.8, mediante la correlación de los shapfiles de edificaciones, edificaciones esenciales y red vial, lo que permitió obtener los niveles de exposición a la amenaza de inundación.

Dentro del Recinto Charquiyacu se consideraron los siguientes elementos expuestos:

- Edificaciones, las mismas que se georreferenciaron con un total de 125.
- Infraestructuras esenciales, las cuales se consideró al Centro de Salud, la Unidad Educativa Dr. Alfredo Noboa Montenegro, la Iglesia y el puente del recinto.
- Viabilidad, se georreferenciaron las vías principales de acceso y calles del recinto.

3.5.3. Metodología para el Objetivo 3. “Establecer estrategias para la reducción de las zonas propensas a inundaciones”.

Medidas estructurales. Son las que comprenden toda construcción material que tiene por objeto reducir o evitar el posible impacto de las amenazas, o la aplicación de técnicas de ingeniería o tecnología para lograr la resistencia y resiliencia a las amenazas en estructuras o sistemas (COMUNIDAD ANDINA, 2018).

Medidas no estructurales. Son las que no entrañan construcciones materiales y se sirven de conocimientos, prácticas o disposiciones para reducir los riesgos de desastres y sus efectos, en particular mediante políticas y leyes, la concienciación pública, la capacitación y la educación (COMUNIDAD ANDINA, 2018).

CAPÍTULO 4: RESULTADOS

4.1 Objetivo 1. Determinar zonas propensas a inundaciones en el recinto Charquiyacu, mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica.

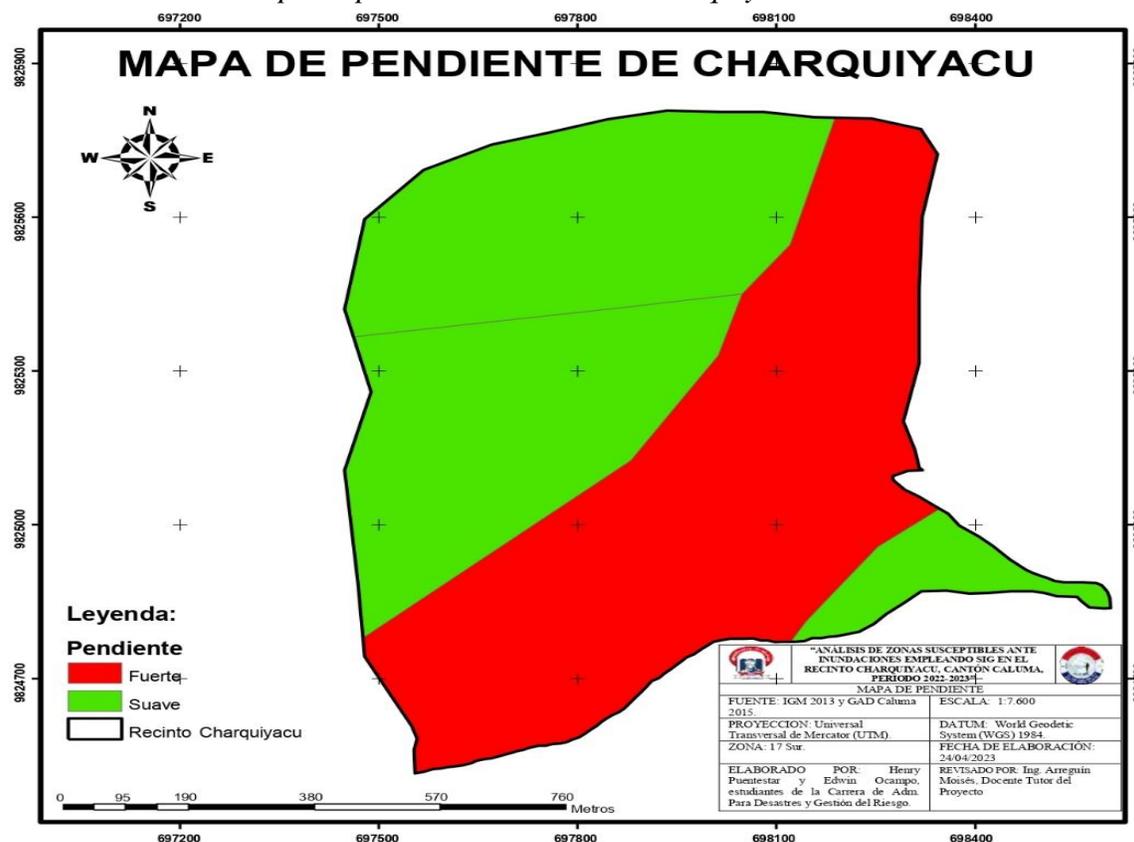
Se utilizó la herramienta software ArcGis 10.8, para establecer cada uno de los factores de susceptibilidad que inciden ante la amenaza a inundaciones, en donde se caracterizó las variables naturales y antrópicas asignando valores propuestos en la metodología de la “Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos 2017”.

Factores Naturales

Pendiente

En la ilustración 7, se puede observar los resultados del análisis de reclasificación de las pendientes del recinto Charquiyacu, donde es de gran notoriedad observar que el área de estudio se encuentra ubicado en una zona de pendientes fuertes; de acuerdo al manual de la SNGR (2017), tienen un rango entre 40-70%, cubre un territorio del 48 % del área de estudio.

Ilustración 7. Mapa de pendiente del Recinto Charquiyacu

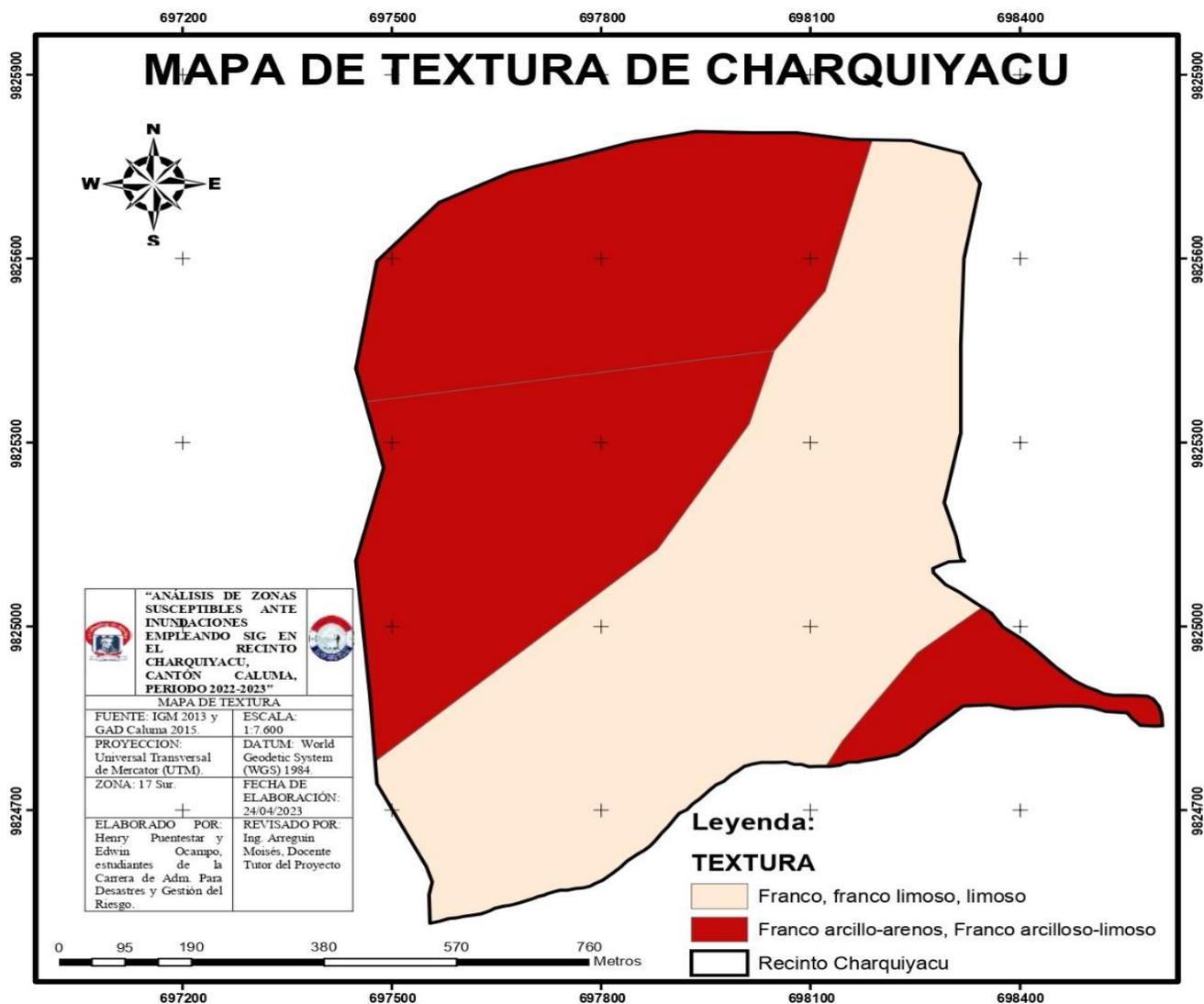


Nota. Mapa de pendiente del Recinto Charquiyacu.

Textura

En la ilustración 8, se puede visualizar los resultados del análisis de la textura del recinto Charquiyacu, con base a los valores de la metodología de la SNGR (2017), la clase de textura que predomina es “textura más o menos filtrante a media” lo cual puede tener una composición Franco limoso, arcilloso y arenoso; con un área de 49,026 ha en la zona de estudio.

Ilustración 8. Mapa de textura del Recinto Charquiyacu

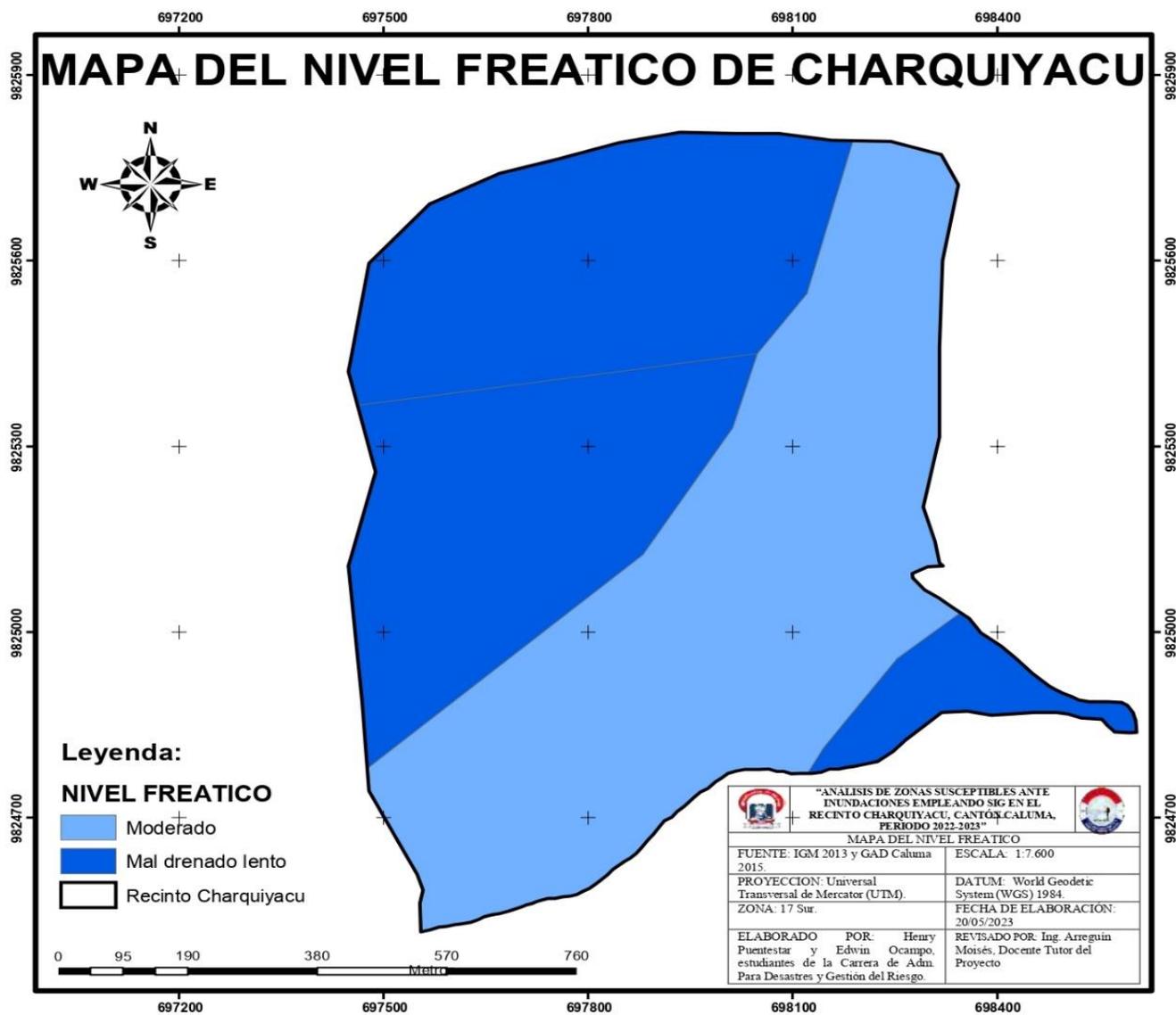


Nota. Mapa de textura del Recinto Charquiyacu.

Nivel Freático

En la ilustración 9, se puede visualizar los resultados del análisis del nivel freático, dando a conocer que dentro de la zona de estudio se encuentra en un nivel freático moderado.

Ilustración 9. Mapa de nivel freático del recinto Charquiyacu



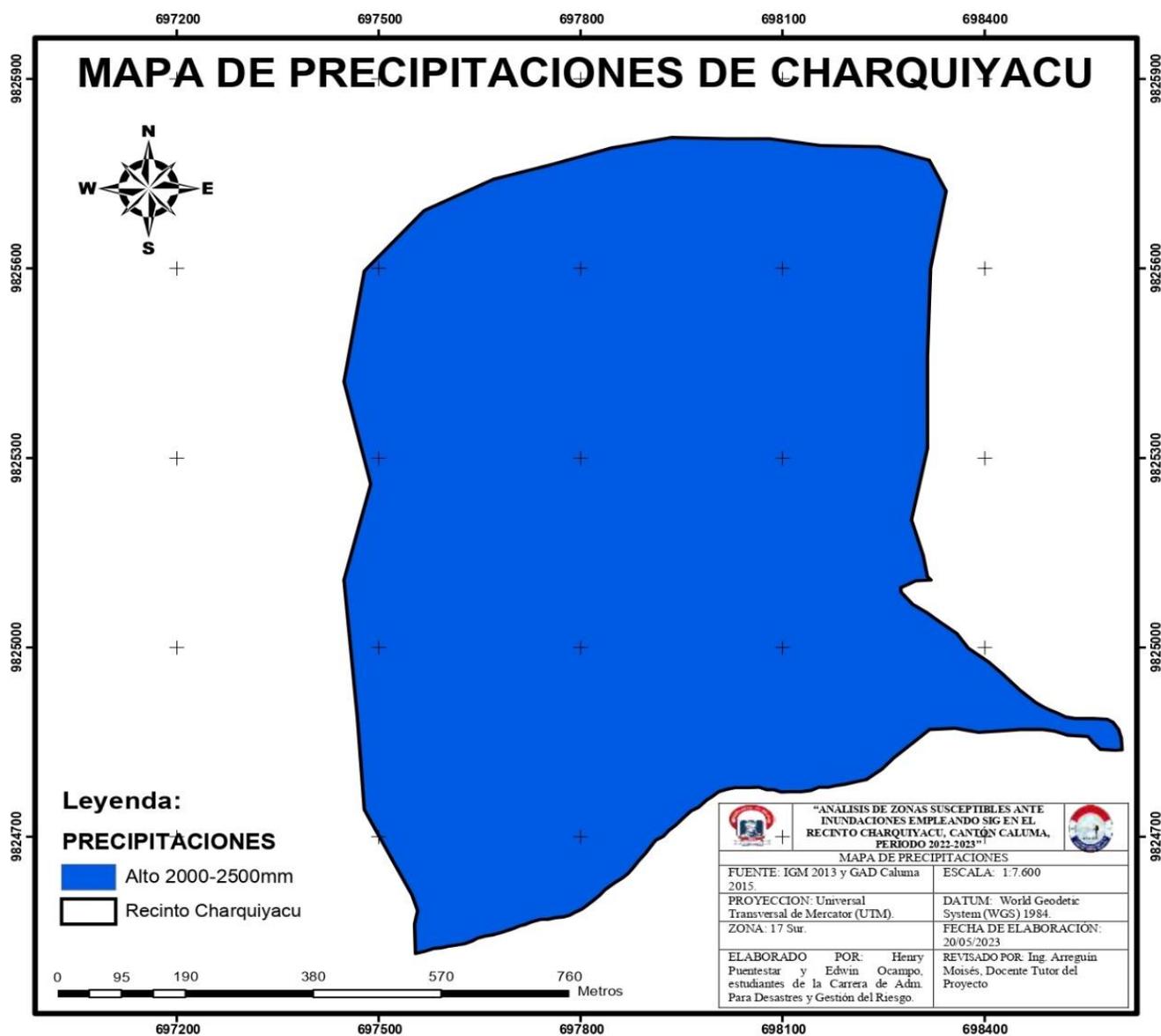
Nota. Mapa de nivel freático del Recinto Charquiyacu.

Precipitación

En la ilustración 9, se puede visualizar los resultados de precipitaciones en el recinto Charquiyacu, dando a conocer que las precipitaciones son altas, produce considerables consecuencias dentro de la localidad, especialmente en la etapa invernal en donde el cauce del río

se incrementa hasta el punto de desbordarse, tomando diferente trayectoria y destruyendo todo lo que se encuentra a su paso.

Ilustración 10. Mapa de precipitaciones del recinto Charquiyacu



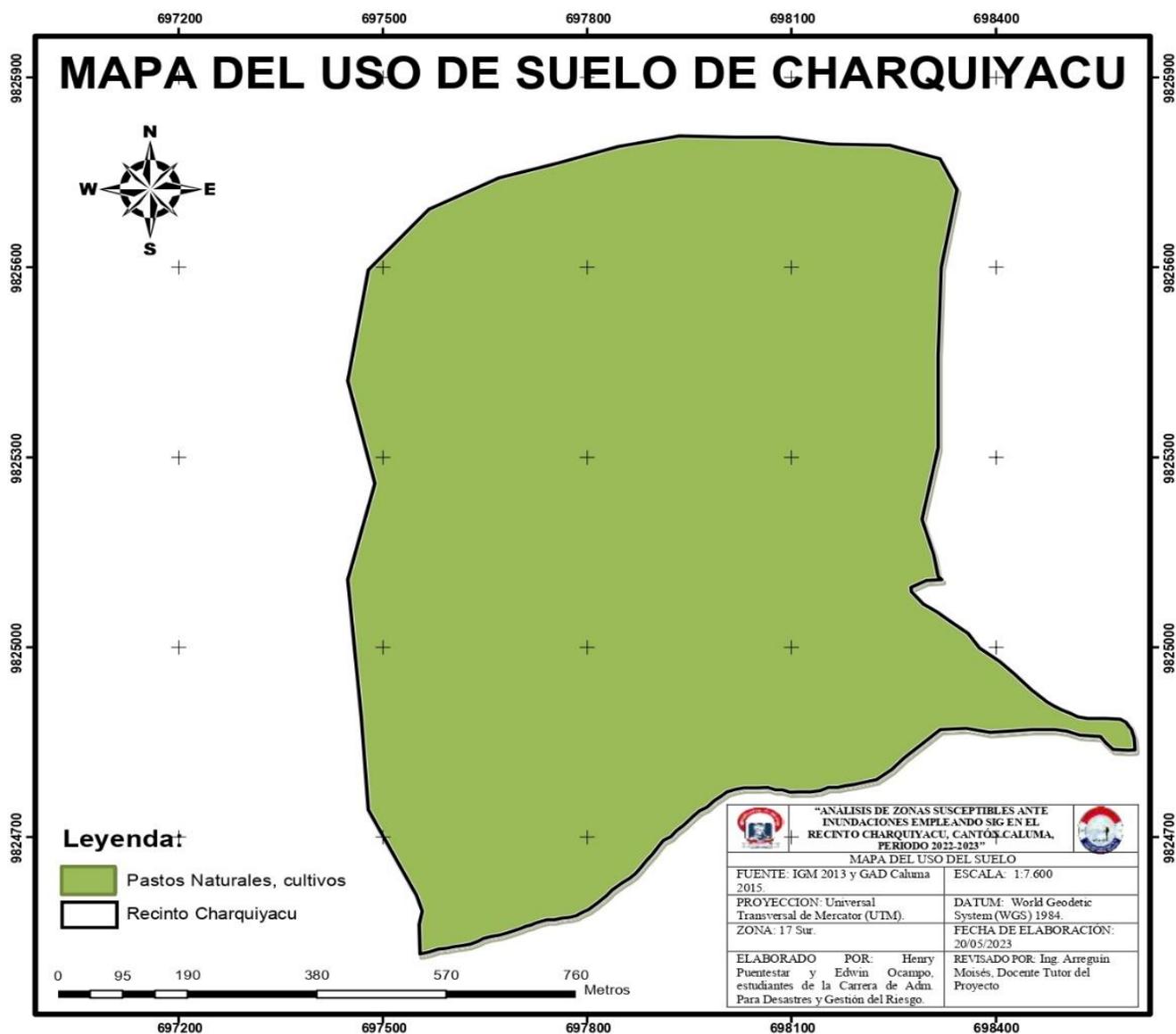
Nota. Mapa de precipitaciones del Recinto Charquiyacu.

Factores antrópicos

Uso de suelo

En la ilustración 11, se puede observar los resultados del análisis del uso de suelo en el recinto Charquiyacu, en donde predominan los pastos naturales y cultivos, mismos que intervienen en el proceso de deforestación para la siembra de los mismos, produce que el agua fluya de manera abrupta donde produce afectaciones en zonas aledañas.

Ilustración 11. Mapa del uso de suelo del recinto Charquiyacu



Nota. Mapa del uso de suelo del Recinto Charquiyacu.

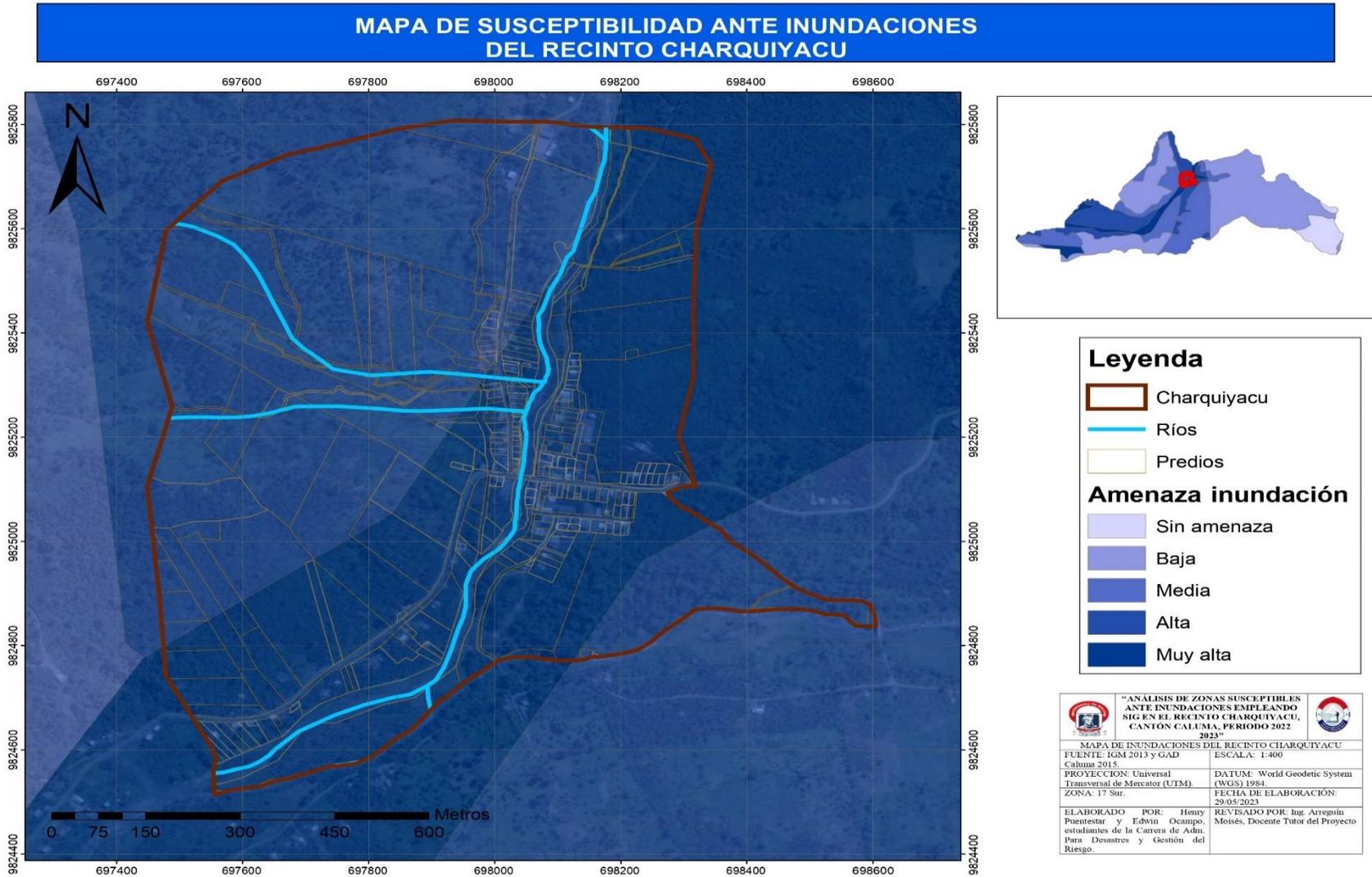
MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD ANTE INUNDACIONES EN EL RECINTO CHARQUIYACU

Luego de haber obtenido los mapas de los factores como son: pendiente, textura, nivel freático, precipitaciones y uso de suelo que propone la SNGR, se procede a determinar la susceptibilidad ante inundaciones del recinto Charquiyacu, al realizar la sumatoria de los mapas de los factores antes mencionados se obtendrá el resultado final, procedimiento que se realizó mediante la siguiente ecuación:

Fórmula

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

Ilustración 12. Mapa de Susceptibilidad ante inundaciones del recinto Charquiyacu



Nota. Mapa ante inundaciones del Recinto Charquiyacu.

En esta ilustración, se puede visualizar el mapa de Susceptibilidad ante inundaciones del recinto Charquiyacu, que se encuentra en un nivel de vulnerabilidad alta y muy alta, representa un área 93,974 ha. Esto se debe a que la localidad se caracteriza por tener pendientes entre 12 - 40%; también, presentan fuertes precipitaciones en la temporada invernal, produce que el cauce del río Charquiyacu crezca considerablemente, atemoriza a la ciudadanía y los sectores aledaños. Es necesario la actualización de los datos permanentemente para así contrarrestar las afectaciones de posibles inundaciones y, con ello, obtener historiales precisos que favorezcan a la elaboración y el diseño de estrategias para actuar ante este tipo de eventos adversos.

Los mapas de pendiente, textura, nivel freático, precipitaciones, uso de suelos se realizaron mediante shapes file con escala nacional de 1: 25 000, según fuentes oficiales de SIGTIERRAS 2012, INAMHI 2012 y GAD CALUMA 2015. Mientras que el mapa final de susceptibilidad ante inundaciones se realizó a través de shapes file con escala de 1: 7600. dando como resultado una sectorización final con escala de 1:4000

4.2 Objetivo 2. Identificar los principales elementos expuestos ante la amenaza de inundación en la comunidad de intervención.

Una vez obtenido el mapa de susceptibilidad a inundaciones se procede a identificar los elementos expuestos en los cuales se considera los siguientes:

4.2.1. Exposición de edificaciones a inundaciones en el recinto Charquiyacu.

La exposición de edificaciones e infraestructuras esenciales, (Centro de Salud, Unidad Educativa e iglesia) fue elaborada con base en el mapa de susceptibilidad a inundaciones del recinto Charquiyacu, que fueron proporcionados a través de la Georreferenciación de cada uno de ellos.

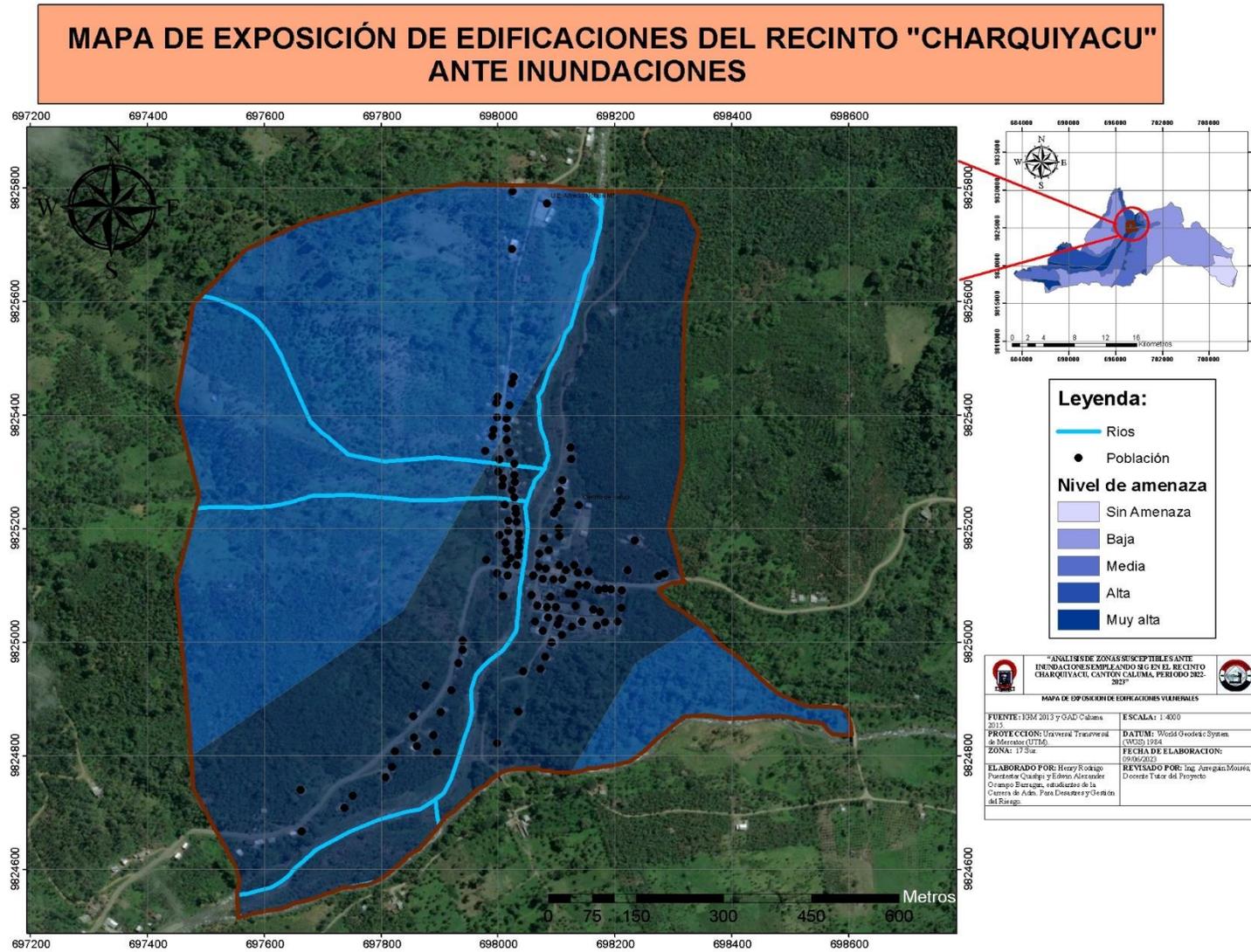
En relación a la exposición de las edificaciones del recinto Charquiyacu, se encuentran en un orden de: muy alta y alta.

Tabla 10. *Infraestructuras expuestas a inundaciones del recinto Charquiyacu.*

Nivel de amenaza	Número de edificaciones	%
Muy Alta	111	88,8%
Alta	14	11,2%
Media	0	0%
Baja	0	0%
Sin amenaza	0	0%
Total	125	100%

Nota. Infraestructuras expuestas a inundaciones del área de estudio.

Ilustración 13. Mapa de exposición de edificaciones ante inundaciones del recinto Charquiyacu.



Nota. Mapa de exposición de infraestructuras ante inundaciones del Recinto Charquiyacu.

4.2.2. Exposición de infraestructuras esenciales ante la amenaza de inundaciones del recinto Charquiyacu.

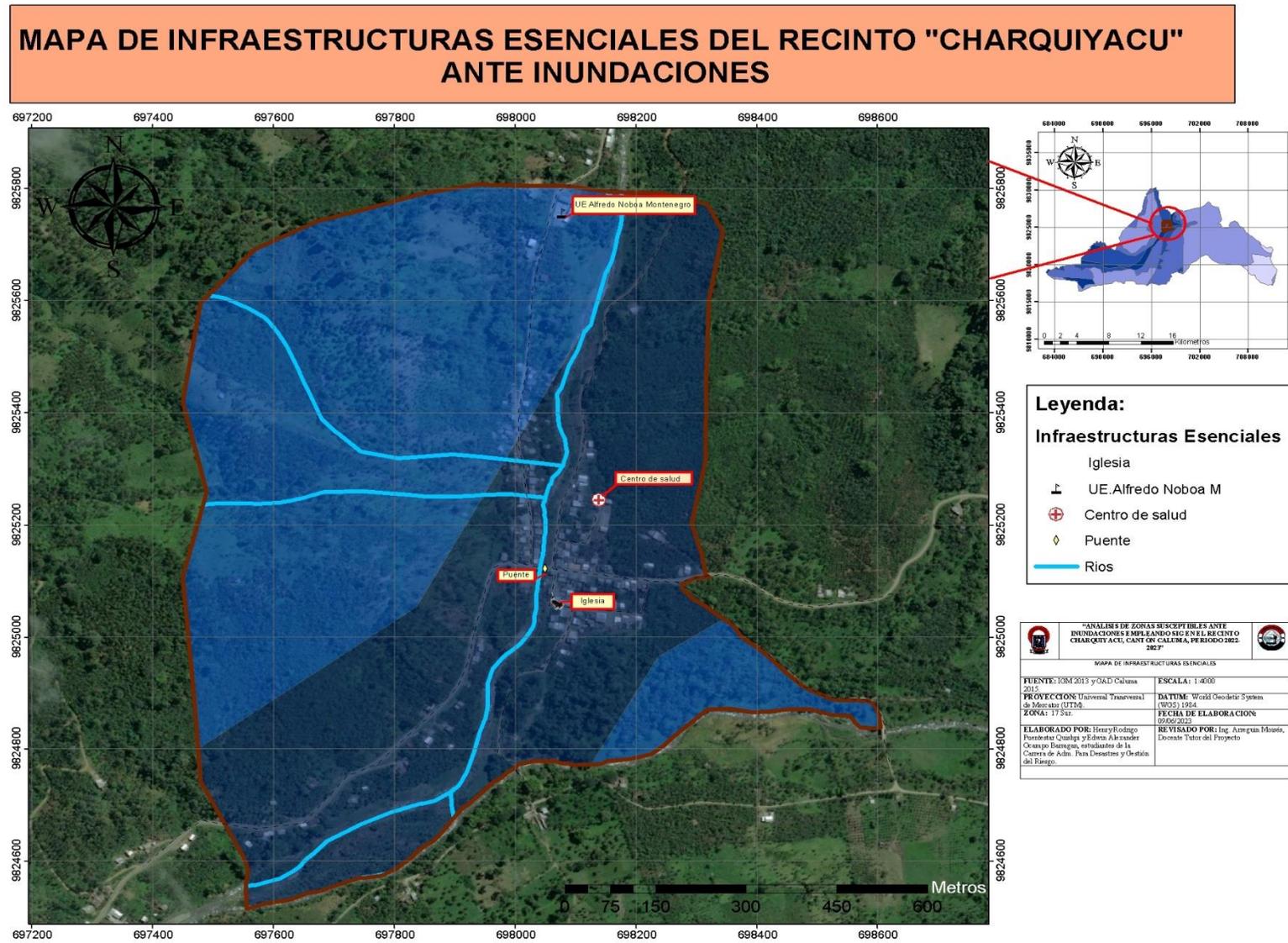
Los resultados obtenidos, en relación con la exposición de las infraestructuras esenciales expuestas, se muestran en la tabla 11. La iglesia, el puente y el centro de salud se encuentran en un nivel de vulnerabilidad muy alta, mientras que la Unidad Educativa Dr. Alfredo Noboa Montenegro se encuentra en un nivel alta.

Tabla 11 Exposición de infraestructuras esenciales ante la amenaza de inundación del recinto Charquiyacu.

Nivel de amenaza	Número de Centro de salud	%	Número de centros Educativos	%	Número de iglesias	%	Número de puentes	%
Sin amenaza	0	0	0	0	0	0	0	0
Baja	0	0	0	0	0	0	0	0
Media	0	0	0	0	0	0	0	0
Alta	0	0	1	100	0	0	0	0
Muy alta	1	100	0	0	1	100	1	100
Total	1	100%	1	100%	1	100%	1	100%

Nota. Infraestructuras esenciales expuestas ante la amenaza de inundaciones de la zona de estudio.

Ilustración 14. Mapa de infraestructuras esenciales ante inundaciones.



Nota. Mapa de infraestructuras esenciales del recinto Charquiycu ante inundaciones.

4.2.3. Exposición de infraestructura red vial a la amenaza de inundación.

La exposición de infraestructura vial susceptible a inundaciones en el recinto Charquiyacu, se elaboró con base al mapa de susceptibilidad a inundaciones.

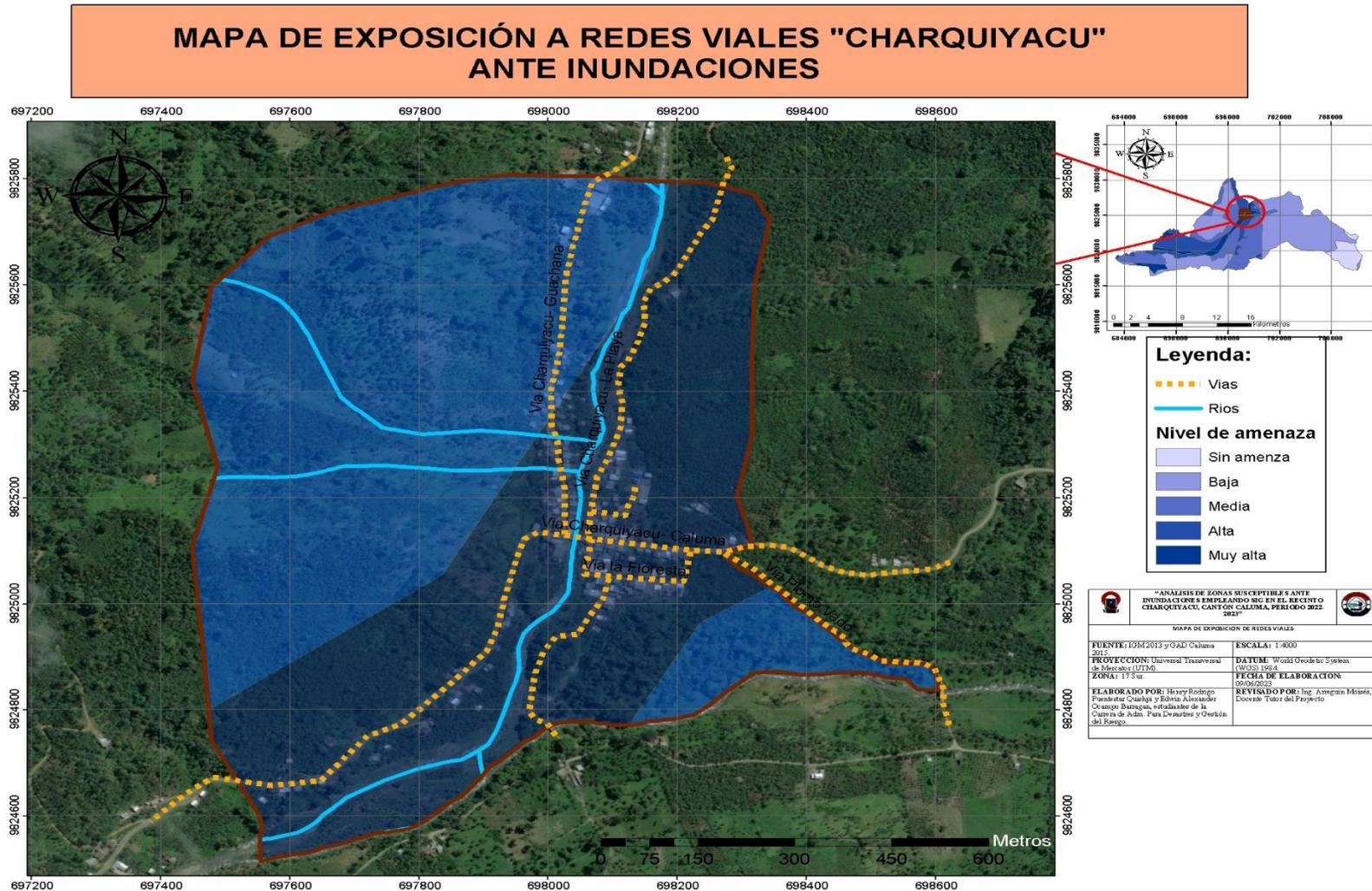
En correlación con la infraestructura vial en la tabla 12, se muestran resultados en un nivel muy alto 3,47 km y en un nivel de vulnerabilidad alto 0,79 Km.

Tabla 12. *Infraestructura vial expuesta ante inundaciones.*

Nivel de amenaza	Área km	%
Sin amenaza	0	0
Baja	0	0
Media	0	0
Alta	0,79	17,67
Muy alta	3,47	82,33
Total	4,47	100

Nota. Infraestructura vial del recinto Charquiyacu ante inundaciones.

Ilustración 15. Mapa de infraestructuras viales expuestas ante inundaciones.



Nota. Mapa de exposición de infraestructura vial ante inundaciones en el recinto Charquiyaqu.

4.3 Objetivo 3: Establecer estrategias para la reducción de las zonas propensas a inundaciones.

El recinto Charquiyacu se ha visto afectado especialmente en la época invernal, por inundaciones, que producen pérdidas económicas y materiales en el sector. El propósito de establecer estrategias para la reducción de las zonas propensas a inundaciones en el recinto Charquiyacu, es poner mayor énfasis para aumentar su resiliencia y con ello enfrentar eficientemente los efectos de un desastre; por tal motivo, se describen los procesos futuros a ejecutarse con la intervención conjunta entre el GAD del Cantón Caluma y el apoyo de la ciudadanía.

.Medidas estructurales.

Son las que comprenden toda construcción material que tiene por objeto reducir o evitar el posible impacto de las amenazas, la aplicación de técnicas de ingeniería o tecnología para lograr la resistencia y resiliencia ante las amenazas en estructuras o sistemas (COMUNIDAD ANDINA, 2018).

Tabla 13. *Medidas estructurales ante inundaciones*

Zona de amenaza	Medidas estructurales	Descripción del área de amenaza	Responsable y colaboradores
Recinto Charquiyacu	Dragado de río Charquiyacu, para que su caudal este bien direccionado y con ello prevenir las afectaciones en la etapa invernal.		GAD-Caluma

	<p>Reforzamientos de muros de contención en la parte céntrica del recinto, que tengan un seguimiento técnico para soportar las crecidas del río Charquiyacu.</p>		<p>GAD-Caluma</p>
	<p>Construcción de muros de gaviones en la parte céntrica del área de estudio, permite reducir el impacto del evento en la temporada invernal,</p>		<p>GAD-Caluma Prefectura de Bolívar</p>

Nota. Medidas estructurales en la zona de estudio para reducir los efectos de inundaciones.

Medidas no estructurales Son las que no entrañan construcciones materiales y se sirven de conocimientos, prácticas o disposiciones para reducir los riesgos de desastres y sus efectos, en particular mediante políticas y leyes, la concienciación pública, la capacitación y la educación (COMUNIDAD ANDINA, 2018).

Zona de amenaza	Medidas no estructurales	Descripción del área de amenaza	Responsable y colaboradores
Recinto Charquiyacu	Ordenamiento Territorial	Es de suma importancia el cumplimiento de las ordenanzas de la ocupación del uso del suelo, debido que existen asentamientos en las zonas de riesgos ante la amenaza de inundaciones, genera un riesgo inminente para la ciudadanía y bienes materiales.	GAD-Caluma
	Capacitaciones	Mediante charlas con la comunidad poner en conocimientos temas referentes a inundaciones con el objetivo que tengan conocimiento de cómo actuar en caso de que se produzca este tipo de evento adverso.	GAD-Caluma y moradores del recinto.

	Elaboración de mapas de Amenaza a inundaciones.	Elaborar mapas que permitan identificar zonas susceptibles a inundaciones, deben ser actualizados cada año, por consiguiente, permite fomentar estrategias por parte de las autoridades de turno.	GAD-Caluma
--	---	---	------------

Tabla 14. *Medidas no estructurales*

Nota. Medidas no estructurales en la zona de estudio, para reducir el impacto de las inundaciones

Estrategias de viabilidad y sostenibilidad.

Al realizar las estrategias para la reducción de las zonas propensas a inundaciones, la viabilidad política se deriva en que son estrategias que contribuirán en la seguridad de la población de estudio, a su vez, la viabilidad técnica y económica, las autoridades del GAD del cantón Caluma gestionarán los recursos económicos y técnicos para llevar a cabo estas estrategias, además, la viabilidad social radica en que la ciudadanía se beneficiara con esta propuesta, por consiguiente la sostenibilidad de las medidas estructurales y no estructurales dependerá de elementos antes mencionados.

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Mediante la metodología de la SNGR (2017), se determinó que el recinto Charquiyacu, se encuentra en un nivel de vulnerabilidad alta y muy alta, que en gran parte se debe a las fuertes precipitaciones en la época invernal, como también a la contextura del suelo es limo arcilloso, que no permite una adecuada infiltración de agua, produce afectaciones en el sector y, con ello, ocasiona que la ciudadanía se encuentre en un peligro eminente.

- Con base al mapa de susceptibilidad ante inundaciones del recinto Charquiyacu los elementos expuestos son: respecto a las edificaciones, se encuentran en nivel alto a inundaciones, equivalente a 11,2% y muy alto, igual a 88.8%; las edificaciones esenciales del Centro de Salud, la iglesia en conjunto con el puente se encuentran en un nivel muy alto a inundaciones, equivalente a 75 %, el centro educativo Alfredo Noboa Montenegro en un nivel de alto a inundaciones, igual a 25% y la infraestructura vial del recinto, en un nivel muy alto a inundaciones, con un equivalente a 82,33%.

- Con el objetivo de mejorar la seguridad e integridad de la ciudadanía, como también tener la capacidad de respuesta de cómo actuar ante este tipo de evento adverso, las estrategias para el recinto Charquiyacu, son las medidas estructurales y no estructurales.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda a las autoridades de turno del GAD del cantón Caluma, tomar en cuenta este tipo de estudio que se realizó en el recinto Charquiyacu, de manera que empleen acciones necesarias con el fin de disminuir el grado de exposición de la ciudadanía, en las zonas de riesgo ante inundaciones, se debe realizar cartografía a detalle permite obtener datos precisos en el estudio.

- Realizar controles de asentamientos humanos, principalmente en zonas más vulnerables a inundaciones, con el propósito de minimizar los riesgos ante este tipo de evento adverso. De la misma manera debe existir la responsabilidad de los moradores en relación a las prácticas de construcción, cumplir las normativas correspondientes.

- Brindar charlas a los habitantes del recinto Charquiyacu, en base a las estrategias para la reducción de las zonas propensas a inundaciones, fortalecer el conocimiento, preparación y la capacidad de respuesta ante esta amenaza, para poder reducir las pérdidas de bienes y materiales del sector.

BIBLIOGRAFÍA

- Bella, C. D., Posse, G., Beget, M., Fischer, M., Mari, N., & Veron, S. (2008). La teledetección como herramienta para la prevención, seguimiento y evaluación de incendios e inundaciones. *Revista Científica de Ecología y Medio Ambiente*, 17(3), 39-52.
- Ceballos, A., Baró, J., & Días, C. (2016). Estimación de pérdidas económicas directas provocadas por inundación. Aplicación de las curvas inundación-daños en países en desarrollo. *Investigaciones Geográficas*, 2-12.
- CENEPRED. (2014). *Manual para la evaluación de riesgos originados por inundaciones fluviales*. Peru: Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgos de Desastres. doi:<https://dimse.cenepred.gob.pe/simse/cenepred/docs/MAN-manual-evar-inundac-fluviales.pdf>
- CEPAL. (2014). *La estimación de los efectos de los desastres en América Latina, 1972-2010*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Choez, B. D., Ríos, S. J., & Valle, D. J. (abril de 2019). Análisis de la vulnerabilidad a inundaciones de la parroquia Santa Elena Larga, provincia de Manabí, Ecuador. *Investigaciones Geográficas*(98), 1-14. doi:[dx.doi.org/10.14350/rig.59767](https://doi.org/10.14350/rig.59767)
- Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización. (2010). *Registro Oficial Suplemento 303*. COOTAD. Obtenido de https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_org.pdf
- COMUNIDAD ANDINA. (2018). GLOSARIO DE TÉRMINOS Y CONCEPTOS DE LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES Y CONCEPTOS DE LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES. *COMUNIDAD ANDINA*, 18-28.
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Registro Oficial 449*. LEXIS. doi:https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf
- Cortijo, O. L. (2008). *Metodología para el Análisis de Vulnerabilidad y Riesgo ante Inundaciones y Sismos, de las edificaciones en Centros Urbanos*. Peru. Recuperado el 2022, de

- <https://www.eird.org/plataforma-tematica-riesgo-urbano/recopilacion-de-articulos/olga-lozano.pdf>
- Demoraes, F., & d'Ercole, R. (2001). *Cartografía de las amenazas de origen natural por cantón en Ecuador*. Quito. Recuperado el 10 de diciembre de 2022, de <https://hal.science/hal-01292338/>
- Diaz, I. S. (2013). *Sistemas de Información Geográfica para apoyar la toma de decisiones en eventos hidrometeorológicos*. Recuperado el 05 de enero de 2023, de Tesis.
- EcoExploratorio. (2020). Recuperado el 3 de Enero de 2023, de <https://ecoexploratorio.org/amenazas-naturales/inundaciones/que-son-las-inundaciones/>
- ENCC. (2012). *Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador 2012-2025*. Quito: Ministerio del Ambiente (MAE). doi:<https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/ESTRATEGIA-NACIONAL-DE-CAMBIO-CLIMATICO-DEL-ECUADOR.pdf>
- Fontana, S. E. (2007). *Construcción política de un desastre natural. La inundación de la Ciudad de Santa Fe en 2003*. Recuperado el 25 de diciembre de 2022, de Congreso Latinoamericano y Caribeño de Ciencias Sociales: https://www.flacsoandes.edu.ec/sites/default/files/agora/files/1218666016.ponencia_final_de_silvia_esther_fontana_2.pdf
- GAD Caluma. (2020). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Caluma 2020-2024. Recuperado el 4 de enero de 2023
- Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar. (2015). *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PROVINCIA BOLIVAR*. Guaranda: GADPB.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Caluma. (2020). *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2014-2020*. Caluma: GADMCC.
- Gonzalez del Tanago, M., Criado, R., Hernandez, M. E., & Arrojo, P. y. (2008). Inundaciones y cambio climático. En *El cambio climático en España y sus consecuencias del sector del Agua* (págs. 53-66). España, Madrid: Universidad Rey Juan Carlos. Obtenido de https://oa.upm.es/4764/2/INVE_MEM_2008_57086.pdf

- González, F. (2021). Algunas reflexiones sobre el concepto de desastre natural. *Revista Brasileira de Geografia Económica*, 6. doi:<https://doi.org/10.4000/espacoeconomia.21037>
- Granado, S. d. (2016). *Sistemas de Alerta Temprana para Inundaciones: Análisis Comparativo de tres países Latinoamericanos*. Recuperado el 25 de diciembre de 2023, de ECONSTOR: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/177355/1/wp2016-03.pdf>
- Guevara, G., Verdesoto, A., & Castro, N. (1 de Julio de 2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Recimundo*, 171-173.
- Herrero, A. D. (1999). Utilización de los SIGs en el análisis del Riesgo de Inundación en el alto Alberche (Cuenca del Trajo). En I. G. España (Ed.), *Los sistemas de información geográfica en los riesgos naturales y en el medio ambiente* (págs. 49-68). Recuperado el 20 de diciembre de 2022, de http://www.andresdiezherrero.es/publicaciones/capitulos_de_libros/diez_1999_sig_alto_alberche.pdf
- Institute for Environment and Human Security [UNU-EHS]. (2021). *Evaluación del riesgo de inundación en Ecuador*. Quito: Proyecto VALE y el UNU-EHS. Obtenido de http://collections.unu.edu/eserv/UNU:8434/VALE_Flood_Risk_Assesment_Report_Ecuador_SPA_FINAL_META.pdf
- Isidro, M. L., Herrero, A. D., & Huerta, L. L. (2009). Aplicaciones de los SIG al análisis y Gestión del Riesgo de Inundaciones: avances recientes. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*(29), 29-37.
- Lapo, C. (2019). *Análisis espacio-temporal del riesgo de inundación mediante simulación espacial en la Parroquia Puerto Napo [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo]*. Repositorio institucional, Riobamba. Obtenido de Análisis espacio-temporal del riesgo de inundación mediante simulación espacial en la Parroquia Puerto Napo: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/5842/1/UNACH-EC-ING-AMBT-2019-0019.pdf>

- Ley de Seguridad Pública y del Estado. (2014). *Registro Oficial Suplemento 35*. LEXIS. Obtenido de https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic5_ecu_panel5_sercop_1.3._ley_seg_p%C3%BAblica.pdf
- Ley Orgánica de la Defensa Nacional. (2007). *Registro Oficial 4*. LEXIS. Obtenido de https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/ene15_LEY-ORGANICA-DE-LA-DEFENSA-NACIONAL.pdf
- Llasat, M. C., Barriendos, M., Rodriguez, R., & Vide, J. M. (diciembre de 1999). Evaluación de las inundaciones en Cataluña en los últimos quinientos años. *Ingeniería del Agua*, 6(4), 353-362. doi:<https://doi.org/10.4995/ia.1999.2796>
- MAG. (2022). *Registro de eventos peligrosos*. Caluma.
- Masgrau, L. R. (2004). Los mapas de riesgo de inundaciones: representación de la vulnerabilidad y aportación de las innovaciones tecnológicas. *Documentos de Analisis Geografica*(43), 153-171.
- Matamoros, A. D. (Septiembre de 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]*. Repositorio institucional, Quito. Obtenido de 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: <http://hdl.handle.net/10469/16785>
- Miranda, W. R., & Ortega, R. M. (2005). Aplicacion SIG para evaluar el peligro de inundaciones. *ResearchGate*, 1-12.
- Moncada, L. J., & Ojeda, E. C. (2018). Aproximación al mapa de susceptibilidad a inundación en la cuenca del río Boconó, Estado Trujillo, Venezuela. *Terra Nueva Etapa*, 34(55), 119-133.

- Morocho, A., & Uchuari, C. (2021). Delimitación de zonas vulnerables a movimientos de masa e inundaciones por el aumento del caudal del río Caluma entre los sectores Charquiyacu - Pita. (*Tesis de Ingeniería*). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Caluma.
- Nájera, C., & Paredes, B. (2017). Identidad e identificación: investigación de campo como herramienta de aprendizaje en el diseño de marcas. *INNOVA*, 2(10.1), 155- 164. doi: <https://doi.org/10.33890/innova.v2.n10.1.2017.465>
- Ninabanda, N. R. (2017). (Tesis). *Estudio y Análisis de vulnerabilidad Integral ante la amenaza de movimientos en masa e inundaciones en el sector la esperanza, del cantón Caluma, provincia Bolívar periodo 2017*. Universidad Estatal de Bolívar. Obtenido de Tesis.
- Olaya, V. (2014). *Sistemas de Información Geográfica*. Recuperado el 2 de enero de 2023, de file:///C:/Users/HP/Downloads/Libro_SIG.pdf
- Organización Meteorológica Mundial. (2012). *Organización Meteorológica Mundial*. Suiza : publicationwmo.
- Palagi, S., Patzlaff, J., Stumpf, M., & Kern, A. (abril de 2014). Análisis del impacto de las inundaciones en el valor de las propiedades inmobiliarias en la ciudad de Lajeado, Brasil- Estudio de caso de viviendas unifamiliares. *Revista Ingeniería de Construcción*, 29(1), 87-97. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732014000100006>
- Panduro, E. (2021). Gestión de riesgos para la seguridad sostenible en edificaciones públicas: revisión sistemática. *Revista Científica Universitaria*, 11(1), 2-13.
- Pereyra, F. X. (abril de 2016). Las inundaciones en la Región Metropolitana Bonaerense (RMBA): causas, efectos y mitigación. Una revisión crítica. *Revista de Ciencias, Arte y Tecnología*(3), 7-35.
- Pinos, J., Timbe, L., & Orellana, D. (2017). Métodos para la evaluación del riesgo de inundación fluvial: revisión de literatura y propuesta metodológica para Ecuador. *Revista semestral de la DIUC*, 8(2), 147-162. doi:<https://doi.org/10.18537/mskn.08.02.11>
- Portilla, F. (2018). Recuperado el 12 de Diciembre de 2022, de <file:///C:/Users/Asus/Downloads/Agroclimatologia%20del%20Ecuador.pdf>

- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2004). *LA REDUCCIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES UN DESAFÍO PARA EL DESARROLLO*. New York: John S. Swift Co., EE.UU.
- Rivadeneira, E. V., & León, N. V. (mayo-agosto de 2017). Precipitaciones extremas en la ciudad de Quito, provincia de Pichincha-Ecuador. *Ingenieria Hidraulica y Ambiental*, 38(2), 102-113.
- Rojas, P. W., Hidalgo, E. B., Moya, D. C., Castro, P. F., & Barboza, P. M. (2019). Percepción de riesgo ante las inundaciones en personas que habitan en zonas vulnerables de Lima, Perú. *Revista Cubana de Salud Pública*, 6-15. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/rcsp/v45n2/1561-3127-rcsp-45-02-e1190.pdf>
- Román, A. Q. (2017). Geomorfología Fluvial e Inundaciones en la Cuenca Alta del Río General, Costa Rica. *Anuario do Instituto de Geociencias*, 40(2), 278-288. doi:https://doi.org/10.11137/2017_2_278_288
- Romero, A. E., Morales, I. R., Mendieta, C. S., Solano, J. C., Rodriguez, L. A., & Ortiz, D. V. (2018). Distribución espacio-temporal de la precipitación en la cuenca del río Jubones, Ecuador: 1975-2013. *Scientia Agropecuaria*, 9(1), 63-70. doi:<http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.01.07>
- Saah, K. N., Diaz, M. M., & Jimenez, T. A. (2020). Evaluación del nivel de vulnerabilidad ante el fenómeno de inundación en Montería- Colombia. *Revista Espacios*, 41(21), 185-196.
- Salinas, M. A., & Espinosa, M. J. (2004). *Inundaciones* (1a. Edición ed.). Quito. Recuperado el 28 de diciembre de 2022, de <https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/3-FASCCULOINUNDACIONES.PDF>
- Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, M. d. (2014). Metodología de la Investigación. Mexico: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Sánchez, S. P. (2020). *SIG aplicados a la hidrlogia y el analisis de inundaciones con Software libre y Argisc Pro*. Recuperado el 5 de enero de 2023, de https://www.ismedioambiente.com/wp-content/uploads/2019/05/OL_HID.pdf

- SNGR. (2017). *Propuesta Metodológica para la elaboración de cartografía de amenazas por inundación*. Secretaria de Gestión de Riesgos.
- Sousa, V., Driessnack, M., & Costa, I. (2007). Revisión de diseños de investigación resaltantes para enfermería. *Revista Latino-Americana de Emergem*, 6. Obtenido de <https://www.scielo.br/j/rlae/a/7zMf8XypC67vGPrXVrVFGdx/?format=pdf&lang=es#:~:text=Dise%C3%B1os%20no%20experimentales%20son%20usados,modelo%20utiliza%20apenas%20la%20observaci%C3%B3n>.
- Tapia, J. (2016). Estructura de la precipitación y su variabilidad espacio temporal a lo largo de un gradiente altitudinal. *Tesis previa a la obtención de grado de Ingeniero Civil*. Universidad de Cuenca, Cuenca. Obtenido de <https://core.ac.uk/reader/38670530>
- Tenorio, M. d., Ellis, E. A., Aguilar, J. A., Sánchez, L. d., & Moral, U. G. (2011). La conceptualización de las inundaciones y la percepción del riesgo ambiental. *Política y Cultura*(36), 45-69.
- Uribe, R. E., & Piña, H. B. (mayo-junio de 2017). Análisis de riesgo por inundación: metodología y aplicación en la cuenca Atemajac. *Tecnología y Ciencias del Agua*, VIII(3), 5-25.
- Vera, A. D., & Alvarez, C. A. (2021). (Tesis). *Delimitación de zonas vulnerables a movimientos de masa e inundaciones por el aumento del caudal del río Caluma entre los sectores Charquiyacu-Pita*. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Caluma.
- Villacrés, D. V., García, P. V., Bacacela, L. C., Aguilar, A. L., Rivera, C. A., & López, D. R. (junio de 2016). Rellenos de series anuales de datos meteorológicos mediante métodos estadísticos en la zona costera e interandina del Ecuador y cálculo de la precipitación media. *Scielo*, 34(3), 81-90. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292016000300010>
- Yépez, J. E., & Lindao, Y. L. (2019). Predicción de zona de inundación que amenaza al Cantón Bucay. *ResearchGate*, 1-10.

ANEXOS

ANEXO N° 1: Memorias fotográficas



Nota. Acercamiento con la comunidad de Charquiyacu.



Nota. Recolección de datos en el área de estudio



.Nota. Viviendas vulnerables ante desbordamiento del rio Charquiyacu.



Nota. Desbordamiento del rio Charquiyacu



Nota. Recolección de datos GPS



Nota. Afectación de cultivos en el recinto Charquiyacu.

ANEXO N° 2: Aspectos administrativos del trabajo de titulación.

Presupuesto

Materiales	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Computadora portátil	1	\$800	\$800
Flash memori	2	\$10	\$20
Impresiones del proyecto para revisión y borradores	3	\$20	\$60
Viajes	6	\$15	\$80
Impresiones de documentos para trámites	20	\$1	\$20
Internet	1	\$40	\$40
Total			\$1.020,00

Nota. Se detalla el presupuesto que se utilizó en el trabajo de titulación.

Cronograma de actividades

Actividades	Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero				Marzo				Abril				Responsables
	Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	Presentación del tema de titulación																								Sr. Alexander Ocampo & Henry Puentestar
2	Designación del director para el proyecto																								Ing. Moises Arreguin
CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA																									
3	Planteamiento del Problema																								Sr. Alexander Ocampo & Henry Puentestar
	Formulación del Problema																								
	Objetivos																								
	Justificación de la Investigación																								
	Limitaciones																								
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO																									
4	Antecedentes de la Investigación																								Sr. Alexander Ocampo & Henry Puentestar
	Bases Teóricas																								
	Definición de Términos (Glosario)																								
	Sistemas de Variables																								

CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO																					
5	Nivel de Investigación																				Sr. Alexander Ocampo & Henry Puentestar
	Diseño																				
	Población y Muestra																				
	Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos																				
	Técnicas de procedimiento y Análisis de datos																				
CAPITULO 4: RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS																					
6	Resultados según objetivo 1																				Sr. Alexander Ocampo & Henry Puentestar
	Resultados según objetivo 2																				
	Resultados según objetivo 3																				
CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES																					
7	Conclusiones																				Sr. Alexander Ocampo & Henry Puentestar
	Recomendaciones																				
8	DEFINICIÓN Y REDACCIÓN DE BIBLIOGRAFÍA																				Sr. Alexander Ocampo & Henry Puentestar
9	Presentación y Corrección del primer borrador																				Ing. Moises Arreguin

Nota. Cronograma de actividades del proyecto de investigación.