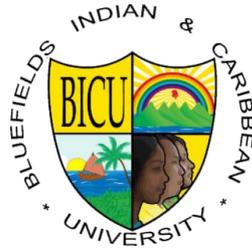


**BLUEFIELDS INDIAN & CARIBBEAN UNIVERSITY
BICU**



**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
IC**

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL

**Diagnóstico del nivel de vulnerabilidad de las viviendas en el sector
noroeste de la ciudad de Bluefields**

Autores:

MSc. Julio César Araúz Urbina¹
Ing. Roberto Castro Hernández²
Juan Asdrúbal Flores Pacheco, Ph.D. ²
Ing. Denis Alejandro Cash Hodgson²
Br. Cesar Yasamir Villachica Pérez³
Br. Geovanny Josué Fuentes Canda³
Br. Yerald Alberto Rivas Castillo³
Br. Jahoska Elizabeth Padilla Christian³
Br. Rosana Castillo Garcia³
Br. Zulma Edith Martínez Flores³
Br. Luis Manuel Cabrera Hernandez³
Br. Irvin Anuar Gomez Ortega³
Br. Ethel Yareli Leon Barahona³
Br. Kevin Josue Rodríguez Rodríguez³

*Bluefields, Región Autónoma Costa Caribe Sur, Nicaragua
Noviembre, 2024*

“La Educación es la Mejor Opción para el Desarrollo de los Pueblos”

¹ Líder de la investigación

² Miembro del equipo

³ Líder de la investigación

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	INFORMACIÓN GENERAL	1
1.1.	Recepción y resolución	1
1.2.	Objetivo de desarrollo sostenible (ODS).....	1
1.3.	Datos generales del investigador principal.....	1
1.4.	Identificación del Proyecto de Investigación	3
II.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
2.1.	Antecedentes y contexto del Problema.....	4
2.2.	Pregunta de Investigación	5
2.3.	Objetivos.....	5
2.4.	Justificación	5
2.5.	Limitaciones y riesgos	6
2.6.	Hipótesis	6
III.	MARCO TEÓRICO.....	8
3.1.	Estado del arte.....	8
3.2.	Revisión de Literatura.....	11
3.2.1.	Clasificación de riesgos	11
3.2.2.	<i>Parámetro de vulnerabilidad.....</i>	<i>11</i>
3.2.3.	Gestión de Riesgo	13
3.2.4.	Vulnerabilidad ante inundaciones.....	14
3.2.5.	Criterios recomendados para la evaluación de la amenaza por inundaciones fluviales	15
3.2.6.	Levantamiento topográfico	20
3.2.7.	Retícula Universal Transversal de Mercator.....	21
3.2.8.	Estudios de suelos	21
3.2.8.1.	Análisis Granulométrico de los suelos, Método Mecánico.....	21
3.2.8.2.	Peso Volumétricos o Pesos Unitarios	23
	Se repitió este procedimiento tres veces para obtener un promedio	25
3.2.8.3.	Gravedad específica.....	25
3.2.8.4.	Límites de Atterberg	27
3.2.8.5.	Proctor Estándar	30
3.2.8.6.	Relación de Carga California (CBR).....	33
3.2.9.	Mapa.....	36
IV.	DISEÑO METODOLÓGICO	38
4.1.	Área de localización del estudio.....	38
4.2.	Tipo de estudio según el enfoque, amplitud o periodo	38
4.3.	Población y muestra.....	38
4.3.1.	Tipo de muestra y muestreo.....	39
4.3.2.	Técnica e instrumento de la investigación.....	39
4.4.	Diseño Experimental.....	39
4.4.1.	Técnica de Recolección de Datos	39
4.5.	Operacionalización de las variables.....	49
4.6.	Análisis de datos	52
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	53



VI.	CONCLUSIONES	116
VII.	RECOMENDACIONES	117
VIII.	ASPECTOS ADMINISTRATIVOS	119
IX.	REFERENCIAS	122
X.	ANEXOS	129
10.1.	Encuesta a los jefes de familia para caracterizar las viviendas.....	129
10.2.	Fotografías evidenciando la problemática planteada.....	135

RESUMEN

Los barrios del sector noreste de la ciudad de Bluefields, enfrenta diversos desafíos relacionados con la vulnerabilidad ante deslizamientos de tierra, que amenazan la seguridad y el bienestar de sus habitantes. Este fenómeno, influenciado por factores como el sistema constructivo de las viviendas, la antigüedad de las estructuras y las características del suelo, requiere un análisis integral para comprender su alcance y adoptar medidas efectivas de reducción de riesgos. En este contexto, este estudio se enfoca en caracterizar el sistema constructivo de las viviendas, analizar su antigüedad y elaborar un mapa de vulnerabilidad y riesgos con énfasis en los deslizamientos de tierra de la zona y proponer un plan de reducción de riesgos y vulnerabilidad. Para recopilar datos, se utilizó la plataforma Survey123 del SINAPRED, complementada con GPS para la georreferenciación y calicatas para el análisis del suelo. El análisis del sistema constructivo revela que la mayoría de las viviendas están construidas con materiales de baja durabilidad, como la madera, lo que las hace especialmente susceptibles a los deslizamientos de tierra. La antigüedad variada de las estructuras sugiere una posible falta de mantenimiento y actualización estructural, aumentando la probabilidad de colapsos durante eventos adversos poniendo en riesgo a las personas con discapacidad. Estas áreas representan un peligro significativo para la comunidad y requieren intervenciones urgentes. Se recomienda implementar medidas de mitigación, como el mejoramiento de infraestructuras de drenaje, la estabilización de suelos y la promoción de prácticas seguras de construcción. Es crucial fortalecer la capacidad de respuesta de la comunidad y las autoridades locales ante desastres naturales.

Palabras claves: Inseguridad, inestabilidad de suelo, sistema constructivo, planificación urbanística.

ABSTRACT

The neighborhoods of the northeastern sector of the city of Bluefields, faces various challenges related to vulnerability to landslides, which threaten the safety and well-being of its inhabitants. This phenomenon, influenced by factors such as the construction system of the homes, the age of the structures and the characteristics of the soil, requires a comprehensive analysis to understand its scope and adopt effective risk reduction measures. In this context, this study focuses on characterizing the construction system of the homes, analyzing their age and developing a vulnerability and risk map with emphasis on landslides in the area and proposing a risk and vulnerability reduction plan. To collect data, the SINAPRED Survey123 platform was used, complemented with GPS for georeferencing and pit pits for soil analysis. Analysis of the construction system reveals that most homes are built with low-durability materials, such as wood, which makes them especially susceptible to landslides. The varied age of the structures suggests a possible lack of structural maintenance and updating, increasing the likelihood of collapses during adverse events putting people with disabilities at risk. These areas represent a significant danger to the community and require urgent interventions. It is recommended to implement mitigation measures, such as improving drainage infrastructure, stabilizing soils, and promoting safe construction practices. It is crucial to strengthen the response capacity of the community and local authorities to natural disasters.

Keywords: Insecurity, soil instability, construction system, urban planning.



I. INFORMACIÓN GENERAL

1.1. Recepción y resolución

Uso interno de la Dirección de Investigación y Postgrado

Fecha de recepción	Resolución	Fecha de resolución	Inicio del proyecto
--------------------	------------	---------------------	---------------------

1.2. Objetivo de desarrollo sostenible (ODS)

Objetivo de desarrollo Sostenible (ODS)	Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.
Meta del ODS	De aquí a 2030, reducir significativamente el número de muertes causadas por los desastres, incluidos los relacionados con el agua, y de personas afectadas por ellos, y reducir considerablemente las pérdidas económicas directas provocadas por los desastres en comparación con el producto interno bruto mundial, haciendo especial hincapié en la protección de los pobres y las personas en situaciones de vulnerabilidad
Indicador	Número de personas muertas, desaparecidas y afectadas directamente atribuido a desastres por cada 100.000 personas

La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, Organización de las Naciones Unidas

[Dar Click para Descarga](#)

1.3. Datos generales del investigador principal

Datos Generales del Investigador Principal

Nombres y Apellido:

Julio César Araúz Urbina

Facultad/Departamento/Escuela:

Ingeniería Civil

Número de Celular:

+505 87063351

Correo electrónico institucional:

julio.arauz@do.bicu.edu.ni

ORCID (obligatorio)

0000-0003-3295-8136

Formación Académica:

Master en Mediación Pedagogía en Universidad Internacional Antonio de Valdivieso



**INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN
INSTITUCIONAL**



Ingeniería Civil en la Bluefields Indian and Caribbean University

Bachiller en Ciencias y Letras en Instituto Nacional Cristóbal Colón

1.4. Identificación del Proyecto de Investigación

Título del Proyecto de Investigación:

Diagnóstico del nivel de vulnerabilidad de las viviendas en el sector noroeste de la ciudad de Bluefields

Fecha de Inicio:

Fecha de Finalización:

Duración (en meses):

Área estratégica de Investigación	Ciencia y Tecnología Recursos Naturales y medio Ambiente Adaptación al cambio climático Seguridad Social y Humana Ciencias Económicas y Administrativas Ciencias de la Educación Ciencias Jurídicas Ciencias de la salud Tecnología de Información y Comunicación (TIC)	X
Áreas del Conocimiento adoptadas por el Consejo Nacional de Evaluación y Acreditación (CNEA)	Educación Humanidades y arte Ciencias sociales, educación comercial y derecho Ciencias Ingeniería, industria y construcción Agricultura Salud y servicios sociales Servicios	X

Línea (s) de Investigación:

Análisis de la vulnerabilidad de las infraestructuras ante fenómenos naturales.

II. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1. Antecedentes y contexto del Problema

La Costa Caribe Nicaragüense se ha caracterizado por ser una zona tropical húmedo en donde existe precipitaciones en casi todo el año (10 meses aproximadamente), así mismo que por su posición geográfica es propensa a ser embestida por fenómenos hidrometeorológicos como huracanes (tal el paso del huracán Julia en octubre del 2022), tormentas tropicales, frentes fríos entre otros. Esta situación, lo comentado anteriormente y al no existir un estudio de vulnerabilidad en la ciudad hace que el lugar este en riesgo a sufrir un desastre en cualquier momento.

La ciudad de Bluefields en los últimos años ha venido creciendo poblacionalmente cual ha provocado asentamientos en el sector noroeste de la ciudad, los cuales en su mayoría han sido desordenado debido a que la municipalidad no ha tenido un plan de desarrollo urbanístico donde se pueda guiar para emplazar adecuadamente las distintas construcciones que se realicen.

Al estar construyendo desordenadamente en la ciudad ha provocado que algunas viviendas se construyan en zonas que son propensas a tener afectaciones severas al ocurrir precipitaciones intensas, uno de estas afectaciones es el desbordamiento de cauces naturales que transitan en el sector noroeste de la ciudad, el cual deja incomunicado a las viviendas que se encuentra en ese lugar, así mismo existe el riesgo que algunas sean arrastradas y derribadas por las fuertes corrientes que se forman, debido a que algunas de las viviendas son estructuras de madera.

También en ese sector de la ciudad existen bancos de materiales de agregado grueso, la cual los habitantes cercanos a este lugar se dedican a la trituración de dicho material, esto ha generado explotación sin control del banco provocando el riesgo que se produzca en cualquier momento un deslizamiento afectando severamente a las viviendas que se encuentran cerca del lugar.

2.2. Pregunta de Investigación

Con todo lo expuesto se genera la siguiente pregunta problema: ¿Qué tan segura son las viviendas del sector noroeste de la ciudad de Bluefields cuando ocurre fenómenos hidrometeorológicos en la zona?

2.3. Objetivos

a. General

Elaborar un diagnóstico integral de riesgos y vulnerabilidad ante amenazas de inundaciones y deslizamientos en el sector noroeste de la ciudad de Bluefields.

b. Específicos

- Caracterizar el sistema constructivo de las viviendas en el sector noroeste de la ciudad de Bluefields.
- Desarrollar el levantamiento de topográfico y ensayos de suelo en las microcuencas de inundaciones en el sector noroeste de la ciudad de Bluefields.
- Analizar la amenaza de deslizamientos de tierra mediante el uso de los Sistemas de Información Geográfica en algunos barrios de la ciudad.
- Elaborar mapas y modelos de riesgos y vulnerabilidad de las áreas de mayor probabilidad de inundaciones y deslizamientos en el sector noroeste de la ciudad de Bluefields.
- Proponer estrategias de reducción de vulnerabilidad por inundaciones y deslizamientos que permita a la alcaldía municipal de Bluefields reducir el riesgo y vulnerabilidad de la población en el sector.

2.4. Justificación

Esta investigación es importante porque brindara información sobre las viviendas que están propensas a sufrir un desastre, así mismo se dará a conocer a través de un mapa de vulnerabilidad de cuáles son las zonas en riesgos en el sector noroeste de la ciudad. Estos resultados serán fundamentales para la organización de la población en poder salvaguardar vidas ante una catástrofe que pueda ocurrir.

La información obtenida será compartida a las instituciones gubernamentales siendo para estas de gran utilidad en la planificación de eventuales rutas de evacuación de la población además de proponer la urbanización idónea y ordenada de la ciudad, minimizando de esta manera las pérdidas humanas que pudieran existir a la hora de un desastre.

El gobierno de Nicaragua una de sus políticas de estado es de salvaguardar todas las vidas posibles ante el embate de un fenómeno natural, por lo cual este tipo de investigaciones contribuyen a poder lograrlo, además que servirá de referencia para hacer más estudios en zonas pobladas vulnerables de la Costa Caribe Nicaragüense.

2.5. Limitaciones y riesgos

Limitantes	Acciones para corrección	Medios
Conseguir información estadística de las viviendas que han construido en los últimos años	Aplicar encuesta para determinar el tiempo de las viviendas	Colaboración de líderes de barrios y funcionarios de la municipalidad
Colaboración de los habitantes en dar información para la investigación	Reuniones con líderes de y directivas de barrios	Colaboración de líderes de barrios y funcionarios de la municipalidad
Inseguridad por la delincuencia en algunos sectores donde se investigara	Reuniones con líderes de y directivas de barrios	Colaboración de líderes de barrios y funcionarios de la municipalidad

2.6. Hipótesis

Se formula como hipótesis de esta investigación que menos del 50% (cincuenta por ciento) de las viviendas del sector noroeste de la ciudad de Bluefields no son seguras cuando ocurre fenómenos hidrometeorológicos, los cuales pueden generar inundaciones y deslizamientos



INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL



estando en riesgos a sufrir algún desastre debido a la ubicación y estado que tienen dichas viviendas.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. Estado del arte

En Julio del 2021 un equipo técnico de SINAPRED (Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres) desarrolla en los municipios de Bluefields y Kukra Hill trabajo de campo enfocado en levantamiento de puntos críticos y líneas vitales de la zona (SINAPRED, 2021). En el año 2020, la Alcaldía de la ciudad de Bluefields en su Informe de Gestión Municipal 2020 menciona que la Unidad de Gestión Integral de Riesgo en coordinación con el CD-SINAPRED actualizaron los siguientes planes: Plan de Respuesta Municipal Multi-amenaza de Bluefields, tablas Multi-amenazas de la Población Expuesta, Plan Verano Seguro Interinstitucional del municipio de Bluefields, Plan Invierno Seguro Interinstitucional del municipio de Bluefields (Alcaldía de Bluefields, 2021).

En el año 2018, veintiún técnicos de los siete municipios de la Región Autónoma de la Costa Caribe Sur (RACCS) recibieron entrenamiento sobre el uso de aplicaciones digitales para registrar la información de sus comunidades durante un taller realizado en la ciudad de Bluefields. De esta manera, a través de sus teléfonos celulares pueden recopilar y alimentar la base de datos de SINAPRED (Quezada Ardila, 2018).

En el 2015 el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales realizo un informe de Modelación Hidrológica para el estudio de Evaluación de Inundación y Drenaje Pluvial en el Área Urbana de Bluefields, los cuales concluyeron las tres unidades hidrológicas del área urbana de Bluefields (El Canal, Gounboat Creek, Caño Muerto), predominan suelos de texturas que varían de gruesas a finas, por estas condiciones las abstracciones iniciales son bajas (perdidas por infiltración), lo que conlleva a tener mayor escurrimiento. Los valores de caudales máximos calculados, aplicando los métodos de Formula Racional y Modelo Lluvia-Escorrentía (HMS), para un tiempo de duración de tormenta de dos horas y periodos de retorno para 25, 50 y 100 años, dan como resultados datos similares; a pesar que el método racional no considera las pérdidas por infiltración. (Instituto Nicaraguense de Estudios Territoriales, 2015)

El Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales en ese mismo año (2015) realizó un estudio de Amenaza ante inundación en el área urbana de Bluefields la cual tuvo como resultados que el nivel de amenaza por inundación en el tramo de río Gunboat Creek, se considera Medio en la parte alta, ya que presenta alturas del nivel de agua entre 0.50 y 1.0 m; y para la parte baja del tramo se considera un nivel de amenaza Bajo debido a las profundidades de flujos alcanzados, que no superan los 0.50 m de acuerdo a la metodología aplicada. En el tramo del río Caño Muerto el nivel de amenaza por inundación se considera Medio, ya que presenta alturas del nivel de agua entre 0.50 y 1.0 m; donde las áreas de afectación son los patios de las viviendas asentadas en ambas márgenes del río. Para el tramo de El Canal se considera que el nivel de amenaza por inundación es Bajo, ya que presenta alturas del nivel de agua no mayor a 0.50 m; sin embargo este desborda ocasiona la anegación a las viviendas asentadas en ambas márgenes del tramo en estudio. (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, 2015)

También en el 2015, Jairo Velázquez Manzanares y Efraín Acuña Espinal hicieron un Análisis de amenazas a deslizamiento de tierra e inundación en la microcuenca El Espinal, Pueblo Nuevo de Estelí, concluyeron que la zonificación de inundación presentada en este trabajo es de 240 hectáreas, y es un acercamiento de la zona más susceptible a inundación tomando en cuenta la falta de información precisa y sensible del modelo digital del terreno, hidrograma y hietograma adecuado. Existen 128 viviendas a una distancia menor a 50 metros y 29 viviendas localizadas en área inundable; siendo las comunidades susceptibles Paso Hondo, La Calera y el Rosario, afectando a la vez áreas de cultivo, viviendas y puentes vados. (Velázquez Manzanares & Acuña Espinal, 2015)

En el trabajo antemencionado, para determinar el mapa de zonas inundables se determinó a través del método topográfico propuesto por Acuña y Mendoza (2010) con ayuda de los sistemas de información geográficos, e interpretación de fotografías aéreas con imágenes de Google Earth, en ello se buscó reconstruir y caracterizar la dinámica histórica del río e identificar las evidencias de terreno en compañía de líderes comunitarios. Este modelo sencillo está basado en la topografía del terreno y la red de drenaje. (Velázquez Manzanares & Acuña Espinal, 2015)

En 2014 se realizó un diagnóstico sobre las amenazas y vulnerabilidad al cambio climático del territorio Rama y Kriol, el cual menciona que la infraestructura de las viviendas está fuertemente ligada a sus tradiciones y al acceso a materiales locales de construcción. De las 465 viviendas habitadas, solo 20 son de concreto, las cuales se ubican principalmente en Graytown. Predominan las construcciones de paredes de madera (aserrada, bambú, varas, palma), techos de palma y zinc, con predominio de la palma o el tambo en el suelo. (Castro Jo, 2014)

También argumentan que las principales consecuencias del cambio climático en la Costa Caribe de Nicaragua, se han comenzado a expresar de dos formas: catastrófica (con eventos extremos de impacto fuerte y devastados) y paulatina (daños progresivos a lo largo del tiempo). (Castro Jo, 2014)

Entre los efectos devastadores menciona el diagnóstico que se encuentran eventos de origen climático, que cada vez son más intensos y de mayores frecuencias como: huracanes, tormentas tropicales, inundaciones, sequías y ondas de calor. Los efectos paulatinos se notan a largo plazo, pero igual provocan fuertes impactos como: alteraciones en los ciclos normales de verano e invierno; cambios en los patrones de tiempo (lluvias más intensas con menos frecuencia); Acidificación del océano y aumento del nivel del mar (implican degradación de ellos arrecifes coralinos y la erosión acelerada de las líneas costeras, con consecuencia mayores a la infraestructura, los sistemas productivos, la salud y las tradiciones). (Castro Jo, 2014)

En el año 2010, Sánchez Ávila y Sánchez Espinoza elaboraron una investigación sobre Vulnerabilidad física de la comunidad El Naranjo del municipio de Somoto, ante la amenaza de inundación, el cual determinaron que

- De 50 a 60 viviendas se encuentra de forma permanente a la amenaza natural (Hídrica), causadas fundamentalmente por inundaciones producidas por fenómenos fluviales (río Coco), y fenómenos pluviales por las escorrentías que bajan de la parte alta hacia las zonas plana de la comunidad. (Sánchez Ávila & Sánchez Espinoza, 2010)

- Sitios Críticos destinados a la producción agropecuario, así como la ubicación de viviendas en la orilla de las riberas del río Coco y causas naturales. (Sánchez Ávila & Sánchez Espinoza, 2010)
- Antigüedad y el material constructivo deficientes de la mayoría de las viviendas.
- Alto índice de viviendas construidas sin un sistema de seguridad que las hagan resistentes a una inundación, ya que la mayoría de éstas son de adobe, madera o henchidas, y solo el 13% de ellas han sido construidas por organismos no gubernamentales con materiales y técnicas de seguridad resistentes a una inundación. (Sánchez Ávila & Sánchez Espinoza, 2010)
- Ausencia organizativa y representativa de la comunidad para abordar la problemática identificada (Prevención de riesgo ante una inundación), ya que se sabe que los habitantes del sector tienen conocimiento de los efectos que lleva consigo las crecidas del río Coco, pero no así que acciones se deben realizar para la prevención de un desastre natural o antrópico (Sánchez Ávila & Sánchez Espinoza, 2010).

3.2. Revisión de Literatura

3.2.1. Clasificación de riesgos

A la fecha no existe una clasificación oficial de los riesgos; se pueden clasificar en función de diferentes parámetros. A pesar de la dificultad de clasificación, seguidamente se recoge una clasificación posible de los riesgos en función de los parámetros de vulnerabilidad, parámetros temporales y parámetros socioeconómicos y medioambientales. (Cátedra de Desarrollo Sostenible, 2022)

3.2.2. Parámetro de vulnerabilidad

Clasificación de los riesgos de acuerdo con la posibilidad de afectar o no a grandes colectivos. Esta clasificación separa aquellos que pueden afectar a grandes colectivos de los que no. (Cátedra de Desarrollo Sostenible, 2022).

a. Riesgos colectivos

Aunque no existe una clara división entre ellos se observa que hay riesgos que en materializarse afectan o pueden afectar a muchas personas al mismo tiempo. Estos riesgos

son los colectivos o riesgos graves que, de otra forma, son los propios del ámbito de protección civil. Un aspecto diferencial de este tipo de riesgo es la no voluntariedad en la asunción del riesgo, es decir, el elemento vulnerable afectado actúa como elemento pasivo en casi todos los casos. Ejemplos de estos riesgos colectivos son las inundaciones, los terremotos, las emergencias de tipo químico en industrias, etc. (Cátedra de Desarrollo Sostenible, 2022)

b. Riesgos no colectivos

Riesgos que su materialización nunca supondrá una afectación importante de personas y normalmente se limita a una única persona o a un número muy limitado. El elemento vulnerable o aquel que sufre los efectos del riesgo tiene un papel activo, ya que hay una voluntariedad en la asunción del riesgo (el coche se conduce aun sabiendo que existe un riesgo de accidente). (Cátedra de Desarrollo Sostenible, 2022)

c. Parámetro temporal

Esta clasificación diferencia los riesgos colectivos que generan efectos inmediatos de los que los generan a medio o largo plazo. (Cátedra de Desarrollo Sostenible, 2022)

d. Riesgos episódicos o puntuales

Las situaciones de riesgo episódicas se caracterizan por sus efectos inmediatos. Son ejemplos los seísmos, incendios forestales, escapes químicos y otros. Requieren una respuesta inmediata para minimizar sus consecuencias. (Cátedra de Desarrollo Sostenible, 2022)

e. Riesgos a medio y largo plazo

En contraposición a los anteriores existen las situaciones a más largo plazo. Habitualmente se trata de fenómenos de carácter medioambiental y, especialmente, de contaminación o de cambio ambiental o climático. Su particularidad es que no se requiere una respuesta inmediata porque los efectos no lo son, sino que son a medio o largo plazo. Estos riesgos se pueden producir no sólo a escala local, sino que también a escala regional y planetaria. (Cátedra de Desarrollo Sostenible, 2022)

f. Parámetros socioeconómicos y medioambientales

El origen de los riesgos considerados colectivos y episódicos, es decir, el medio en el que se inician y las causas que los generan. (Cátedra de Desenvolupament Sostenible, 2022)

g. **Riesgos naturales**

Dentro de esta categoría se encuentran aquellos riesgos en los que el agente causante de peligro es el medio natural. En función del vector ambiental o de la esfera del medio natural que causa el peligro, encontramos los subtipos de riesgos naturales siguientes:

Riesgos geofísicos: son los de la geosfera y la atmósfera, como climáticos, meteorológicos, geológicos, geomorfológicos y de origen en el espacio exterior. (Cátedra de Desenvolupament Sostenible, 2022)

Riesgos biológicos: Los de la biosfera, como de origen en la fauna y flora. (Cátedra de Desenvolupament Sostenible, 2022)

h. **Riesgos de sociedad**

Se trata de situaciones de riesgo en las cuales el agente principal de la cual se desarrolla en las diferentes estructuras del desarrollo social del ser humano fuera del entorno natural. Los riesgos de sociedad serían aquellos que surgirían del hecho que las personas se agrupen y vivan en sociedad. Distinguiríamos diferentes subtipos (tecnológicos, antrópicos, edificaciones y transporte). (Cátedra de Desenvolupament Sostenible, 2022)

Riesgos tecnológicos: aquellos que derivan de la propia actividad tecnológica. La situación de riesgo es generada por la tecnología desarrollada por el ser humano. (Cátedra de Desenvolupament Sostenible, 2022)

Riesgos antrópicos: están asociados al comportamiento de las personas, es decir, se trata de una situación de riesgo el agente de la cual es el ser humano. Los podemos identificar con los riesgos concretos siguientes: aludes humanos, altercados, sabotajes y daño colectivo (atentados o similares). (Cátedra de Desenvolupament Sostenible, 2022)

3.2.3. **Gestión de Riesgo**

La gestión de riesgos es el proceso de planificación, organización, dirección y control de los recursos humanos y materiales de una organización, con el fin de reducir al mínimo o aprovechar los riesgos e incertidumbres de la organización. (Heflo, 2018).

Es un proceso de decisión y planificación que nos permite a los actores locales analizar nuestros entornos, tomar de manera consciente decisiones, y desarrollar una propuesta de intervención concertada, tendiente a prevenir, mitigar o reducir los riesgos existentes y en esta medida, encaminar nuestro municipio, departamento o región hacia el desarrollo sostenible. También puede definirse como la capacidad de una sociedad y sus funcionarios para transformar y evitar las condiciones que generan los desastres, actuando sobre las causas que lo producen. (Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres, 2015).

3.2.4. Vulnerabilidad ante inundaciones

La función de vulnerabilidad ante una inundación se debe desarrollar para los diferentes tipos constructivos característicos, en función de dos parámetros principales: la profundidad de las aguas de inundación y la velocidad máxima del flujo.

Cuando la inundación se produce por efectos de un flujo torrencial de alta velocidad, es evidente que, adicionalmente a los daños asociados al incremento en el nivel del agua, se generan una serie de daños asociados a la velocidad máxima del flujo de agua, específicamente en las zonas en que el flujo adquiere alta velocidad. Estas áreas están clasificadas como áreas de amenaza por tránsito de flujos torrenciales y para su análisis se requiere de información de amenazas relacionada con la velocidad máxima del flujo. Las observaciones recientes, permiten establecer que, en general, en las áreas de alta velocidad de flujo el daño sobre la infraestructura expuesta es prácticamente total.

Las funciones de vulnerabilidad o daño por inundación se construyen para construcciones con diferentes usos. Estas funciones no consideran los daños provocados por socavación, falta de resistencia por reblandecimiento del suelo o deficiencia de la cimentación que pueden producir el colapso de las estructuras. (ERN, 2011)

3.2.5. Criterios recomendados para la evaluación de la amenaza por inundaciones fluviales

3.2.5.1. Metodología propuesta

La amenaza está en función de la probabilidad de ocurrencia del fenómeno y de su intensidad. La intensidad a su vez se puede definir en función de la profundidad y la velocidad del agua, así como de la duración de las inundaciones. Por tanto, la definición de amenaza por inundaciones (en función del daño potencial), debe tener en cuenta, tanto la probabilidad o frecuencia de ocurrencia de la inundación, como los niveles o altura del agua. (Instituto Nicaraguense de Estudios Territoriales, 2005)

Amenaza por inundación = Intensidad x Probabilidad de ocurrencia

Donde:

Intensidad = Profundidad de agua, duración, velocidad.

Probabilidad = Precipitaciones, eventos desencadenantes.

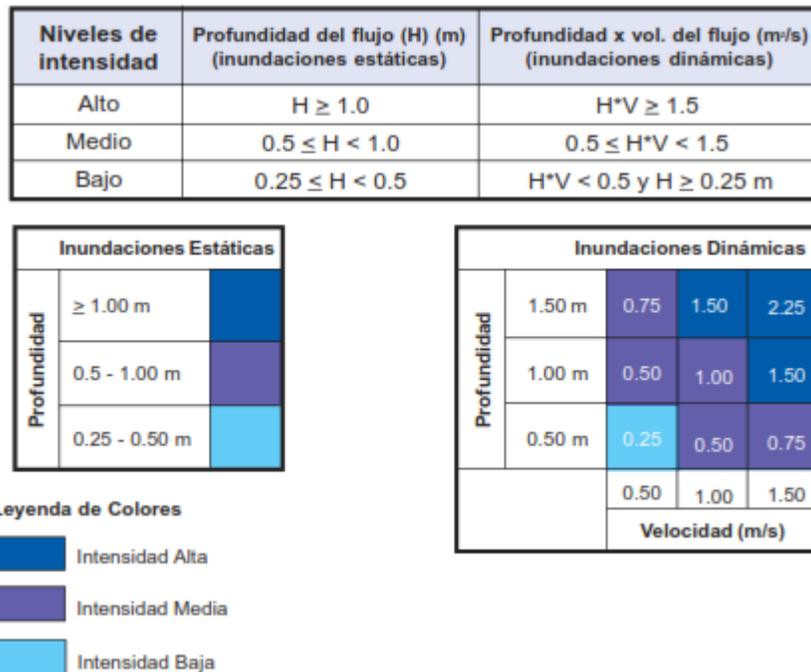
a. Criterios recomendados para la evaluación de la intensidad o magnitud de la inundación

La intensidad y los efectos potenciales de las inundaciones dependen de varios aspectos, no sólo de aspectos meteorológicos, sino también de las características propias del terreno, como son los tipos y usos del suelo, el tipo y la distribución de la vegetación, la litología, las características de la red de drenaje, magnitud de las pendientes de la cuenca, obras realizadas en los cauces etc. Otros aspectos importantes a considerar son los meandros y las zonas en los que los ríos se estrechan o pierden profundidad por falta de dragado, especialmente en las desembocaduras donde se acumula el limo y la tierra arrastrada por la corriente.

Los criterios recomendados para evaluar la intensidad de las inundaciones son diferentes en dependencia del tipo de inundación. Para inundaciones estáticas se considera la profundidad o altura del flujo. Mientras que para inundaciones dinámicas se recomienda utilizar el producto de la velocidad por la profundidad del flujo. (Siempre y cuando esta fórmula arroje valores más altos, en términos de intensidad que la anterior).

Los umbrales entre los niveles de intensidad alta, media y baja, han sido definidos considerando la peligrosidad que una determinada columna de agua puede significar para la infraestructura o las viviendas y la vida de los pobladores. En la siguiente tabla se presentan los rangos definidos para cada nivel de intensidad para inundaciones.

Figura 1. Niveles de Intensidad



Las inundaciones de alta intensidad corresponden a aquellas que presentan profundidades de flujo mayores a 1m o el producto resultante de la velocidad por altura ($V \cdot H$) es mayor a $1.5 \text{ m}^2/\text{s}$. Los daños causados por una inundación de alta intensidad generalmente son altos en pérdidas de vidas y para la economía.

Las inundaciones de media intensidad son aquellas con altura (H) de agua entre 0.5 y 1m o el producto resultante de la velocidad por altura ($V \cdot H$) entre 0.5 y $1.5 \text{ m}^2/\text{s}$. Los daños económicos y a la población son menores que en el caso de la inundación intensa, pero no despreciables.

Las inundaciones de baja intensidad corresponden a aquellas con profundidad del flujo superiores a 0.25 m pero inferiores a los 0.5m, o $V \cdot H$ menor a $0.5 \text{ m}^2/\text{s}$. Los daños asociados

son generalmente leves, no se esperan pérdidas en vidas humanas, aunque sí pueden darse pérdidas en áreas de cultivo y animales.

b. Criterios recomendados para la evaluación de la frecuencia, recurrencia o periodo de retorno de la inundación

La frecuencia o recurrencia de inundaciones o cada cuanto se inunda una determinada zona dependerá esencialmente de la frecuencia de precipitaciones excepcionalmente fuertes. Los períodos de retorno se establecieron en tres categorías que son:

Figura 2. *Frecuencia de Inundaciones*

Frecuencia	Periodo de retorno en años (T_r)
Alta	$T \leq 10$ años
Media	$10 < T \leq 50$ años
Baja	$50 < T \leq 200$ años

No se consideran períodos de retorno mayores a los 200 años, principalmente porque las series de datos hidrometeorológicos que existen en Nicaragua no son lo suficientemente extensas (< 50 años) y consistentes para poder extrapolar a periodos de retorno mayores. Tampoco otros métodos (como los geomorfológicos) permiten estimar con precisión satisfactoria el alcance de crecidas de periodos de retorno mayores.

Determinación de los niveles de amenaza por inundaciones

Los niveles de amenaza por inundación de un área dada, resultan de la relación entre frecuencia de las inundaciones y su intensidad (es decir su profundidad, o el producto de la profundidad por la velocidad). Esta forma de evaluar la amenaza es comúnmente usada en países como Australia, Estados Unidos, Suiza, etc., y ha sido aplicada en Nicaragua en el proyecto PRRAC.

Figura 3. *Niveles de amenaza*

**Los niveles de amenaza considerados son tres:
alta, media y baja, que resultan de la combinación de
tres niveles de periodo de retorno y 3 intensidades o pro-
fundidades (H) del flujo de agua:**

- 1 $H \geq 1 \text{ m}$ ó $1.5 \text{ m}^2/\text{s}$ con frecuencia alta: Amenaza alta
- 2 $H \geq 1 \text{ m}$ ó $1.5 \text{ m}^2/\text{s}$ con frecuencia media: Amenaza alta
- 3 $H \geq 1 \text{ m}$ ó $1.5 \text{ m}^2/\text{s}$ con frecuencia baja: Amenaza alta
- 4 H entre 0.5 y 1 m ó $0.5 \leq HV < 1.5 \text{ m}^2/\text{s}$ con frecuencia alta: Amenaza alta
- 5 H entre 0.5 y 1 m ó $0.5 \leq HV < 1.5 \text{ m}^2/\text{s}$ con frecuencia media: Amenaza media
- 6 H entre 0.5 y 1 m ó $0.5 \leq HV < 1.5 \text{ m}^2/\text{s}$ con frecuencia baja: Amenaza baja
- 7 H entre 0.25 y 0.5 m ó $HV < 0.5 \text{ m}^2/\text{s}$ con frecuencia alta: Amenaza media
- 8 H entre 0.25 y 0.5 m ó $HV < 0.5 \text{ m}^2/\text{s}$ con frecuencia media: Amenaza baja
- 9 H entre 0.25 y 0.5 m ó $HV < 0.5 \text{ m}^2/\text{s}$ con frecuencia baja: Amenaza baja

Lo anterior se representa gráficamente en la siguiente matriz (los valores numéricos de intensidad son para inundaciones estáticas):

Figura 4. *Matriz de riesgos por inundación*

Intensidad	Alta $\geq 1.00 \text{ m}$	Alta	Alta	Alta
	Media $50 \leq H < 1.00 \text{ m}$	Alta	Media	Baja
	Baja $0.25 \text{ m} \leq H < 0.5$	Media	Baja	Baja
		Alta $Tr \leq 10$	Media $10 < Tr \leq 50$	Baja $50 < Tr \leq 200$
		Frecuencia		

Zonificación de la amenaza por inundaciones fluviales

Conocida el área de inundación para diferentes periodos de retorno, los criterios para determinar el nivel de amenaza son definidos con los mismos criterios de período de retorno e intensidad (profundidad de flujo) tanto para mapas a escala 1:50'000 como a escala 1:10,000 y 1: 5,000

Las zonas inundables se clasificarán en la forma siguiente:

- Zonas de amenaza alta. Son aquellas zonas en donde la inundación de cualquier frecuencia supera 1m o 1.5 m²/s produciendo graves daños a la población e infraestructura expuesta a ésta. También se considera zona de alta amenaza aquella inundación de alta frecuencia con profundidades de agua desde 0.5 a 1m o 0.5 a 1.5 m²/s.
- Zonas de amenaza media Son aquellas zonas en donde la inundación de frecuencia alta es menor a 0.5m, y la inundación de frecuencia moderada es menor a 1m o 1.5m²/s, y producirá generalmente daños reparables a viviendas e infraestructura, pero no destrucción total, y algunas pérdidas de vidas.
- Zonas de amenaza baja Son aquellas zonas en donde la inundación de frecuencia moderada no supera 0.5m o 0.5m²/s produciendo daños leves a la población e infraestructura. Las inundaciones de frecuencia baja pueden llegar hasta 1m o 1.5 m²/s.

c. Aplicación de los SIG a los fenómenos de deslizamientos de tierra

Según Brabb (1985) citado por AID (1993), con el uso de la herramienta SIG se ha logrado determinar las áreas de susceptibilidad a deslizamientos. La susceptibilidad de determinada área a los deslizamientos se puede determinar y describir en base a la zonificación del peligro. Se puede preparar un mapa del peligro de deslizamientos muy al inicio del estudio de planificación y desarrollarlo en mayor detalle a medida que avanza el estudio.

Se puede usar como herramienta para identificar las áreas de terrenos mejor caracterizadas para el desarrollo, examinando el riesgo potencial de los deslizamientos. Aún más, una vez que se identifique la susceptibilidad a los deslizamientos, se pueden desarrollar proyectos de inversión que eviten, prevengan o mitiguen significativamente el peligro.

Para determinar la extensión del peligro de deslizamientos, se requiere identificar aquellas áreas que podrían ser afectadas por un deslizamiento dañino y evaluar las probabilidades de ocurrencia en un determinado período de tiempo. Sin embargo, en general es difícil precisar un período de tiempo para la ocurrencia de un deslizamiento, aún bajo condiciones ideales.

Como resultado, el peligro de deslizamiento frecuentemente se presenta como la susceptibilidad a deslizamientos.

Se puede generar un mapa del peligro de deslizamientos de tierra que identifica áreas con diferente potencial para los deslizamientos. La necesidad de información sobre peligros de deslizamientos puede variar de acuerdo con el uso futuro de las tierras.

El grado del peligro de deslizamiento presente es considerado relativo ya que se refiere a la expectativa de ocurrencia de futuros deslizamientos de tierra, en base a las condiciones de esa área particular. Otra área podría parecer similar, pero, en realidad, puede tener diferente grado de peligro de deslizamiento debido a pequeñas diferencias en la combinación de las condiciones para los deslizamientos. Es así que la susceptibilidad a deslizamientos es relativa a las condiciones de cada área específica, y no se puede suponer que la susceptibilidad sea idéntica a la de un área que sólo parece ser igual.

d. Desastres

Suceso que causa alteraciones intensas en las personas, los bienes, los servicios y el medio ambiente, excediendo la capacidad de respuesta de la comunidad afectada. (UNISDR, 2009)

3.2.6. Levantamiento topográfico

Se entiende por levantamiento al conjunto de operaciones que se ejecutan en el campo y de los medios puestos en práctica, para fijar las posiciones de puntos, así como su representación en un plano (Zamarripa Medina, 2016).

En cuanto a su extensión los levantamientos pueden ser topográficos o geodésicos.

3.2.6.1. Levantamiento Topográfico

Cuando abarca una extensión reducida (menor de 30 Km.) dentro de los cuales se considera despreciable la influencia de la curvatura terrestre.

3.2.6.2. Levantamiento Geodésico

Cuando abarca una gran extensión de terreno (más de 30 Km.) en ellos se considera el efecto de la curvatura terrestre.

3.2.7. Retícula Universal Transversal de Mercator

Los números de la Retícula Universal Transversa de Mercator están representados por dos dígitos. El número completo aparece en las primeras coordenadas del ángulo inferior izquierdo del mapa. La retícula con línea segmentada representa el Datum ITRF92 época 1988.0 (igual que el WGS 84) y con línea continua el Datum NAD27 (Datum anterior o antiguo).

3.2.8. Estudios de suelos

3.2.8.1. Análisis Granulométrico de los suelos, Método Mecánico

La granulometría es la propiedad más característica de un suelo, distinguiendo al mismo según los tamaños de sus partículas en grava, arena, arcilla y limo. Para fines ingenieriles es necesario determinar la granulometría cuantitativamente conociendo la proporción en la que intervienen los distintos tamaños de partículas en una porción determinada de suelo.

La granulometría es ampliamente utilizada para clasificar los suelos por cualquier método. Además, sirve para criterios de aceptabilidad del suelo para los agregados del concreto y materiales para carreteras (terracerías, sub-bases, bases y agregados de concreto asfáltico). También se pueden determinar parámetros de permeabilidad de algunos suelos y la susceptibilidad a sufrir la acción de las heladas del suelo. Para obtener un resultado significativo, la muestra debe ser representativa de la masa de suelo analizado.

La determinación de las dimensiones de las partículas de suelo y de las proporciones relativas en que se encuentren, se representan gráficamente en la curva granulométrica. De esta curva se pueden obtener datos para el diseño de pavimentos como los diámetros efectivos. El diámetro efectivo se representa como D_{XX} y es el tamaño de la partícula que es mayor al XX por ciento del suelo, Por ejemplo, D_{60} es el diámetro tal que el 60% de las partículas son más pequeñas. Con los diámetros efectivos se puede obtener el coeficiente de uniformidad C_u , y el coeficiente de curvatura C_c .

Tabla 1. Tamaño de las aberturas de los tamices normalizados:

Tamiz	Abertura (mm)
-------	---------------

3”	76.200
2”	50.800
1 1/2 “	38.100
1”	25.400
3/4”	19.100
3/8”	9.520
N° 4	4.760
N° 10	2.000
N° 40	0.420
N° 200	0.075

Fuente. Prácticas de laboratorio de mecánica de suelos. UNI. Pag. 39

3.2.8.1.1. Equipo

- Juego de tamices.
- Balanza con precisión de 0.1 gramo.
- Horno con temperatura constante de 100°- 110°C.
- Mazo de madera.
- Tara.

3.2.8.1.2. Procedimiento

a) Material mayor que la malla No 4.

1. El material retenido en la malla No. 4 se pasó a través de las mallas 3”, 2”, 1, 1/2”, 1”, 3/4”, 1/2” y 3/8” colocándolas en ese orden y agitando el juego con movimientos horizontales y verticales combinados
2. Se pesaron las fracciones retenidas en cada tamiz y se anotaron en el registro correspondiente

b) Material menor que la malla No. 4

1. Se secó la muestra en el horno a 105°C por un periodo de tiempo de 12 a 24 horas. Se dejó enfriar a temperatura ambiente y se pesaron 200g aproximadamente.
2. Se disgregaron los grumos del material cuidadosamente con el mazo de madera para evitar de esa manera romper los granos.

3. Se colocó la muestra en una tara, agregándole agua y dejando remojar hasta que los grumos se hayan disuelto completamente.
4. Se vació el contenido de la tara sobre la malla No. 200 y con ayuda del agua, se lavó la muestra lo mejor posible para que todos los finos pasen por ella.
5. El material retenido en la malla No.200 después de lavado se coloca en una tara, lavando la malla con agua.
6. Se secó el contenido de la tara en la estufa y se pesa.
7. Una vez seco el material, se colocó el juego de mallas en orden progresivo de la No. 10 a la No. 200y al final se colocó el fondo, vaciando el material previamente pesado.
8. Se agito el juego de tamices horizontalmente, con movimientos de rotación y verticalmente, con golpes secos de vez en cuando. El tiempo de agitación dependió de la cantidad de finos en la muestra, pero por lo general no debe ser menor de 15 minutos.
9. Se pesaron las fracciones retenidas en cada tamiz y se anotaron en el registro correspondiente

3.2.8.2. Peso Volumétricos o Pesos Unitarios

El peso volumétrico unitario es la relación entre el peso de una determinada cantidad y el volumen ocupado por el mismo, considerando como volumen al que ocupan las partículas y sus correspondientes poros y espacios intergranulares. Existen dos valores para esta relación dependiendo del sistema de acomodamiento que se haya dado al material antes del ensaye. La denominación que se a cada uno de ellos es **Peso Volumétrico Seco Suelto (PVSS)** y **Peso Volumétrico Seco Compacto (PVSC)**.

Los pesos volumétricos del suelo tanto seco suelto como seco compacto sirven para establecer relaciones entre los volúmenes y pesos de este material. Se utiliza también para estimar el volumen aparente del material, es decir el peso medio por unidad de volumen.

La importancia de los pesos volumétricos para los suelos recae en conocer el grado de compactación que tendrán los suelos, el peso volumétrico es directamente proporcional a la compactación. Los pesos unitarios sirven para determinar el porcentaje de huecos existentes en el suelo.

3.2.8.2.1. Peso Volumétrico Seco Suelto (PVSS)

El peso unitario seco suelto se usó para la conversión de peso a volumen o volumen a peso en las dosificaciones de concreto.

3.2.8.2.1.1. Equipo

- Moldeo recipiente cilíndrico de volumen y peso conocido.
- Balanza manual con precisión de 1.0 gramo.
- Pala pequeña o cucharón.
- Charolas
- Regla metálica o enrazadora

3.2.8.2.1.2. Procedimiento

1. Se seleccionó una muestra representativa del suelo, previamente seca.
2. Se tomó nota del peso y volumen del molde que se utilizó.
3. Se depositó el material en el molde, realizándolo con la ayuda del cucharón a una altura constante sobre la parte superior del molde, la cual no excedió los cinco centímetros.
4. Una vez llenado el molde, se enrasó con ayuda de la regla metálica
5. Se anotó el peso del molde con el material contenido.
6. Se repitió este procedimiento tres veces para obtener un promedio.

3.2.8.2.2. Peso Volumétrico Seco Compacto (PVSC)

El peso unitario compacto se usó para el conocimiento de las cantidades de materiales que están sujetos a acomodamiento o asentamiento provocado por el tránsito sobre ellos o por la acción del tiempo.

3.2.8.2.2.1. Equipo

- Molde o recipiente cilíndrico de peso y volumen conocido.
- Balanza manual con precisión de 1.0 gramo.
- Pala pequeña o cucharón.
- Charolas
- Regla metálica o enrazadora
- Varilla de acero punta de bala para compactar de $\frac{5}{8}$ ".

3.2.8.2.2. Procedimiento

1. Se seleccionó una muestra representativa del suelo, previamente seca.
2. Debido a que se utilizó el mismo molde, el cual su peso y volumen es conocido, se prosiguió a depositar el material en el molde en tres capas, con la ayuda del cucharón a una altura constante sobre la parte superior del molde, la cual no excedió los cinco centímetros.
3. Primero se depositó el material a un tercio de la capacidad del molde, aplicándole veinticinco golpes con la ayuda de la varilla punta de bala, distribuida en toda el área. Luego se llenó con material hasta el segundo tercio y se volvió a golpear veinticinco veces con la varilla punta de bala. Se llenó completamente el recipiente y se golpeó nuevamente veinticinco veces con la varilla.
4. Una vez lleno el molde, se rellenó los espacios que hayan quedado del varillado y se enraso con la ayuda de la regla metálica.
5. Se anotó el peso del molde con el material contenido.

Se repitió este procedimiento tres veces para obtener un promedio

3.2.8.3. Gravedad específica

Se define como gravedad específica de los suelos a la relación del peso en el aire de un volumen dado de partículas sólidas, al peso en el aire de un volumen igual de agua destilada a una temperatura de 40c. El valor de la gravedad específica de un suelo queda expresado por un valor abstracto, además de servir para fines de clasificación interviene en la mayor parte de los cálculos de la mecánica de suelos.

La densidad de los suelos varía comúnmente entre los siguientes valores:

Tabla 2. Densidad de Suelos

Tipo de suelo	GS
Suelos de origen volcánico	2.20 a 2.50
Suelos orgánicos	2.50 a 2.65
Arenas y gravas	2.65 a 2.67
Arenas limosas	2.67 a 2.70
Limos inorgánicos	2.70 a 2.72

Arcillas poco plásticas	2.72 a 2.78
Arcillas medianamente plásticas y muy plásticas	2.78 a 2.84
Arcillas expansivas	2.84 a 2.88
Suelos con abundante hierro.	3

Fuente. Prácticas de laboratorio de mecánica de suelos. UNI. Pág. 49

La consistencia del suelo es usualmente definida como las manifestaciones de las fuerzas físicas de cohesión y adhesión, actuando dentro del suelo a varios contenidos de humedad. La adhesión se refiere a la atracción de la fase líquida sobre la superficie de la fase sólida; las moléculas de agua, por tanto, pueden adherirse tanto a la superficie de las partículas del suelo como a los objetos que se ponen en contacto con el suelo. La cohesión en suelos mojados es la atracción que existe entre las moléculas de la fase líquida que están como puentes entre partículas adyacentes.

3.2.8.3.1. Equipo

- Frasco volumétrico de 500 ml.
- Pipeta o cuenta gota.
- Agua destilada.
- Embudo de vidrio.
- Balanza con precisión de 0.01 gramo.
- Horno a temperatura constante de 110°C
- Espátula.
- Bomba de vacío.

3.2.8.3.2. Procedimiento

1. El material a ensayar se criba por la malla No, 10 y se pesó 100 g. Luego se depositó el material en una tara y se dejó saturando por 24 horas.
2. Se limpió y seco el frasco volumétrico por dentro y por fuera.
3. Se llenó cuidadosamente el frasco con agua destilada hasta la marca de 500 ml y se determinó el peso del frasco y el agua (Wfw)
4. Se agregó agua destilada al suelo y se mezcló hasta obtener una consistencia pastosa.

5. Se transfirió el suelo dentro del frasco volumétrico.
6. Se agregó agua destilada al frasco volumétrico que contiene el suelo aproximadamente dos tercios de su capacidad.
7. Haciendo uso de la bomba de vacío, se removió el aire de la mezcla.
8. Se agregó agua destilada al frasco volumétrico hasta que la parte inferior del menisco llegue a la marca de 500 ml. Se secó el exterior del frasco y el interior del cuello sobre el menisco.
9. Se determinó el peso combinado del frasco más agua más suelo contenido en el (W_{fsw}).
10. Se vertió el suelo y agua del frasco en una tara, asegurándose que no quede suelo por dentro del frasco.
11. Se colocó la tara en el horno y se determinó el peso seco.

3.2.8.4. Límites de Atterberg

La consistencia del suelo es usualmente definida como las manifestaciones de las fuerzas físicas de cohesión y adhesión, actuando dentro del suelo a varios contenidos de humedad. La adhesión se refiere a la atracción de la fase líquida sobre la superficie de la fase sólida; las moléculas de agua, por tanto, pueden adherirse tanto a la superficie de las partículas del suelo como a los objetos que se ponen en contacto con el suelo. La cohesión en suelos mojados es la atracción que existe entre las moléculas de la fase líquida que están como puentes entre partículas adyacentes.

Estas manifestaciones incluyen:

- a) El comportamiento con respecto a la gravedad, presión y tensión.
- b) La tendencia de la masa del suelo de adhesión a cuerpos extraños o sustancias.
- c) Las sensaciones que son evidenciadas y sentidas por los dedos del observador.

Esta definición implica que el concepto de consistencia del suelo incluye algunas propiedades del suelo, como resistencia a la compresión, friabilidad, plasticidad y viscosidad. Generalmente este tipo de suelo que presenta consistencia plástica en un rango determinado de humedad se llaman arcillas.

En mecánica de suelos puede definirse la plasticidad como la propiedad de un material por la cual es capaz de soportar deformaciones rápidas sin rebote elástico, sin variación

volumétrica apreciable y sin desmoronarse ni agrietarse. La consistencia del suelo varía con textura, materia orgánica, el total del material coloidal, estructura (en cierto grado) y contenido de humedad.

Los suelos muestran comportamientos distintos según los contenidos de humedad; a bajo contenido de humedad el suelo es duro y muy coherente a causa del efecto de cementación entre partículas secas, si el suelo es trabajado con estas condiciones se producirán terrones. Cuando el contenido de humedad aumenta, la cohesión de los puentes o films de agua alrededor de las partículas hace que el suelo permanezca unido y el suelo se vuelva plástico.

Un suelo seco a una compactación normal generalmente exhibe una extremada dureza o coherencia. La medida de esta coherencia varía con la estructura del suelo, ya que la porosidad determina el número de partículas por unidad de volumen.

3.2.8.4.1. Determinación del límite líquido (LL)

El límite líquido se define como el contenido de humedad expresado en porcentaje con respecto al peso seco de la muestra, que debe tener un suelo moldeado para que una muestra del mismo en que se haya moldeado una ranura de dimensiones estándar al someterlo a 25 golpes bien definidos, se cierre sin resbalar en su apoyo. En el laboratorio se determina esta propiedad de los suelos.

3.2.8.4.1.1. Equipo

- Copa de Casagrande
- Espátula con hoja de acero inoxidable
- Plato de porcelana
- Balanza con precisión de 0.01 gramos
- Horno con temperatura constante de 100° a 110°C
- Ranurador.
- Pipeta o cuenta gota.

3.2.8.4.1.2. Procedimiento

1. El material a ensayar se criba por la malla No. 40 con una fracción de suelo considerada para la realización de dicho ensaye.

2. Se ajustó la altura de caída de la copa de Casagrande, para que la copa tenga una altura de caída de 1 cm aproximadamente.
3. Se colocó el suelo en el plato de porcelana, y se le agrego pequeñas cantidades de agua. Con ayuda de la espátula se mezcló hasta obtener una pasta homogénea y de consistencia suave.
4. Parte de la mezcla se coloca en la copa, presionando y extendiendo con la espátula hasta formar una capa de 1 cm de espesor en el centro, con el cuidado de que no quedaran burbujas de aire atrapadas.
5. Con ayuda del ranurador, se cortó un canal en el suelo cuidando de no desplazar el suelo adyacente a la ranura.
6. Una vez colocada la muestra, se dio vuelta a la manija de la copa de Casagrande a una velocidad de dos golpes por segundo, dando diecisiete golpes. Una vez terminado los diecisiete golpes la ranura deberá tener una distancia de 13 mm.
7. Se tomó una muestra de suelo de la copa y se colocó en una pequeña tara limpia y seca, determinando su peso húmedo.
8. Se limpió la copa y se repitió los pasos 2, 4, 5, 6 y 7 para dos diferentes contenidos de humedad, con la diferencia que en vez de diecisiete golpes como lo fue para el primero, se den veinticinco y treinta y tres golpes respectivamente.

3.2.8.4.2. Determinación del límite plástico (LP).

El límite plástico se define como el contenido de humedad, expresado en porcentaje, cuando comienza a agrietarse un rollo formado con el suelo de 3 mm de diámetro, al rodarlo con la mano sobre una superficie lisa y absorbente.

3.2.8.4.2.1. Equipo

- Placa de vidrio esmerilado.
- Balanza con precisión de 0.01 gramos
- Horno con temperatura constante de 100° a 110°C

3.2.8.4.2.2. Procedimiento

1. Se tomó aproximadamente $\frac{3}{4}$ de la muestra que se usó en el ensaye de límite líquido, procurando que tenga una humedad uniforme cerca de la humedad óptima.

2. Se amasa con la mano, formando rollitos sobre la placa de vidrio hasta que se formó un cilindro de 3 mm de diámetro.
3. Se volvió amasar el suelo y a formar los cilindros, repitiendo esta operación tantas veces como fue necesario para reducir, gradualmente, la humedad por evaporación, hasta que el cilindro se empiece a endurecer.
4. El límite plástico se alcanzó cuando el cilindro se agrieta al ser reducido a 3 mm de diámetro.
5. Se dividió en proporciones y se pusieron los pedazos en dos taras pequeñas.
6. Se pesó en la balanza y se registró su peso.
7. Se introdujo la muestra en el horno por un periodo de 24 horas y se determinó su peso seco.

3.2.8.5. Proctor Estándar

La compactación es el procedimiento de aplicar energía al suelo suelto para eliminar los espacios vacíos aumentando así su densidad y en consecuencia su capacidad de soporte (aumento en la resistencia) y la estabilidad, también se modifican otras propiedades tales como la reducción de volumen y la disminución en la compresibilidad y permeabilidad. Existe una amplia variación en las características de los diferentes suelos y las propiedades mecánicas de cada suelo individual se ven afectadas por su contenido de humedad y su densidad.

La compactación reduce el volumen de aire en un suelo, pero nunca es posible eliminar todos los vacíos, el suelo a compactar deberá estar parcialmente saturado. Si se compacta un suelo por diversos métodos, la densidad obtenida será posiblemente diferente para cada uno; del mismo modo, si distintos suelos se compactan empleando el mismo método es de esperar que los resultados también sean distintos. Esto indica que el proceso de compactación de un suelo se encuentra afectado muchos factores de los cuales los más determinantes son:

- 1- Contenido de humedad del suelo: Influye en la determinación con respecto al ensaye de laboratorio el valor óptimo del mismo para obtener la mayor densidad experimental.

- 2- Energía de compactación: Es la que se entrega al suelo por unidad de volumen, en las pruebas dinámicas de laboratorio en las que el suelo se somete a impactos de un pisón normalizado.
- 3- Tipo de suelo: Se alcanzan mayores densidades a medida que el tamaño de las partículas del suelo que se compacta es mayor.
- 4- Método o equipo de compactación utilizados: El método que se emplean para compactar un suelo es determinante en el resultado que se obtiene.
- 5- Re-compactación del suelo: No es recomendable realizarlo, pero generalmente se da en suelos finos, ya que estos debido a las compactaciones tienen una deformación volumétrica del tipo plástico.

Mediante la compactación varía la estructura del suelo y también algunas de sus propiedades mecánicas como la permeabilidad, el peso específico y la resistencia a la corte. Con la compactación se buscan propiedades adecuadas del suelo, así como una uniformidad de este lo cual permitirá que se produzcan asentamientos diferenciales. La compactación mejora las propiedades ingenieriles, en los siguientes aspectos.

- a) Aumenta la resistencia al corte y por consiguiente mejora la estabilidad de terraplenes, y la capacidad de carga de cimentaciones y pavimentos.
- b) Disminuye la compresibilidad y los asentamientos.
- c) Delimita la relación de vicios y reduce la permeabilidad. d) Reduce el potencial de expansión y contracción.

Existen 4 alternativas para su realización

Tabla 3. Descripción de Ensayos Proctor Estándar para compactación

Concepto	Método			
	A	B	C	D
Diámetro del molde (cm)	10.16	15.24	10.16	15.24
Volumen del molde (cm ³)	943.3	2124.0	943.3	2124.0
Peso del martillo o pisón (kg)	2.5	2.5	2.5	2.5
Altura de caída del martillo (cm)	30.48	30.48	30.48	30.48
No. de golpes del pisón por cada capa	25	56	25	56

No. De capas de compactación	3	3	3	3
Energía de compactación/volumen (kg.cm/cm ³)	6.06	6.03	6.06	6.03
Suelo por usarse pasa por	100%	100%	20%	100%
	Tamiz	Tamiz	Retiene	Tamiz
	No. 4	3/8"	No.4.	3/4"

Fuente. Norma 698-91 de la ASTM

3.2.8.5.1. Equipo

- Molde de compactación. Conformado por un cilindro metálico de 4" de diámetro interior por 4 ½ de altura y una extensión de 2 ½" de altura y de 4" de diámetro interior.
- Pisón metálico o martillo Proctor de 5.5. lb de peso y de 5 cm de diámetro.
- Regla de acero de 30 cm.
- Balanza de 21 Kg de capacidad y con precisión de 1.0 gramo.
- Balanza digital de 500 g de capacidad y con precisión de 0.01 gramo.
- Horno con temperatura de 110°C.
- Pipeta.
- Charola metálica
- Extractor de muestras.

3.2.8.5.2. Procedimiento

1. Se pesó 3.5 kg de suelo y se mezcló homogéneamente cada porción de suelo con agua para llevarla al contenido de humedad deseado
2. Se pesó el molde cilíndrico sin la extensión y se anotó su peso.
3. Se colocó una capa de material aproximadamente a 1/3 de la altura del molde más el ollar. Se compacto con el pisón la capa, dando 25 golpes, uniformemente distribuidos en el molde, a una altura de caída libre de 30 cm aproximadamente.
4. Se repitió dos veces la operación anterior, escarificando ligeramente la superficie compactada antes de ser agregada la nueva capa.
5. Al compactar la última capa, se quitó la extensión y con la regla metálica se enrazo la muestra al nivel superior del cilindro.
6. Se limpió exteriormente el cilindro y se pesó con todo y muestra compactada y se registró su peso.

7. Con ayuda del extractor de muestra, se sacó una muestra representativa del suelo compactado, se pesó en la balanza y se anotó su peso.
8. Se depositó el material en el horno por un periodo de 24 horas aproximadamente. Transcurrido el tiempo se determinó el peso seco.
9. El material sacado del cilindro se desmorona y se le agrega agua has obtener un contenido de humedad.
10. Se repiten las operaciones anteriores hasta lograr 4 puntos como resultado, que permitan trazar una curva cuya cúspide corresponderá a la máxima densidad para una humedad óptima.

3.2.8.6. Relación de Carga California (CBR)

El ensaye de valor relativo soporte se emplea en la caracterización de la resistencia del material de cimiento de una vía o de los diferentes materiales que se utilizarán en un pavimento, con vista a dimensionar los espesores de los suelos que formaran parte del mismo, empleando el método se diseñó de pavimentos basado en dicho ensaye. El ensayo CBR mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas.

El CBR trabaja con muestras alteradas, las cuales proporcionan información sobre la capacidad de soporte que tendrá el suelo y el hinchamiento promedio que pueda tener este. Los ensayos de CBR se hacen usualmente sobre muestras compactadas al contenido de humedad óptimo para un suelo específico determinado, utilizando el ensayo de compactación Estándar o Modificado del experimento:

El método de california comprende tres ensayes:

1. Determinación de la densidad máxima y humedad óptima.
2. Determinación de las propiedades expansivas del material-
3. Determinación de la relación soporte de california o CBR.

El CBR se determina como la relación en porcentaje entre la fuerza utilizada para la penetración de 0.25cm con un vástago de 19.35cm² de área con una velocidad de penetración de 1.27 mm/minutos y la fuerza ejercida en un material patrón para esa misma penetración.

Tabla 4. Valores de carga unitaria patrón que deben utilizarse en la ecuación para el cálculo del CBR.

Penetración			Carga unitaria patrón		
(mm)	(cm)	(plg)	(Kg/cm ²)	MPa	PSI
2.5	0.25	0.10	70.31	6.9	1,000
5.0	0.50	0.20	105.46	10.3	1,500
7.5	0.75	0.30	133.58	13.0	1,900
10.0	1.00	0.40	161.71	16.0	2,300
12.7	1.27	0.50	182.80	18.0	2,600

Fuente. Prácticas de laboratorio de mecánica de suelos, UNI. Pág. 89.

Las especificaciones establecen que los materiales de préstamo para Sub base deben tener expansiones menores de 2% y para base, expansiones menores al 1%.

Como dato informativo observar el hinchamiento versus el CBR:

Tabla 5. Comportamiento del% de hinchamiento Vs % de C.B.R.

%Hinchamiento	%CBR
3% o mas	Menor que 9%
2% como máximo	Mayor o igual al 15%
Menor al 1%	Mayor que 30%

Fuente. Laboratorio geotécnico. Centro peruano de investigaciones sísmicas y mitigación de desastres (CISMID)

3.2.8.6.1. Equipo

- Molde metálico cilíndrico de compactación con base y extensión de 6" de diámetro y 7" de altura aproximadamente.
- Varilla con punta de bala.
- Probeta de 500 ml.
- Maquina C.B.R. equipada con pistón de penetración y capaz de penetrar a una velocidad de 1.27 mm/minutos y con anillo de carga de 50 KN y un deformímetro de 0.02 mm.
- Aparato para medir la expansión con deformimetro de caratula con precisión de 0.01 mm

- Horno con temperatura de 110°C.
- Papel filtro circular.
- Placas de peso.
- Charola metálica
- Balanza con precisión de 1.0 gramo.

3.2.8.6.2. Procedimiento

1. Se tomó una muestra representativa de suelo, la cual estaba seca y los terrones se disgregaron evitando reducir el tamaño natural de las partículas.
2. Se pesó el molde sin el disco espaciador y sin la extensión.
3. Se ajustó el molde a la base y se insertó el disco espaciador en el molde y se cubrió con el papel filtro.
4. Se agregó agua al suelo homogéneamente, conociendo de manera aproximada la humedad mediante un apretón al suelo húmedo, el cual dejó un leve rocío en la palma de la mano, que indico que el suelo tenía el agua suficiente.
5. Se tomó una muestra representativa para conocer el contenido de humedad.
6. El material restante se colocó en tres capas dentro del cilindro y a cada uno de ellas se le aplico 12, 25 y 56 golpes respectivamente, con la varilla punta de bala en forma de espiral, empezando en la orilla y terminando en el centro.
7. Se quitó la extensión y se enraso ligeramente la muestra y se llenó con suelo fino los espacios que se formaron debido al enrazamiento.
8. Se retiró el disco espaciador, invirtiendo el molde con la muestra compactada, de manera que ambos queden con papel filtro.
9. Se pesó el molde y base con el suelo compactado y se determinó el peso unitario total del suelo.
10. En la superficie libre de la muestra, se colocó el papel filtro y luego la placa metálica perforada provista de un vástago regulable.
11. Se colocó todo el conjunto dentro de un recipiente. Se montó el trípode y se instaló el deformímetro de manera que su punta quede tocando el vástago.
12. Se llenó de agua el recipiente, de forma que el agua tenga acceso tanto a la parte superior como a la inferior de la muestra, y se tomó la lectura inicial con el deformímetro.

13. Registrada la lectura final en el deformímetro, luego de 96 horas, se retira el trípode y se sacó el molde del agua, dejando drenarlo durante de quince minutos.
14. Se llevó la muestra a la máquina de ensaye y se colocó sobre ellas una cantidad de pesas para reproducir una sobrecarga, se colocó el pistón de penetración hasta que haga contacto con la muestra.
15. Después de aplicada la carga inicial, se ajustó el deformímetro de carga y el deformímetro de penetración a cero, se anotó las lecturas de carga a los niveles de penetración y a una velocidad constante de 1.27 mm/min.

3.2.9. Mapa

Según (Wikipedia®, 2022)

Un mapa es una representación gráfica simplificada de un territorio con propiedades métricas sobre una superficie bidimensional que puede ser plana, esférica o incluso poliédrica. Las propiedades métricas del mapa dependen de la proyección utilizada, y posibilitan la toma de medidas de distancias, ángulos o superficies sobre él y su relación con la realidad, en algunos casos aplicando coeficientes conocidos para la corrección de las medidas.

3.2.9.1. Mapa de amenaza socio natural

Es un mapa que pretende establecer geográficamente dónde y hasta qué punto determinados fenómenos socio naturales (eventos de origen natural pero que su intensidad o manifestación han sido inducidos por la acción humana) representan una amenaza a las personas, propiedad, infraestructura y actividades económicas. (Renda, Rozas Garay, Moscardini, & Torchia, 2017).

3.2.9.2. Mapa de vulnerabilidad

Es un mapa que pretende establecer la distribución espacial o geográfica de la predisposición o susceptibilidad física, económica, política o social que tiene una comunidad de ser afectada en caso de que una amenaza se manifieste. (Renda, Rozas Garay, Moscardini, & Torchia, 2017).

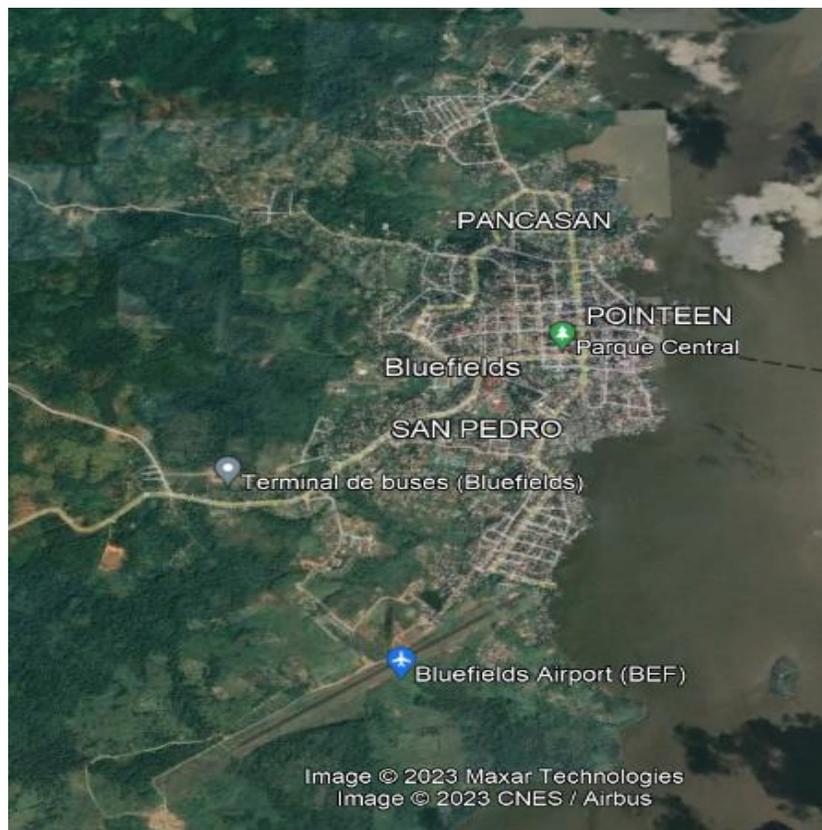
3.2.9.3. Mapa de riesgos

Son los que “muestra elementos o lugares potencialmente peligrosos tales como volcanes cercanos, zonas que se pueden inundar o pastizales muy secos que pueden incendiarse.” (eird.org, 2022)

Es un documento gráfico de representación convencional que pretende mostrar la distribución espacial o geográfica de las pérdidas esperadas de una o más amenazas. Representa una Amenaza principal y las condiciones de Vulnerabilidad asociadas a ésta. (Renda, Rozas Garay, Moscardini, & Torchia, 2017).

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. Área de localización del estudio



La investigación se realizará en la parte noroeste de la ciudad de Bluefields, cabecera del municipio del mismo nombre y que a la vez es cabecera de la Región Autónoma Costa Caribe Sur. El trabajo abarcara directamente los barrios Loma Fresca, Pancasan y 19 de Julio.

4.2. Tipo de estudio según el enfoque, amplitud o periodo

Esta investigación será de enfoque mixto porque se van interpretar datos tanto numéricos y no numéricos, analizando ubicación y características de las viviendas, fuentes hídricas del sector entre otros. El nivel será descriptivo porque se va describir el nivel de vulnerabilidad que tienen las viviendas en los barrios en riesgos de la ciudad de Bluefields.

4.3. Población y muestra

La población de este estudio son los 17 barrios de la ciudad de Bluefields, de estos se

consideran ocho barrios con zonas de riesgos para la muestra los cuales son Loma Fresca, Pancasán, 19 de Julio, Ricardo Morales, Santa Rosa, El Canal, San Pedro y Fátima, dichos barrios son considerados como vulnerables por el SINAPRED.

4.3.1. Tipo de muestra y muestreo

El muestreo será por conveniencia, siendo los barrios del sector noroeste los cuales son: Loma Fresca, Pancasán y 19 de Julio, siendo esto lo que se analizarán en esta investigación ya que en los últimos años se han detectado, a la hora de precipitaciones intensas, inundaciones en algunos sectores de estos barrios.

4.3.2. Técnica e instrumento de la investigación.

4.4. Diseño Experimental

4.4.1. Técnica de Recolección de Datos

a. Primer objetivo específico

Para el cumplimiento del primer objetivo específico: Caracterizar el sistema constructivo de las viviendas en el sector noroeste de la ciudad de Bluefields se harán con los siguientes métodos:

- Encuesta

Se aplicará encuesta (ver anexo 15.1), a los jefes de familias de cada vivienda identificada con grado de vulnerabilidad alto ante inundaciones y deslizamientos.

- Método de la observación directa

Este método se ocupará para visualizar las viviendas que podrían estar en riesgos tomando en cuenta la distancia que tienen con el potencial peligro (cauce, deslizamiento de tierra) además del sistema constructivo de la infraestructura. Se tomará fotografías a través de celular de los peligros latentes que existen en las viviendas a identificar.

- Levantamiento con GPS

Las viviendas se levantarán por medio de un GPS con el fin de obtener sus coordenadas UTM, las cuales serán utilizada para realizar el mapa de vulnerabilidad, identificando de esta manera las zonas que están riesgos.

b. Segundo objetivo específico

En el segundo objetivo específico Desarrollar el levantamiento de topográfico y ensayos de suelo en las microcuencas de inundaciones en el sector noroeste de la ciudad de Bluefields., se van utilizar los siguientes métodos:

- Observación directa

Se ocupará para hacer un reconocimiento de campo en los cauces que se harán los estudios hidrológicos esto es con la finalidad de conocer las características del terreno y el uso de suelos, siendo esenciales para realizar el levantamiento topográfico y estudios de suelos en ellos.

- Levantamiento topográfico los cauces

Se determinará con un levantamiento topográfico el relieve de la superficie de los cauces, dichos parámetros son el área, longitud, altura máxima, altura mínima y periodo de retorno. Así mismo se determinará la pendiente en dependencia de las elevaciones y distancia que tenga la cuenca entre otras características.

Dicho levantamiento se propone que sea con una Estación Total con sus accesorios, realizándolo a lo largo del cauce, tomando los puntos que sean necesarios para determinar las características antemencionadas, haciendo estacionamientos a cada 20 metros, donde las secciones transversales se harán de 10 metros de la línea central, o según estén las condiciones del lugar.

Los equipos y herramientas que se van a utilizar en el levantamiento: GPS, Estación Total, trípode, cinta métrica de 5 m y 30 m, prisma, plomadas, jalones, clavos, martillos, lápiz, pintura, spray libreta, estacas, machetes, clavos de zinc, clavos de alambre.

Con este levantamiento contribuirá a realizar los planos longitudinales, transversales y curvas de niveles de los cauces, realizándolos en el software AutoCAD Civil donde se van importar los datos de la Estación con una memoria USB.

- Análisis granulométrico de los suelos de los cauces

Se hará análisis granulométrico por medio de ensayo de laboratorios a la muestra que se extraigan de los sondeos manuales que se harán a lo largo de los cauces a analizar, los cuales

se tomarán a cada 250 metros a lo largo de dichos cauces teniendo una profundidad de 1 metro.

Para extraer las muestras se ocuparán las siguientes herramientas: pala, cincel, barra, pala, palín, cuchara.

Con este método se podrá identificar el tipo de suelo que predomina en los cauces, analizando la curva granulométrica que se realicen con los datos de los ensayos y con los criterios del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos. (S.U.C.S.)

c. Tercer objetivo específico

En el tercer objetivo específico: Analizar la amenaza de deslizamientos de tierra mediante el uso de los Sistemas de Información Geográfica en algunos barrios de la ciudad se realizarán los siguientes métodos:

- **Ensayos de suelos**

Se hará ensayos de suelos en los terrenos de los barrios 19 de Julio y Loma Fresca, donde antes extraían material agregado grueso estos ensayos serán: Granulometría, Peso Volumétricos, Límites de Atterberg, Proctor Estándar, Relación de Soporte de California. Se pretenden que se realicen en BICU, pero se pediría la valiosa asesoría y acompañamiento en todo momento de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua de Managua. Con estos resultados se desea conocer las características y tipos de materiales que se localizan en las zonas de estudios.

- **Levantamiento topográfico**

Se realizará levantamiento topográfico en los lugares donde antes se extraían material agregado grueso a la ciudad, esto con el fin de obtener la superficie, volumen, perímetro y localización exacta de los lugares de estudios. El levantamiento se hará por medio de GPS de precisión.

- **Método heurístico geomorfológico**

Este método consiste en la realización de un análisis espacial de coberturas temáticas en Sistemas de Información Geográfica SIG (Geológicos, Edificios, Climáticos y Antrópicos) (Perez R. & Rojas J., 2005)

Será utilizado para relacionar los mapas de susceptibilidad de los factores extrínsecos y intrínsecos, estos primero contienen el uso potencial y uso actual del suelo, además del clima.

En cambio, en los factores intrínsecos contendrá el mapa topográfico y tipo de suelos del sitio de estudio.

Luego se relacionará todas estas informaciones para modelarlo con el Sistemas de Información Geográfica SIG con el fin de obtener la susceptibilidad de factores detonantes y la susceptibilidad a ocurrencia de deslizamientos.

d. Cuarto objetivo específico

En el cuarto objetivo específico: Elaborar mapas y modelos de riesgos y vulnerabilidad de las áreas de mayor probabilidad de inundaciones y deslizamientos en el sector noroeste de la ciudad de Bluefields se realizarán los siguientes métodos:

- Identificación de los riesgos

Por medio de este método se identificarán las amenazas o riesgos que hay en los barrios en estudios tomando en cuenta el factor de incidencia o exposición, el efecto sobre las personas o consecuencias en general y factor de probabilidad (ocurrencia de la materialización de una situación de riesgo).

- Factor de incidencia o exposición en el sector de estudio

En este aspecto se determina la ocurrencia del riesgo en consideración en un período de tiempo indefinido, siempre que no exista un cambio significativo en la valoración de algunos factores de riesgos, que son determinantes en la exposición a determinada amenazas, acudiendo a situaciones ya ocurridas anteriormente en el sector.

Para ello se tiene cuatro exposiciones los cuales están descritos en la siguiente tabla.

Tabla 6. Escala para estimar factor de incidencia o exposición

EXPOSICIÓN	DESCRIPCIÓN	VALOR
IMPROBABLE	Hasta el momento no ha ocurrido, es remotamente posible pero no se descarta.	1
POSIBLE	Hay antecedentes de haberse presentado en el sector.	3
OCASIONAL	Ya se ha presentado, mínimo una vez en el sector pudiendo llegar a repetirse.	6
FRECUENTE	Se ha presentado continuamente y se podría presentar con cierta facilidad.	10

Nota: Análisis basado en modelo colombiano para medir niveles de peligrosidad.

- Efecto sobre las personas o consecuencias en general

En este aspecto se determina el grado de afectación del riesgo sobre las personas del sector en el sitio que se considera la amenaza. Se deben analizar cuatro efectos los cuales están descritos en la tabla a continuación.

Tabla 7. Escala para estimar efectos sobre las personas o consecuencias

CONSECUENCIA	DESCRIPCIÓN	VALOR
LEVE	Al presentarse esta situación no habría personas lesionadas, pero se requeriría evacuar y proteger a los habitantes del sector a un lugar seguro.	1
MODERADO	Puede haber algunas personas lesionadas, por razones relativas a la situación, pero no serían de consideración.	4
SEVERO	Las lecciones que se presentarían serían de consideración o el número de lesionados podría ser de uno a cinco.	5

CRITICO	Las lesiones que se presente serian de extrema gravedad o el número de lesionados podría ser alto y con probabilidad de muerte de las personas.	10
----------------	---	----

Nota: Análisis basado en modelo colombiano para medir niveles de peligrosidad.

Este nivel es importante para estimar las variables que se definen en el análisis de la vulnerabilidad, ya que se mide la consecuencia a partir de la probabilidad del evento.

- Factor de probabilidad (ocurrencia de la materialización de una situación de riesgo)

Una vez presentada la situación del riesgo, trata de evaluar la posibilidad de que los acontecimientos de la cadena se completen en el tiempo y dan origen a consecuencias no deseadas.

Tabla 8. Escala para estimar factor de probabilidad

PROBABILIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR
REMOTO	Nunca ha sucedido en muchos años de exposición al riesgo, pero es concebible. Probabilidad el 5%.	1
COINCIDENCIAL	Sería raro que sucediera probabilidad el 20%.	4
FACTIBLE	Completamente posible, nada extraño. Tiene la probabilidad del 50%	7
PROBABLE	Es el resultado más esperado, si la situación del riesgo tiene lugar	10

Nota: Análisis basado en modelo colombiano para medir niveles de peligrosidad

- Instrumentos de Evaluación

La evaluación de las viviendas se realizará con el formulario de evaluación estructural creado por Villagrán (2003); en esta se hace un análisis de los materiales constructivos de las viviendas. Después de recolectar los datos en el trabajo de campo y ubicarlos en el formulario

(ficha), estos se utilizarán para dar una ponderación a las viviendas evaluadas según la amenaza a la que está expuesta.

- Metodología de Villagrán para la evaluación de la vulnerabilidad estructural

La metodología de Villagrán Reconocimiento Preliminar de Riesgos Asociados a Varias amenazas en poblados de Guatemala, trata de reconocer los componentes típicos de las viviendas: principalmente paredes, se ha considerado como base para la ponderación de cada uno de los componentes el tipo de materia con el cual están construidos. Para la asignación numérica de los pesos tomaron como referencia los daños observados en eventos catastróficos históricos y su impacto en cada uno de dichos componentes.

La selección de los valores numéricos para los pesos de ponderación se realizó de manera participativa en talleres donde se convocó a expertos en ingeniería estructural, así como expertos en desastres de diversas instituciones del país de Guatemala. De esa manera se obtiene un factor numérico para el indicador de vulnerabilidad física-estructural a cada comunidad con referencia a cada tipo de amenaza, en este caso siendo las inundaciones. Siendo los que pueden ocasionar daños masivos a las viviendas.

La fuerza del flujo de agua puede ser tan potente que derrumbe paredes de cualquier tipo. Sin embargo, se considera que, para eventos de menor magnitud, las viviendas con paredes de ladrillo o block tienen mayor resistencia y, por tanto, son menos vulnerables que casas con otro tipo de paredes tales como las de bambú, madera, lámina o adobe. (Villagrán, 2003)

Tabla 9. Ponderación de la metodología de Villagrán

Vulnerabilidad	variables	Peso componentes	Marque con una X	Peso opción
Variables de construcción para sus componentes				
Paredes:			10	
	Block, ladrillo	concreto o		1

Vulnerabilidad Estructural de las viviendas	Madera		5
	Lamina metálica		5
	Otros (plástico, reglas de madera, etc.)		10

Nota: Elaboración Lic. Juan Carlos Villagrán, reconocimiento Preliminar de Riesgos Asociados a Varias amenazas en poblados de Guatemala.

- Análisis

En la anterior ponderación se le asignan el mayor porcentaje al elemento estructural que probablemente puede salir dañado o que sufre daño al momento de que un evento impacte directamente sobre la estructura. Dicho porcentaje va dirigido a representar el daño o la deficiencia que sufriría el elemento estructural, tomando en cuenta que al momento de dañar seriamente la estructura portante automáticamente debilita a todo el sistema constructivo debido a que pertenece a un elemento que pasa a ser monolítico. Los cuadros de la ponderación están diseñados para evaluación de viviendas de uno, dos y tres niveles.

Basándonos en este análisis de Villagrán procederemos hacer nuestro estudio de la vulnerabilidad de las viviendas y así determinar el nivel de riesgo que presentan las viviendas de este sector 1.

Para determinar la vulnerabilidad por inundación, se requiere la obtención de los elementos de Pared de vivienda, la cual es el área más afectada y de mayor posibilidad de deterioro si el nivel de agua llegara a cubrir gran parte del muro, debilitando su estructura, desde la base o nivel de suelo.

Se procede a la selección de viviendas con rangos altos, medios y bajos de resultados, para luego clasificar las viviendas por nivel de riesgo. Obtenidos los resultados de vulnerabilidad, se contará la cantidad de viviendas en los diferentes rangos y se determinará el grado de vulnerabilidad que pueda presentarse en el sitio en estudio.

En el caso de los riesgos o vulnerabilidades totales, es útil clasificar los valores normalizados en tres clases: alto, medio y bajo. Para el caso de estas cantidades normalizadas se presentan los siguientes rangos y niveles:

Tabla 10. Rangos propuestos para niveles de vulnerabilidad normalizadas

RANGO NUMÉRICO DE VULNERABILIDAD NORMALIZADA	CLASIFICACIÓN
VULNERABILIDAD BAJA:	0 - 40
VULNERABILIDAD MEDIA:	41 - 70
VULNERABILIDAD ALTA:	71 - 100

Levantamiento con la aplicación fields Area measure

Con la ayuda de esta aplicación realizarán mapas donde indique las viviendas en su grado de vulnerabilidad ya sea alta, media, o baja.

Esta aplicación cuenta con características únicas: marcado rápido de áreas/ distancia, acceso ilimitado a los datos, modo de marcador inteligente para una colocación muy precisa de los pines, nombrar, guardar, agrupar y editar mediciones, rastreo GPS/Medida automática para caminar/conducir alrededor de límites específicos.

e. Quinto objetivo específico

En el quinto objetivo específico: Proponer estrategias de reducción de vulnerabilidad por inundaciones y deslizamientos que permita a la alcaldía municipal de Bluefields reducir el riesgo y vulnerabilidad de la población en el sector, se realizarán los siguientes métodos:

- Método de interpretación

Este método se utilizará para interpretar los resultados de los objetivos específicos anteriores, relacionándolos con las consideraciones que indican los manuales, leyes, reglamentos de construcción del país para la edificación de una infraestructura.

Las estrategias se harán en conjunta con la Alcaldía de Bluefields y el SINAPRED fortaleciendo de esta manera los Planes de Reducción a Desastres y el Plan Maestro de la ciudad que están planificando estas entidades.



INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL



4.5. Operacionalización de las variables

Tabla 11. Operacionalización de variables

Variables	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Técnica e instrumento de medición
Sistema constructivo	Tipos de materiales empleados para la construcción de las viviendas	Viviendas familiares del casco urbano	Madera Concreto Mampostería Confinada	Material predominante en el sistema constructivo	Observación directa / Ficha de caracterización
Amenazas por Inundación	La amenaza por inundación es producida por los desbordamientos de los cauces y ríos e inducidas por fenómenos hidrometeorológicos.	Amenaza alta Amenaza baja a media (Moderada) Por debajo de 0.25 metros de profundidad no se considera amenaza	Intensidad del agua) Frecuencia	Mayor de 1.00 0.75 a 1.00 0.5 a 0.75 0.25 a 0.50 0 a 0.25 Alta Media Baja	Observación directa, Consulta bibliográfica, entrevistas, Levantamiento
Levantamiento topográfico en cuencas y microcuencas	El levantamiento topográfico en servirá para calcular la superficie terrestre en la cual se tienen en cuenta las características físicas, geográficas y geológicas, también sus variaciones y alteraciones. (Instituto	Caracterización físicas y fisiográficas de la cuenca.	Pendiente de cuenca Longitud de cuenca Área de cuenca	de Porcentaje de Metros lineales Metros cuadrados	Levantamiento con Estación Total

Variables	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Técnica e instrumento de medición
	Geográfico Agustín Codazzi, 2022)				
Estudio de suelo en cuencas y microcuencas	Son ensayos de laboratorio los cuales va determinar el uso de suelo, tipo de suelo obteniendo de esta manera su coeficiente de escorrentía.	Tipo de suelo	Limo Arcilla Arena Roca	Textura Color Granulometría	Ensayos de laboratorios
Amenaza de deslizamiento	Es cuando un lugar puede estar expuesta a movimientos del material superficial de la corteza terrestre afectando a las personas alrededores.	Alto Medio Bajo	Factor de susceptibilidad y de magnitud (Intensidad)	Puntuación de 1 a 20 puntos	Observación directa, Consulta bibliográfica, entrevistas, Levantamiento, ensayos de suelos, Modelamiento SIG
Mapa de riesgos	Son representaciones cartográficas que permiten visualizar la distribución de determinados riesgos de desastres en un territorio específico.	Riesgo Bajo Riesgo Medio Riesgo Alto Riesgos Muy Alto	Variabilidad espacio-temporal Amenaza Factores de Vulnerabilidad	Mapa	Software de dibujo Modelamiento SIG

Variables	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Técnica e instrumento de medición
Mapa de vulnerabilidad	Es un mapa que pretende establecer la distribución espacial o geográfica de la predisposición o susceptibilidad física económica, política o social que tiene una comunidad de ser afectada en caso de que una amenaza se manifieste.	Vulnerabilidad alta Vulnerabilidad media Vulnerabilidad baja	Indicadores socioeconómicos Situación de riesgos	Mapa	Software de dibujo Modelamiento SIG

4.6. Análisis de datos

Los datos se analizarán por medio de los siguientes softwares:

- Autocad Civil 3d: con este software se analizarán los datos que se obtengan de la estación total, permitiendo obtener los datos topográficos del terreno así mismo de crear planos y mapas.
- Modelo SIG: este va permitir se crearán los mapas de riesgos y vulnerabilidad.
- SPSS: con el se va analizar los datos obtenidos de las encuestas que se aplican en cada vivienda.
- Microsoft Word: con este se redactará el documento.

También se debe tener en cuenta que de esta investigación saldrán 5 temas monográficos los cuales servirán como formas de culminación de estudios a los estudiantes la carrera de Ingeniería Civil, estos trabajo son los siguientes:

Grupo	N°	Nombres y Apellidos	Temas
1	1	Cesar Yasamir Villachica Pérez	Evaluación de la vulnerabilidad ante deslizamientos de las infraestructuras en el barrio 19 de Julio sector 7, Bluefields RACCS
	2	Geovanny Josué Fuentes Canda	
2	1	Yerald Alberto Rivas Castillo	Evaluación de la vulnerabilidad ante inundaciones en los asentamientos de los barrios Ricardo Morales Aviles y 19 de Julio, Bluefields, RACCS
	2	Jahoska Elizabeth Padilla Christian	
3	1	Rosana Castillo García	Evaluación de la vulnerabilidad ante inundaciones en los asentamientos de Loma Fresca sector 5, Bluefields, RACCS
	2	Zulma Edith Martínez Flores	
4	1	Luis Manuel Cabrera Hernández	Evaluación de la vulnerabilidad ante inundaciones en los asentamientos del barrio Pancasan sector 2 Bluefields, RACCS
	2	Irvin Anuar Gomez Ortega	
5	1	Ethel Yareli León Barahona	Evaluación de la vulnerabilidad ante inundaciones en los asentamientos de los barrios Pancasan y 19 de Julio, Bluefields, RACCS
	2	Kevin Josué Rodríguez Rodríguez	

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Capítulo 1: Análisis de vulnerabilidad ante la amenaza de deslizamiento en los asentamientos del barrio San Pedro, Bluefields, 2023

Caracterización del sistema constructivo de las viviendas en los asentamientos del barrio San Pedro sector Cristo Vive, de la ciudad de Bluefields.

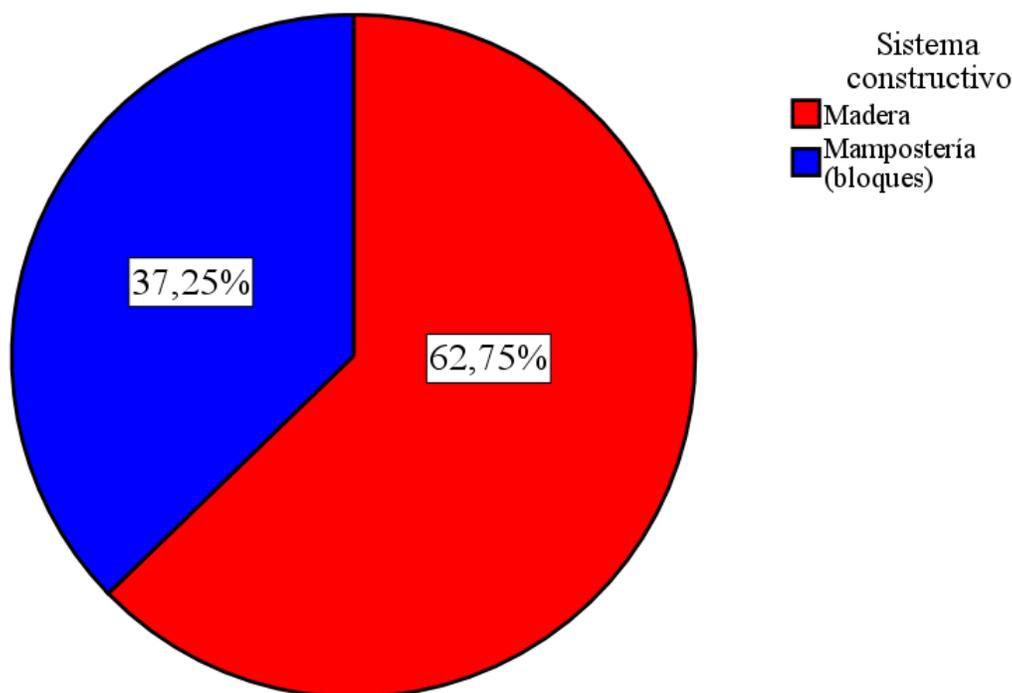


Figura 5: Sistema constructivo de las viviendas de las viviendas en los asentamientos del barrio San Pedro sector Cristo Vive, de la ciudad de Bluefields

En la figura 2, que representa la distribución de materiales de construcción en el barrio San Pedro, sector Cristo Vive, de Bluefields, donde el 62.75% de las viviendas están construidas principalmente con madera predominando las especies de especies Zopilote (*Vochysia ferruginea*), Palo de agua (*Vochysia guatemalensis*) y Gavilán (*Pentaclethra macroloba*) esto basado en la información suministrada por los jefes de hogar al momento de la encuesta. Todas ellas comparten la característica de baja durabilidad y dureza por ser consideradas maderas blancas no aptas para la intemperie y/o contacto directo con el suelo, en especial cuando son ácidos como lo locales (pH de 4.68) (López López et al., 2022). El restante 37.25% de las casas están construidas con



INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL



mampostería confinada, que, si bien es cierto, se espera el aumento de la resistencia estructural a desastres naturales, es necesario la revisión del cumplimiento de las normas de urbanismo para la construcción con especial énfasis al tipo y proporción de materiales empleados (Rivera Miranda et al., 2021) indica una serie de medidas para la reducción del riesgo en zonas con más del 55% de inclinación. En este caso la Nueva Cartilla de La Construcción, (2011). No menos importante es la revisión de las condiciones de suelo como medio de soporte de las edificaciones (Ochoa (2023).

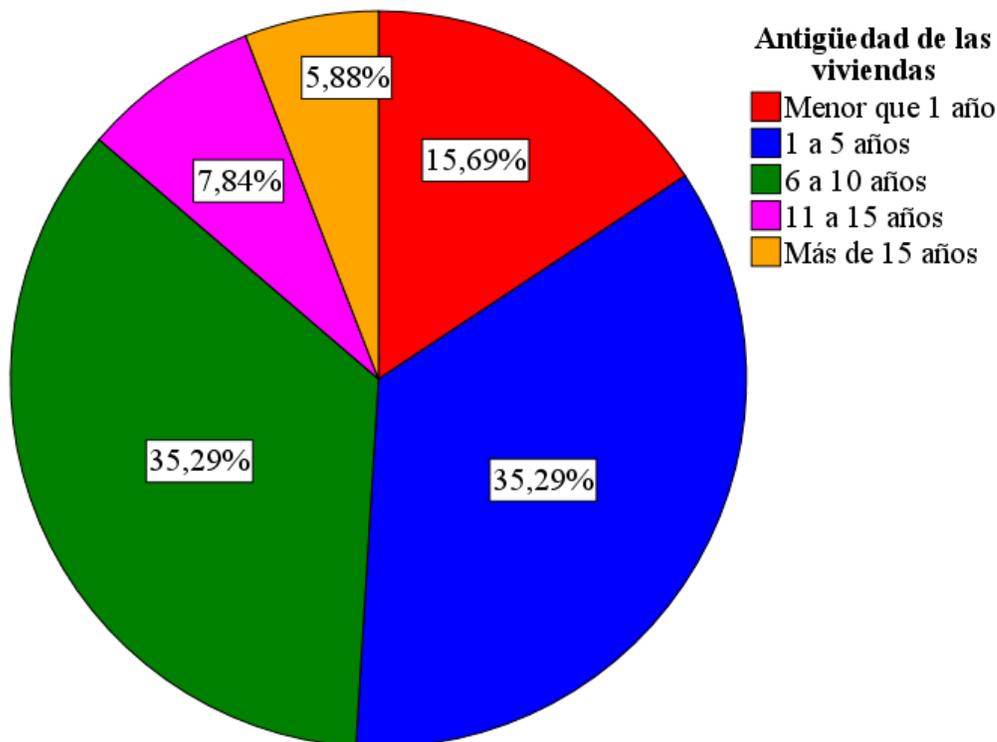


Figura 6:Antigüedad de las viviendas en los asentamientos del barrio San Pedro sector Cristo Vive, de la ciudad de Bluefields

La figura 3 ilustra la antigüedad de las viviendas en los asentamientos del barrio San Pedro, sector Cristo Vive, en la ciudad de Bluefields, donde se observa un panorama diverso en términos de desarrollo urbano. La mayoría de las viviendas son relativamente recientes, con un 15.69% con menos de 1 año y un significativo 35.29% con una antigüedad de 1 a 5 años, sugiriendo un crecimiento reciente en el área, esto se corresponde con la necesidad de viviendas por el déficit local. Adicionalmente, el 35.29% de las viviendas tienen entre 6 y 10 años, indicando un desarrollo sostenido en la última década esto a raíz de la apertura de carretera que conecta Bluefields con Naciones Unidas, sin embargo, con total carencia de planificación urbanística (Watanabe, 2015).

Este crecimiento podría asociarse con construcciones más modernas y, por ende, potencialmente más seguras frente a eventos naturales, es crucial considerar que el 5.88% de las viviendas tienen más de 15 años, lo que podría indicar una mayor vulnerabilidad. La antigüedad de las viviendas es un factor a tener en cuenta, ya que las construcciones más antiguas podrían presentar una mayor susceptibilidad a deslizamientos de tierra debido a la falta de estándares modernos de seguridad y estabilidad del suelo al ser una zona de relleno con material de corte y traslado de sin compactación de ningún tipo (Lavell, 2011) con pendientes pronunciadas (mayores al 15%), así como a la exposición a condiciones climáticas y cambios en el terreno. Complementariamente, es necesario la implementación de sistemas con materiales ligeros que sean de menor peligrosidad al momento de un deslizamiento, sumando a ello se deben realizar obras de drenaje y limpieza del terreno que evita la acumulación de agua en el suelo aumentado su peso y, por ende, el riesgo a un deslizamiento (Nueva Cartilla de La Construcción, 2011). Esta misma guía explica y recomienda las características de los materiales a utilizar en la construcción de viviendas en terrenos con pendientes con posibilidades de deslizamiento haciendo énfasis en el peso de las estructuras.

La carencia de un plan urbanístico que integra tanto la supervisión de la adecuada construcción con materiales y en las proporciones adecuadas bajo un enfoque integrador de gestión de riesgos (Guerrero, 2012; Rodríguez, 2015; Torrez Huanca, 2021) convierten la zona en área de peligrosidad para sus habitantes.

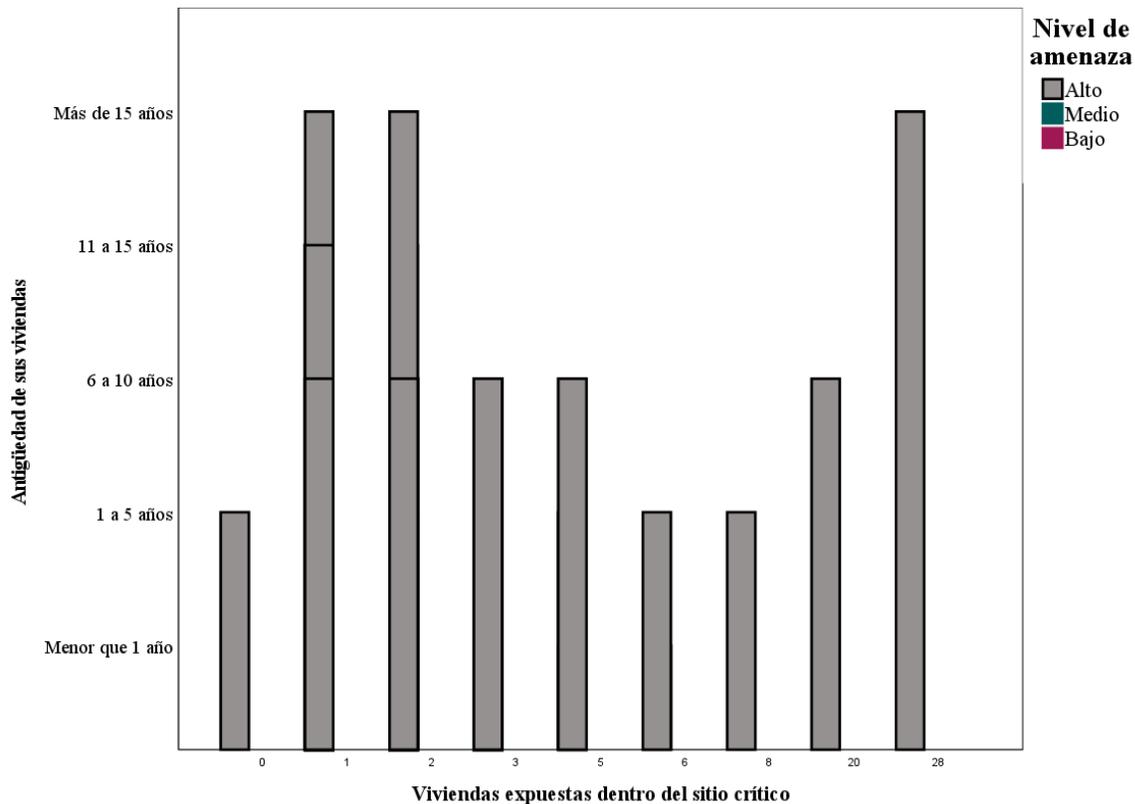


Figura 7: Nivel de amenaza en función de la antigüedad de las viviendas en los en los asentamientos del barrio San Pedro sector Cristo Vive, de la ciudad de Bluefields

Posterior al análisis del sistema constructivo (figura 2) y de la antigüedad (figura 3) de las viviendas, en la figura 4 se realiza la relación con el nivel de amenaza. Para ello se aplicó la prueba de correlación de Pearson (Dicovski Riobóo, 2020) entre las variables indicando que la vulnerabilidad de las viviendas aumenta de manera directamente proporcional a la antigüedad de las mismas ($R^2 = 0.89$), esto es explicado por la combinación de suelos arcillosos que se encuentran en zonas de relleno que, además, de ser inestables cuentan con pendientes que generan escorrentías superficiales con gran poder erosivo (Villacorta et al., 2012) que potencializan el peligro de la afectación en los cimientos de las viviendas (Monterrosas, 2012; Torrebadella et al., 2009) generando, a su vez, una nueva variable de análisis en estudios futuros. A estos se le debe sumar

el hecho niveles de pH ácidos (4.68) que deterioren los cimientos de las edificaciones indistintamente de estar construidas de concreto o ser de madera (Mariano & Quispe, 2022).

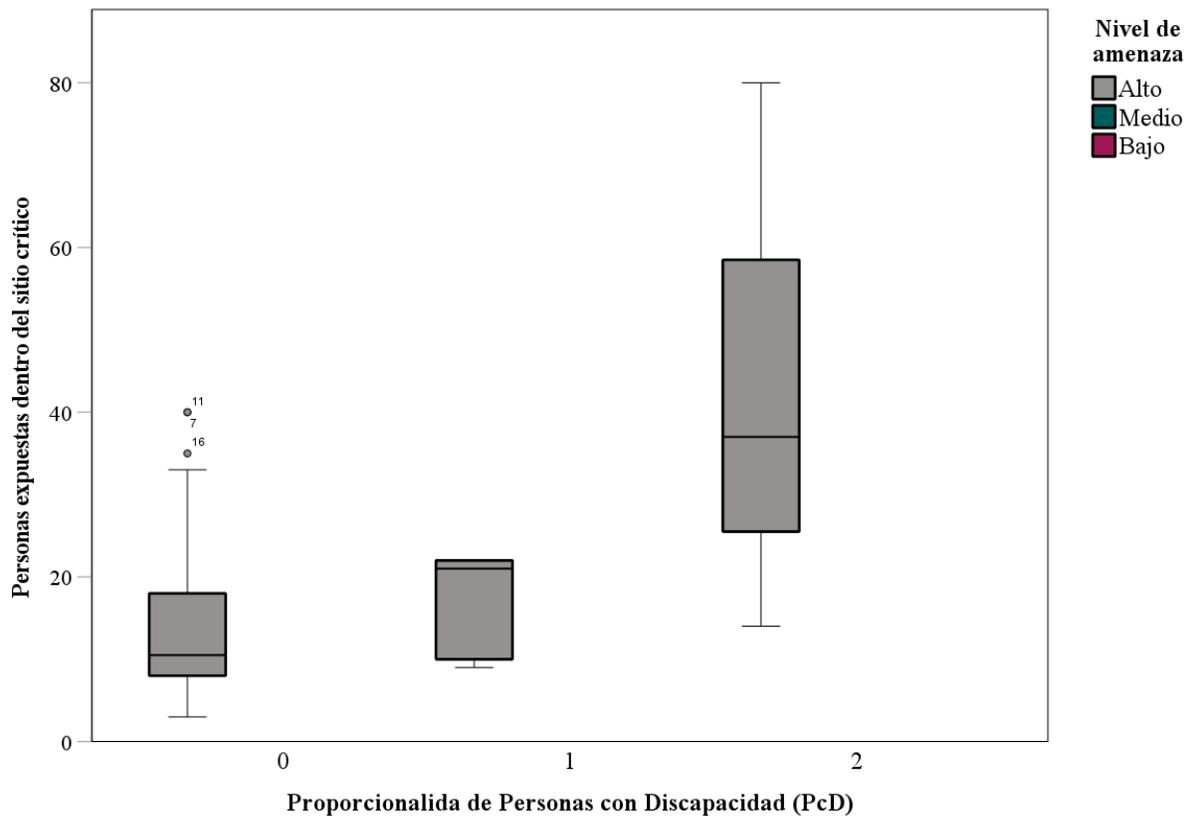


Figura 8: Nivel de amenaza en relación a la cantidad de habitantes y la proporcionalidad de personas con discapacidad en los en los asentamientos del barrio San Pedro sector Cristo Vive, de la ciudad de Bluefields

El análisis relacional del nivel de amenaza en relación a la cantidad de habitantes y la proporcionalidad de personas con discapacidad (figura 5) en los en los asentamientos del barrio San Pedro sector Cristo Vive, de la ciudad de Bluefields muestra que un factor determinante en la determinación de riesgos son las personas con discapacidad. Para este sitio de identificación 6 personas con discapacidad, 30 niños menores de 5 años de edad, 34 embarazadas, 32 personas de la tercera edad (mayor a 65 años) y otras 51 personas que por factores relacionados con su estado



INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL



de salud son consideradas como vulnerables. Es de especial interés y preocupación el resultado que la totalidad de la población se encuentra en el nivel más elevado de amenaza debido a la combinación de los factores previamente explicados.

Estos resultados evidencian la necesidad de un plan conjunto de las autoridades municipales, regionales y de las delegaciones de entidades nacionales para la realización de un plan urbanístico con miras a la reducción de los riesgos (Arellano-Monterrosas, 2010) considerando todas la variables y alternativas necesarias con el propósito primero de salvaguardar vidas y los bienes de la población y nación (Lavell, 2011; Marín et al., 2020; Martínez et al., 2011).

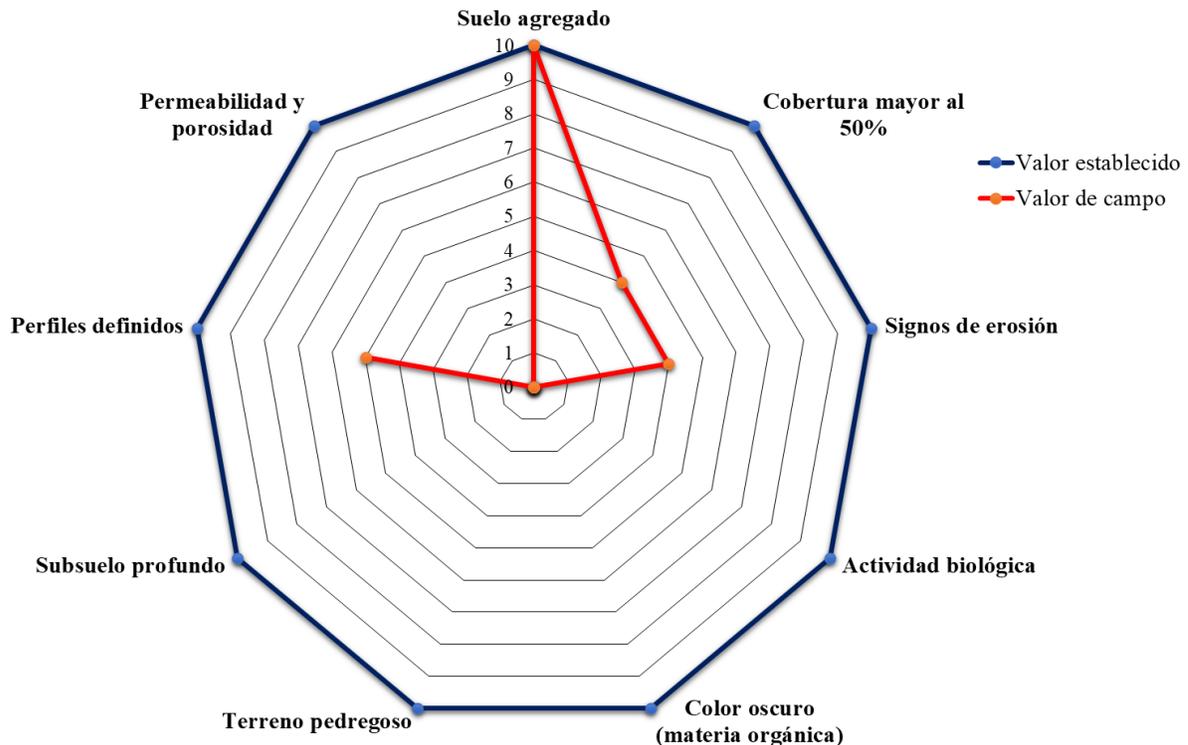


Figura 9: Análisis de estabilidad del suelo en terrenos del barrio San Pedro sector Cristo vive de la ciudad de Bluefields.

Por medio de la excavación de tres calicatas en las zonas alta, media y baja del sector evaluado en el barrio San Pedro sector Cristo vive de la ciudad de Bluefields se realizó el análisis de estabilidad del suelo (figura 6) al ser considerado indispensable para la estabilidad de las edificaciones. De acuerdo a las características del terreno se determinó una textura arcillosa conteniendo 16% de arena, de 38% limo y 56% de arcilla determinado por medio del método de decantación en el laboratorio de suelos de la universidad BICU. El suelo presentar distintas capas visualmente fácilmente distinguibles, sin embargo, estas no son horizontes edáficos, sino el resultado del depósito de material y tierra removida en la construcción de la carretera paralela a la zona de estudio. La coloración rojiza clara combinada con el pH de 4.63 son indicadores de óxido ferroso y aluminio que en su conjunto presenta alto poder corrosivo y degradativo (Viltres-Milán et al., 2019) para los materiales empleados para las viviendas de este sitio. No se debe obviar los signos de erosión que sumado a la escasa permeabilidad y porosidad hacen que los suelos sean más propensos a generar taludes de alta peligrosidad a las vidas de los pobladores (Camacho, 2016).

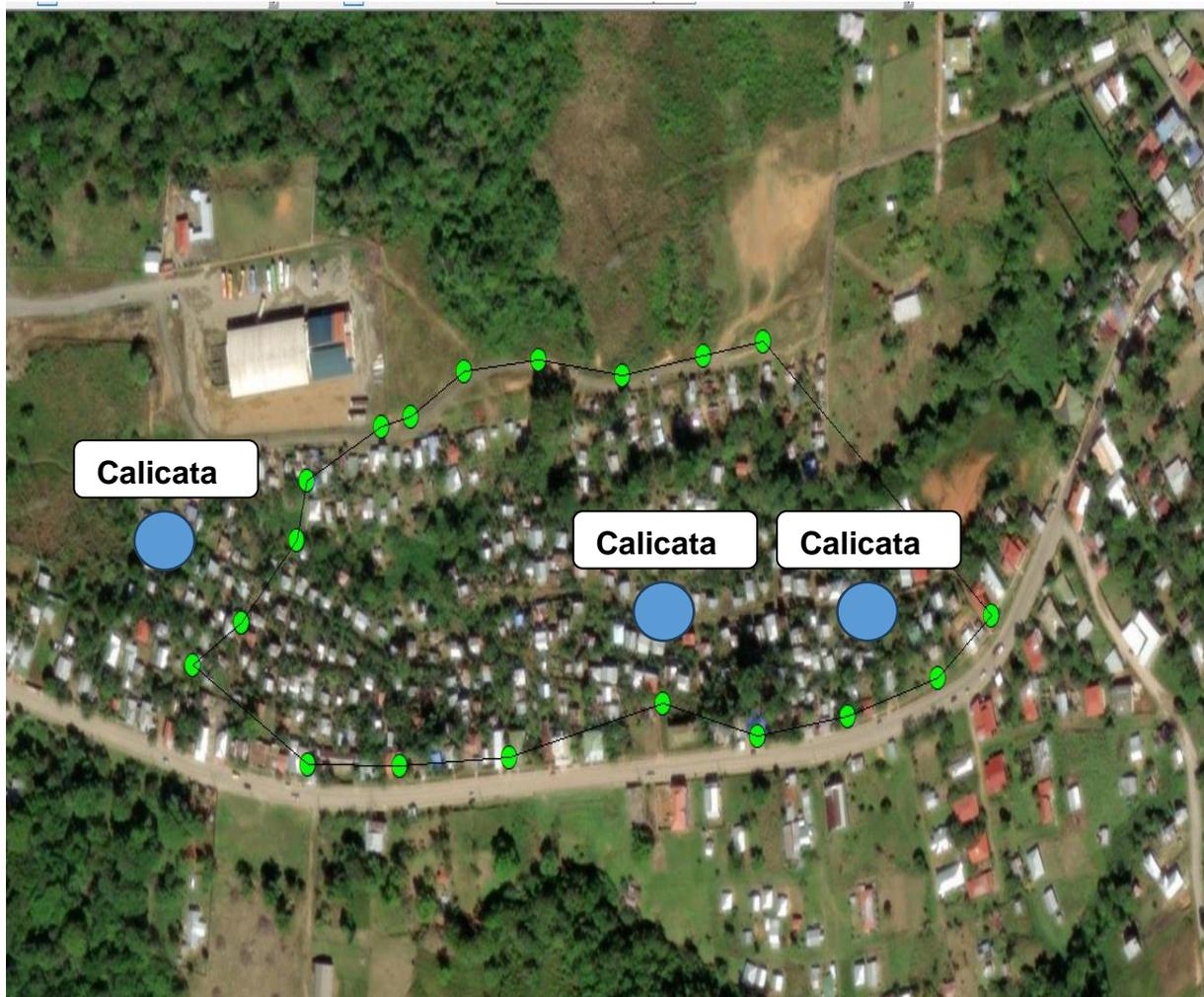


Figura 10. Ubicación de las calicatas perforadas en el barrio San Pedro sector Cristo vive de la ciudad de Bluefields.



Mapa de vulnerabilidad

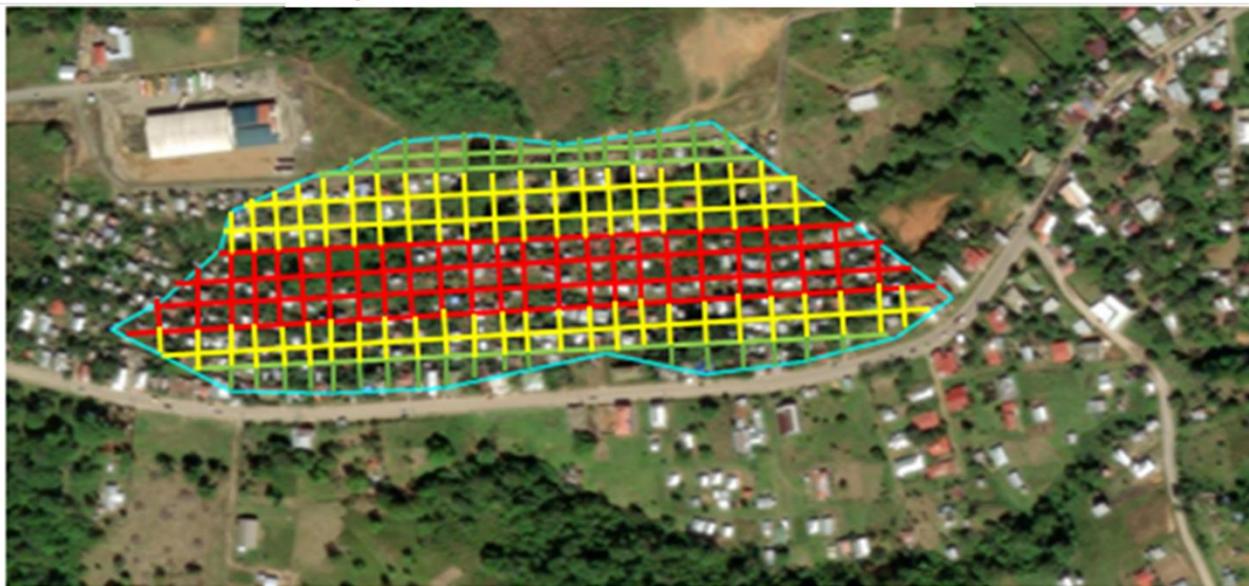


Figura 11. Mapa de vulnerabilidad del barrio San Pedro sector Cristo vive de la ciudad de Bluefields.

Plan de reducción de riesgos y vulnerabilidad en los asentamientos del barrio San Pedro sector Cristo Vive de la ciudad de Bluefields

Tabla 12: Plan de reducción de riesgos y vulnerabilidad en los asentamientos del barrio San Pedro sector Cristo Vive de la ciudad de Bluefields

Matriz de análisis de riesgos								
Zona específica		Barrio San Pedro						
Localidad de intervención		Sector Cristo Vive				Productos para reducción y respuesta del riesgo		
Fecha de planificación		11 de febrero de 2024						
Identificador del riesgo	Riesgos	Probabilidad de ocurrencia	Impacto	Disparador	Efecto	Plan de acción	Plan de contingencia	Responsable
R1	Intensas lluvias	Alta	Alto	Aumento de precipitación	Deslizamiento de tierra	Mejora en drenaje en la zona alta y sistema de monitoreo meteorológico	Evacuación de áreas vulnerables y refugios seguros	Equipo de trabajo
R2	Pendientes pronunciadas	Alta	Alta	Construcción de andenes y caminos de todo tiempo	Desprendimientos de los suelos	Refuerzos de taludes por medio de la construcción de muros de contención	Evitar construcciones en zona críticas	Equipo de trabajo
R3	Deforestación	Alta	Alto	Tala de arboles	Perdida de cohesión de suelo	Programa de reforestación prioritariamente en las zonas altas y medias	Control de la actividad de tala de arboles	Equipo de trabajo

Matriz de análisis de riesgos

						del área en estudio y gestión ambiental		
R4	Falta de mantenimientos de infraestructuras	Alta	Alta	Ausencia de mantenimiento	Deterioro de la infraestructura	<p>Programas regulares de mantenimientos preventivos de los cuales se deben destacar:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Revisión de cimientos 2. Apertura y limpieza de desagües 3. Retiro de escombros y materiales sobrantes de los terrenos 4. Reparación de secciones de las viviendas en mal estado 	Evaluación y reparación inmediata	Equipo de trabajo

Matriz de análisis de riesgos

R5	Sobre carga de peso en la parte superior de la ladera	Moderado	Moderado	Construcciones inadecuadas	Aumento del riesgo de deslizamiento	Evaluación y control de carga en áreas críticas	Evitar sobre carga en zona vulnerable	Equipo de trabajo
R6	Urbanización no planificada	Alto	Moderado	Expansión sin planificación	Mayor riesgo de deslizamiento	Planificación urbana sostenible y regulación del uso del suelo	Alerta temprana y evacuación planificada	Equipo de trabajo
R7	Huracanes y tormenta	Alto	Alto	Aumento de la actividad ciclónica	Vientos fuertes y lluvias intensas	Planificación de evacuaciones y refugio seguro	Respuesta de emergencia ante cualquier actividad ciclónica	Equipo de trabajo
R8	Acceso a servicios básicos	Alto	Alto	Fallas en las infraestructuras	Restricciones a los servicios básicos	Mejoras de infraestructuras y rutas alternativas	Establecimientos de punto de distribución de emergencia	Equipo de trabajo
R9	Centro de salud	Media	Alto	Aumento de enfermedades contagiosas	Falta de atención médica adecuada	Campaña de concientización y	Establecimientos de clínicas	Equipo de trabajo

Matriz de análisis de riesgos

						mejoras de centro de salud	móviles y medicinales	
R10	Escuela	Medio	Medio	Daños a infraestructuras educativas	Interacción en la educación formal	Evaluación y fortalecimiento de infraestructuras educativas	Implementación de mejoras y realización de centros de estudio	Equipo de trabajo
R11	Albergue	Bajo	Alto	Desplazamiento forzado de población	Hacimiento y falta de recurso en los albergues	Establecimientos de protocolo de emergencia y evacuación	Establecimientos de albergues temporales y centro de refugios	Equipo de trabajo
R12	Densidad poblacional	Alto	Alto	Migración masiva	Sobre población	Desarrollo de política de control de asentamientos y urbanización adecuada	Reubicación de personas expuesta en zonas habitable	Equipo de trabajo
R13	Regulación del sistema constructivo	Alto	Medio	Fallo en la construcción y cumplimiento de la normativa	Riesgos estructurales y colapsos	Implementación de inspecciones y regulaciones más estrictas	Desarrollo de protocolo de seguridad en construcción	Equipo de trabajo

Matriz de análisis de riesgos

R14	iluminación de las vías de acceso	Alto	Alto	Falta de iluminación adecuada	Aumento de riesgo de seguridad y accidentes.	Instalación de sistema de iluminación adecuada	Implementación de medidas de seguridad y señalización en las zonas críticas	
------------	-----------------------------------	------	------	-------------------------------	--	--	---	--

Datos guías

Impacto	Color
1-3	Baja
4-6	Media
7-9	Alta

Capítulo 2: Análisis de la vulnerabilidad ante la amenaza de inundaciones en los asentamientos del Barrio Pancasán, Bluefields, 2024

Caracterización del sistema constructivo de las viviendas en los asentamientos del barrio San Pedro sector Cristo Vive, de la ciudad de Bluefields.

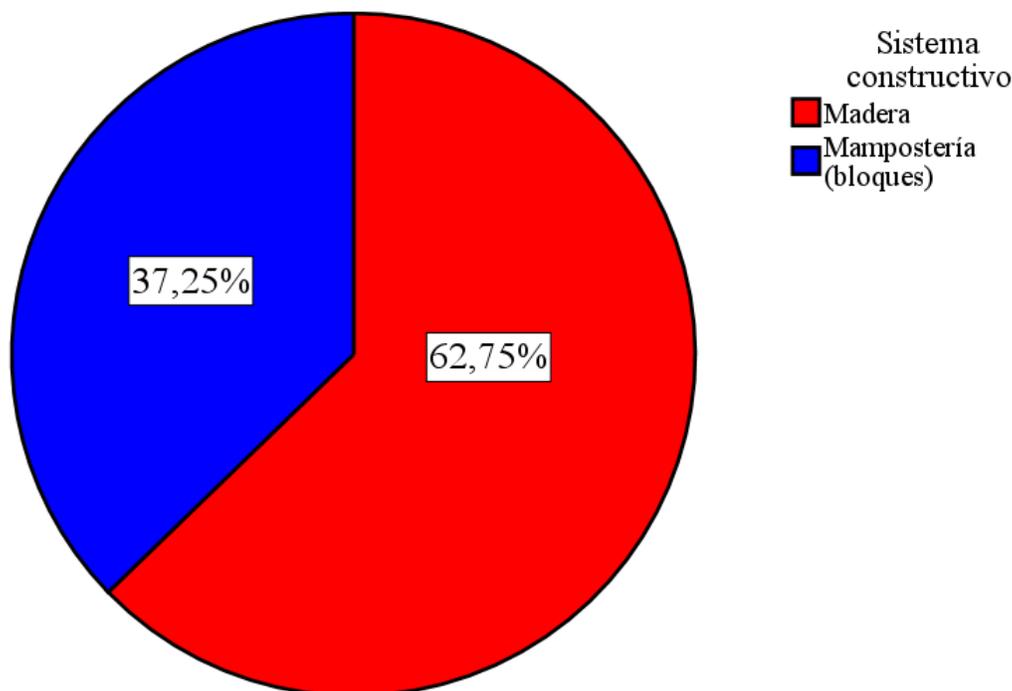


Figura 12: Sistema constructivo de las viviendas de las viviendas en los asentamientos del barrio San Pedro sector Cristo Vive, de la ciudad de Bluefields

En la figura 2, que representa la distribución de materiales de construcción en el barrio San Pedro, sector Cristo Vive, de Bluefields, donde el 62.75% de las viviendas están construidas principalmente con madera predominando las especies de especies Zopilote (*Vochysia ferruginea*), Palo de agua (*Vochysia guatemalensis*) y Gavilán (*Pentaclethra macroloba*) esto basado en la información suministrada por los jefes de hogar al momento de la encuesta. Todas ellas comparten la característica de baja durabilidad y dureza por ser consideradas maderas blancas no aptas para la intemperie y/o contacto directo con el suelo, en especial cuando son ácidos como lo locales (pH de 4.68) (López López et al., 2022). El restante 37.25% de las casas están construidas con mampostería confinada, que, si bien es cierto, se espera el aumento de la resistencia estructural a desastres naturales, es necesario la revisión del cumplimiento de las normas de urbanismo para la



INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL



construcción con especial énfasis al tipo y proporción de materiales empleados (Rivera Miranda et al., 2021) indica una serie de medidas para la reducción del riesgo en zonas con más del 55% de inclinación. En este caso la Nueva Cartilla de La Construcción, (2011). No menos importante es la revisión de las condiciones de suelo como medio de soporte de las edificaciones (Ochoa (2023).

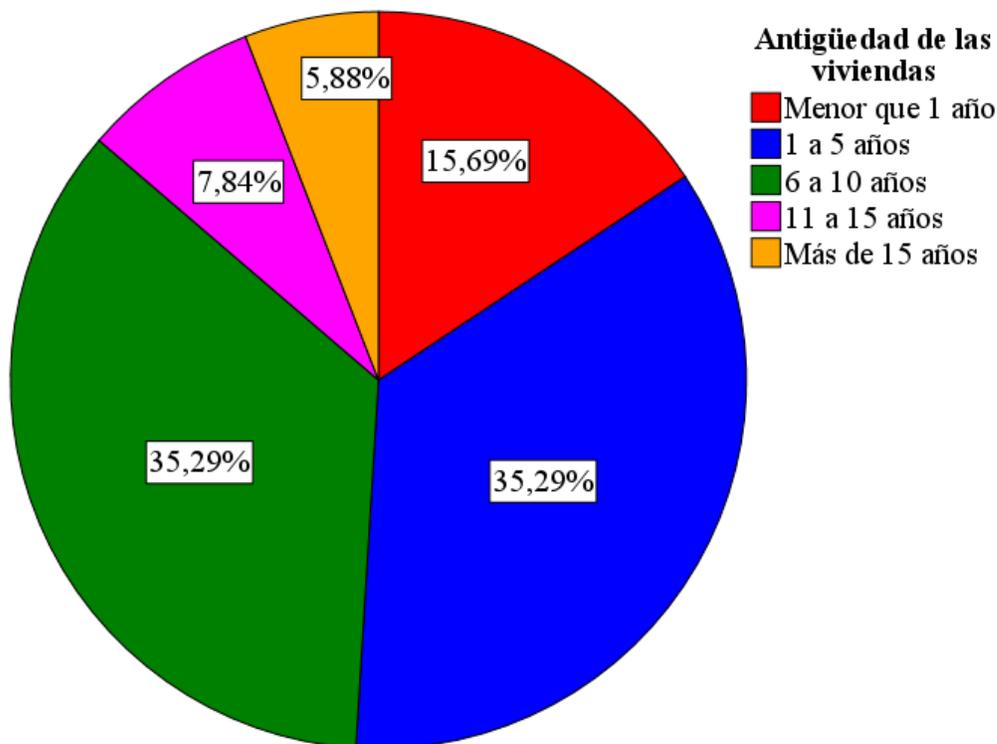


Figura 13:Antigüedad de las viviendas en los asentamientos del barrio San Pedro sector Cristo Vive, de la ciudad de Bluefields

La figura 3 ilustra la antigüedad de las viviendas en los asentamientos del barrio San Pedro, sector Cristo Vive, en la ciudad de Bluefields, donde se observa un panorama diverso en términos de desarrollo urbano. La mayoría de las viviendas son relativamente recientes, con un 15.69% con menos de 1 año y un significativo 35.29% con una antigüedad de 1 a 5 años, sugiriendo un crecimiento reciente en el área, esto se corresponde con la necesidad de viviendas por el déficit local. Adicionalmente, el 35.29% de las viviendas tienen entre 6 y 10 años, indicando un desarrollo sostenido en la última década esto a raíz de la apertura de carretera que conecta Bluefields con Naciones Unidas, sin embargo, con total carencia de planificación urbanística (Watanabe, 2015).

Este crecimiento podría asociarse con construcciones más modernas y, por ende, potencialmente más seguras frente a eventos naturales, es crucial considerar que el 5.88% de las viviendas tienen más de 15 años, lo que podría indicar una mayor vulnerabilidad. La antigüedad de las viviendas es

un factor a tener en cuenta, ya que las construcciones más antiguas podrían presentar una mayor susceptibilidad a deslizamientos de tierra debido a la falta de estándares modernos de seguridad y estabilidad del suelo al ser una zona de relleno con material de corte y traslado de sin compactación de ningún tipo (Lavell, 2011) con pendientes pronunciadas (mayores al 15%), así como a la exposición a condiciones climáticas y cambios en el terreno. Complementariamente, es necesario la implementación de sistemas con materiales ligeros que sean de menor peligrosidad al momento de un deslizamiento, sumando a ello se deben realizar obras de drenaje y limpieza del terreno que evita la acumulación de agua en el suelo aumentado su peso y, por ende, el riesgo a un deslizamiento (Nueva Cartilla de La Construcción, 2011). Esta misma guía explica y recomienda las características de los materiales a utilizar en la construcción de viviendas en terrenos con pendientes con posibilidades de deslizamiento haciendo énfasis en el peso de las estructuras.

La carencia de un plan urbanístico que integra tanto la supervisión de la adecuada construcción con materiales y en las proporciones adecuadas bajo un enfoque integrador de gestión de riesgos (Guerrero, 2012; Rodríguez, 2015; Torrez Huanca, 2021) convierten la zona en área de peligrosidad para sus habitantes.

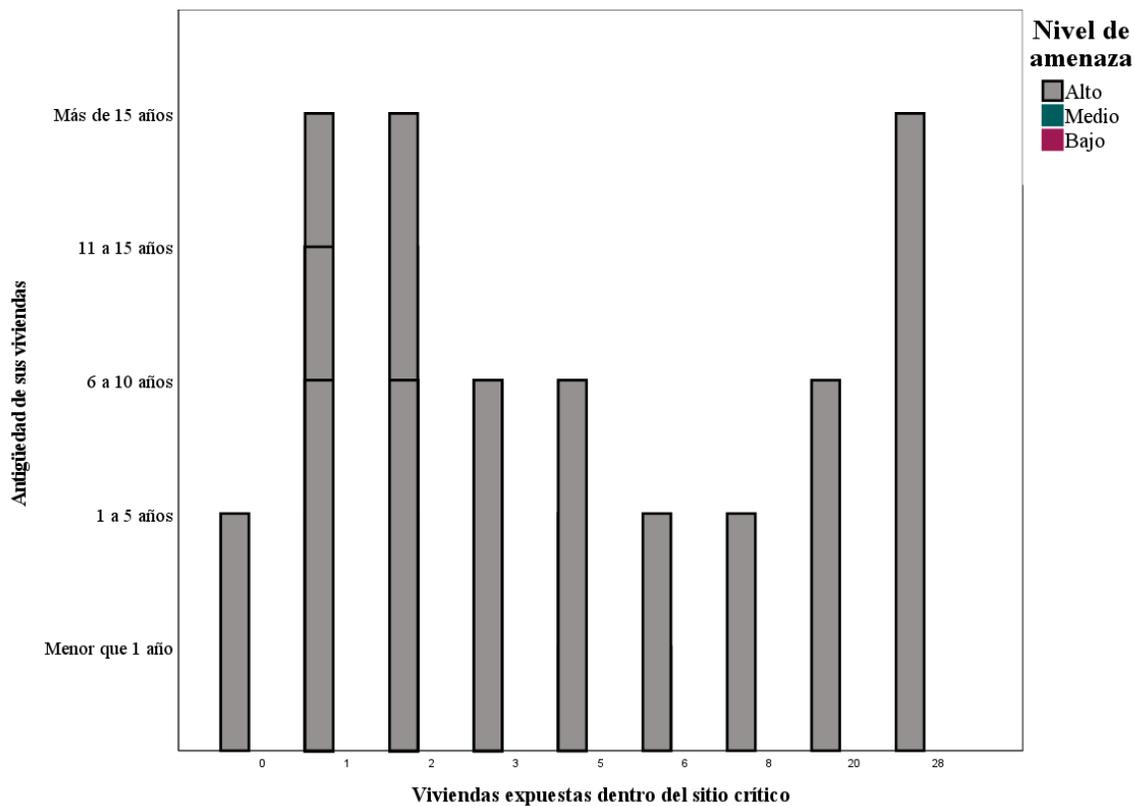


Figura 14: Nivel de amenaza en función de la antigüedad de las viviendas en los en los asentamientos del barrio San Pedro sector Cristo Vive, de la ciudad de Bluefields

Posterior al análisis del sistema constructivo (figura 2) y de la antigüedad (figura 3) de las viviendas, en la figura 4 se realiza la relación con el nivel de amenaza. Para ello se aplicó la prueba de correlación de Pearson (Dicovski Riobóo, 2020) entre las variables indicando que la vulnerabilidad de las viviendas aumenta de manera directamente proporcional a la antigüedad de las mismas ($R^2 = 0.89$), esto es explicado por la combinación de suelos arcillosos que se encuentran en zonas de relleno que, además, de ser inestables cuentan con pendientes que generan escorrentías superficiales con gran poder erosivo (Villacorta et al., 2012) que potencializan el peligro de la afectación en los cimientos de las viviendas (Monterrosas, 2012; Torrebadella et al., 2009) generando, a su vez, una nueva variable de análisis en estudios futuros. A estos se le debe sumar el hecho niveles de pH ácidos (4.68) que deterioren los cimientos de las edificaciones indistintamente de estar construidas de concreto o ser de madera (Mariano & Quispe, 2022).

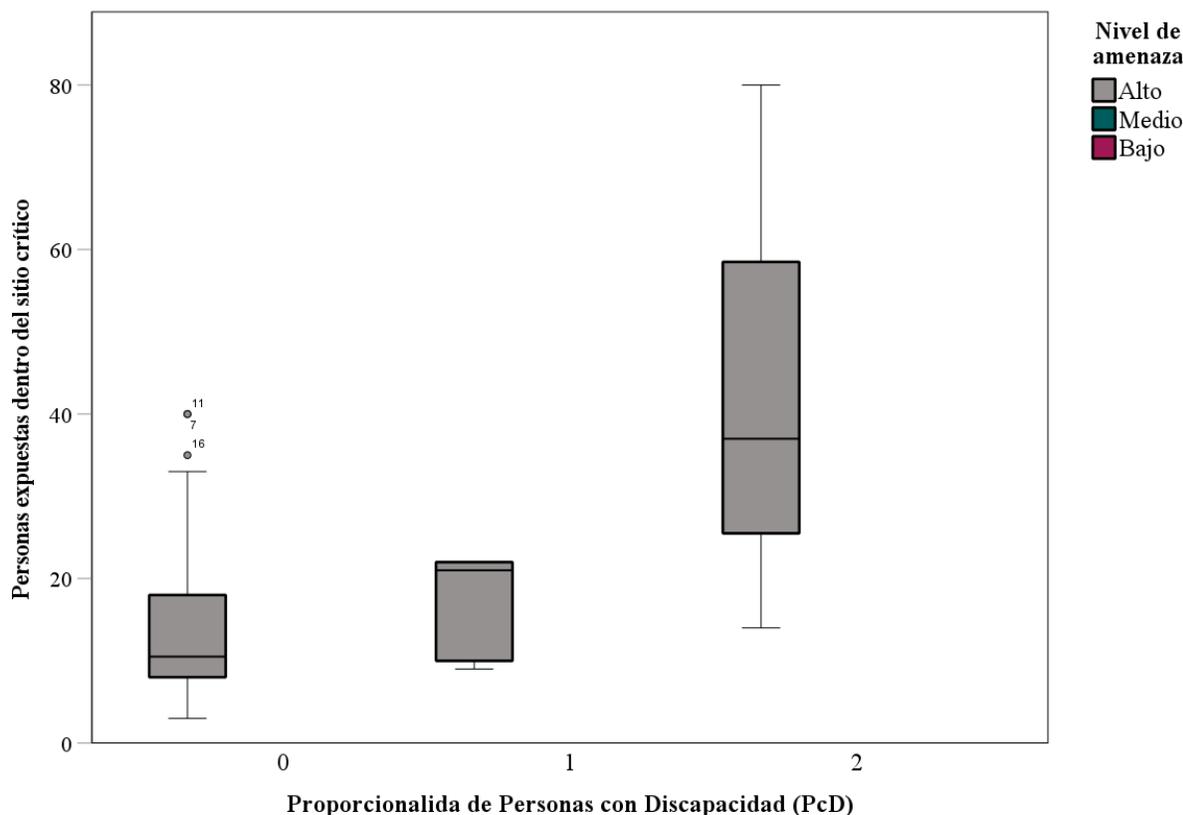


Figura 15: Nivel de amenaza en relación a la cantidad de habitantes y la proporcionalidad de personas con discapacidad en los en los asentamientos del barrio San Pedro sector Cristo Vive, de la ciudad de Bluefields

El análisis relacional del nivel de amenaza en relación a la cantidad de habitantes y la proporcionalidad de personas con discapacidad (figura 5) en los en los asentamientos del barrio San Pedro sector Cristo Vive, de la ciudad de Bluefields muestra que un factor determinante en la determinación de riesgos son las personas con discapacidad. Para este sitio de identificación 6 personas con discapacidad, 30 niños menores de 5 años de edad, 34 embarazadas, 32 personas de la tercera edad (mayor a 65 años) y otras 51 personas que por factores relacionados con su estado de salud son consideradas como vulnerables. Es de especial interés y preocupación el resultado que la totalidad de la población se encuentra en el nivel más elevado de amenaza debido a la combinación de los factores previamente explicados.



INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL



Estos resultados evidencian la necesidad de un plan conjunto de las autoridades municipales, regionales y de las delegaciones de entidades nacionales para la realización de un plan urbanístico con miras a la reducción de los riesgos (Arellano-Monterrosas, 2010) considerando todas las variables y alternativas necesarias con el propósito primero de salvaguardar vidas y los bienes de la población y nación (Lavell, 2011; Marín et al., 2020; Martínez et al., 2011).

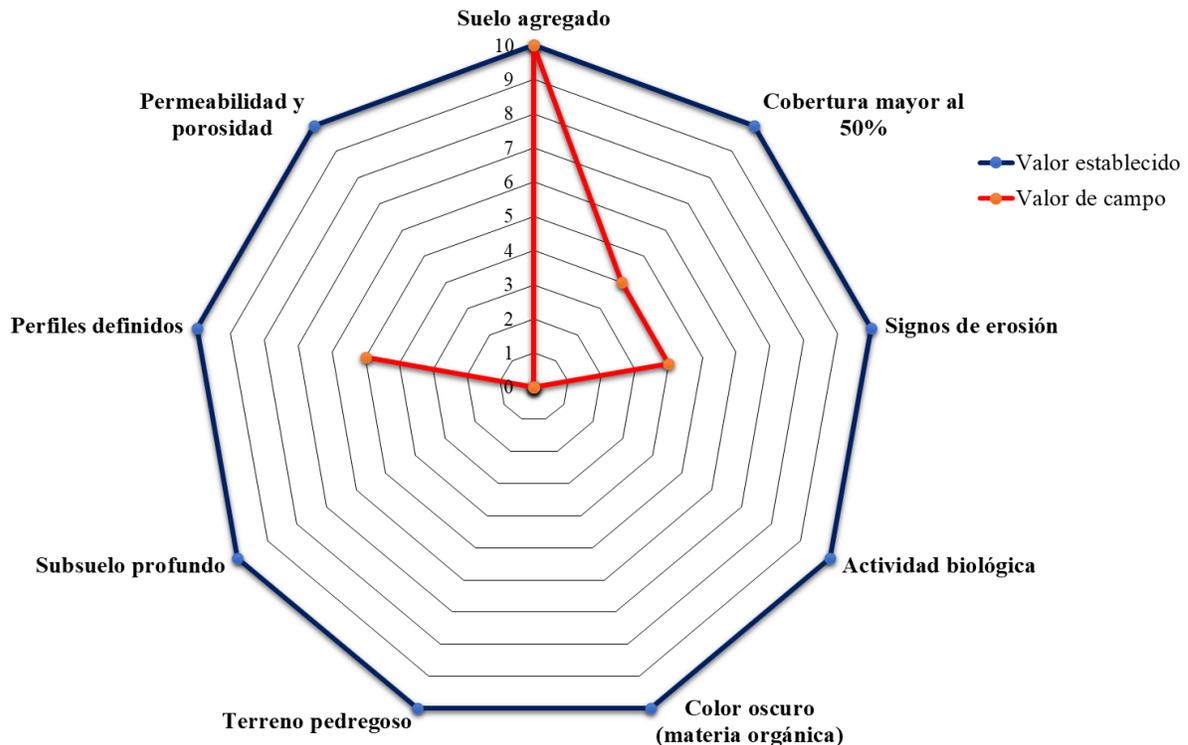


Figura 16: Análisis de estabilidad del suelo en terrenos del barrio San Pedro sector Cristo vive de la ciudad de Bluefields.

Por medio de la excavación de tres calicatas en las zonas alta, media y baja del sector evaluado en el barrio San Pedro sector Cristo vive de la ciudad de Bluefields se realizó el análisis de estabilidad del suelo (figura 6) al ser considerado indispensable para la estabilidad de las edificaciones. De acuerdo a las características del terreno se determinó una textura arcillosa conteniendo 16% de arena, de 38% limo y 56% de arcilla determinado por medio del método de decantación en el laboratorio de suelos de la universidad BICU. El suelo presentar distintas capas visualmente fácilmente distinguibles, sin embargo, estas no son horizontes edáficos, sino el resultado del depósito de material y tierra removida en la construcción de la carretera paralela a la zona de estudio. La coloración rojiza clara combinada con el pH de 4.63 son indicadores de óxido ferroso y aluminio que en su conjunto presenta alto poder corrosivo y degradativo (Viltres-Milán et al., 2019) para los materiales empleados para las viviendas de este sitio. No se debe obviar los signos de erosión que sumado a la escasa permeabilidad y porosidad hacen que los suelos sean más propensos a generar taludes de alta peligrosidad a las vidas de los pobladores (Camacho, 2016).

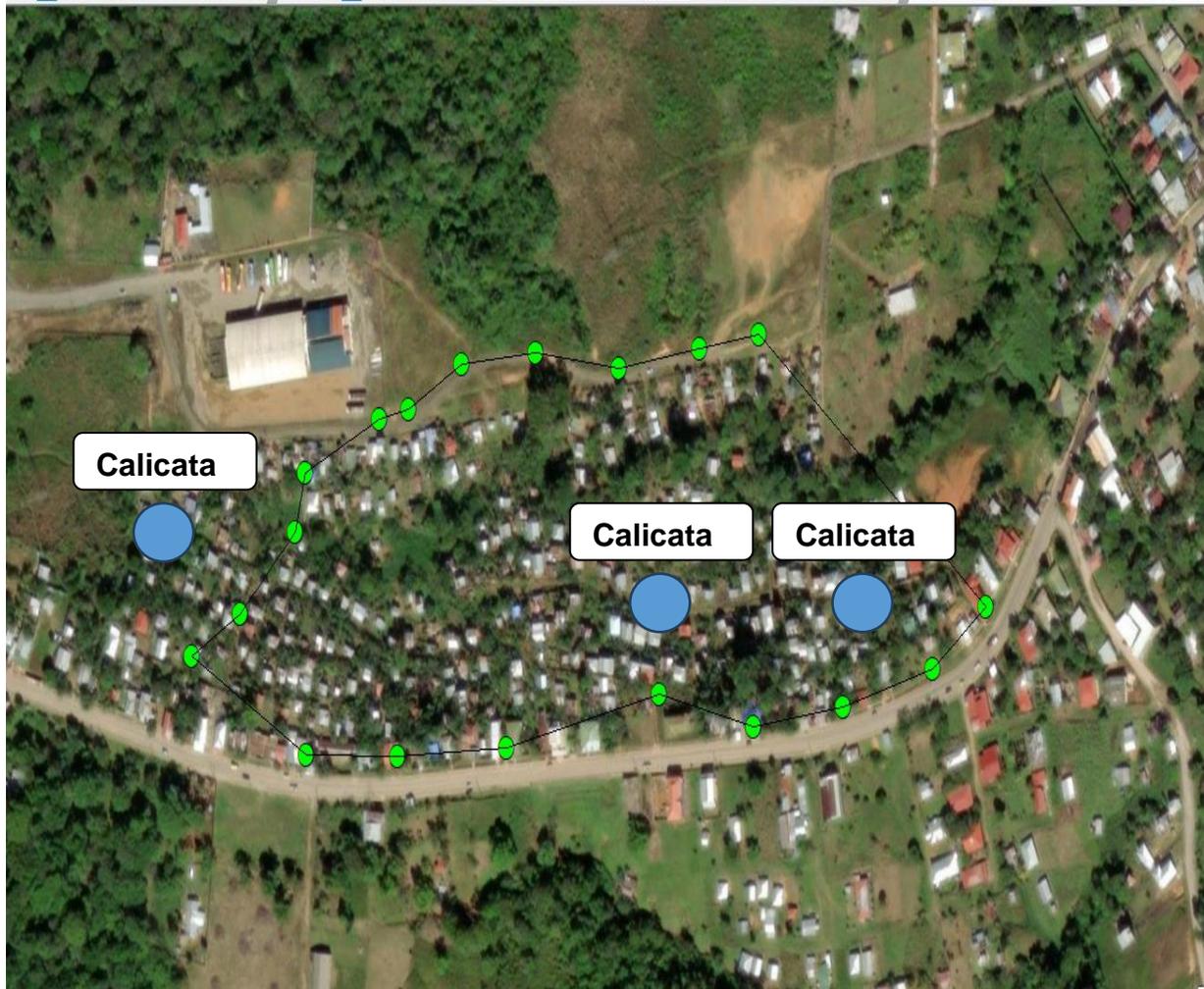


Figura 17. Ubicación de las calicatas perforadas en el barrio San Pedro sector Cristo vive de la ciudad de Bluefields.



Mapa de vulnerabilidad

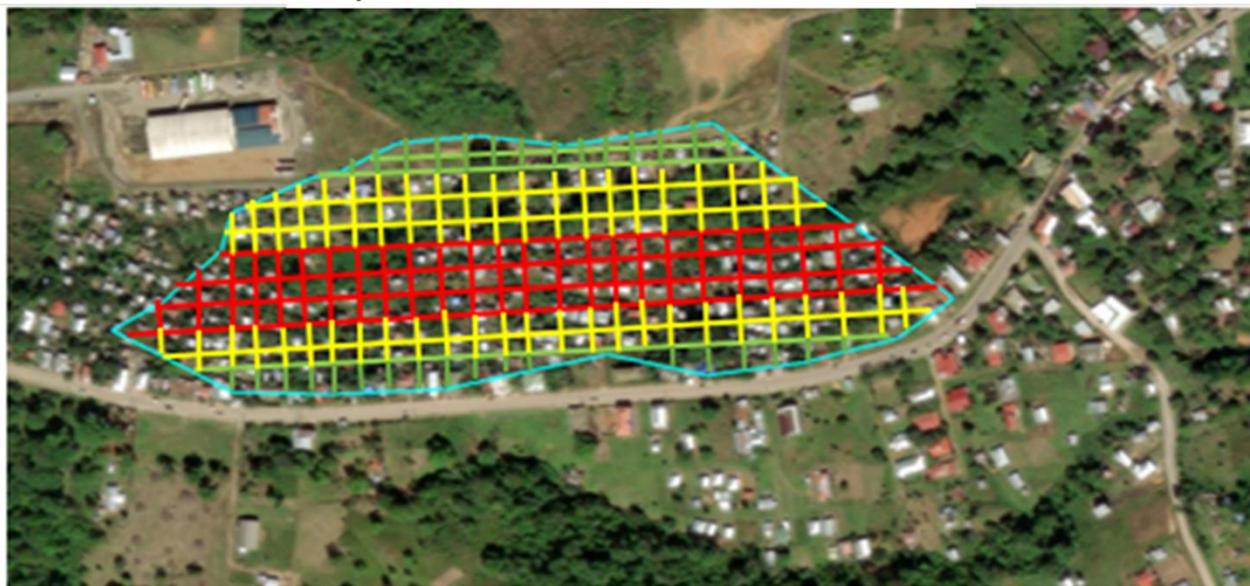


Figura 18. Mapa de vulnerabilidad del barrio San Pedro sector Cristo vive de la ciudad de Bluefields.

Plan de reducción de riesgos y vulnerabilidad en los asentamientos del barrio San Pedro sector Cristo Vive de la ciudad de Bluefields

Tabla 13: Plan de reducción de riesgos y vulnerabilidad en los asentamientos del barrio San Pedro sector Cristo Vive de la ciudad de Bluefields

Matriz de análisis de riesgos								
Zona específica		Barrio San Pedro						
Localidad de intervención		Sector Cristo Vive				Productos para reducción y respuesta del riesgo		
Fecha de planificación		11 de febrero de 2024						
Identificador del riesgo	Riesgos	Probabilidad de ocurrencia	Impacto	Disparador	Efecto	Plan de acción	Plan de contingencia	Responsable
R1	Intensas lluvias	Alta	Alto	Aumento de precipitación	Deslizamiento de tierra	Mejora en drenaje en la zona alta y sistema de monitoreo meteorológico	Evacuación de áreas vulnerables y refugios seguros	Equipo de trabajo
R2	Pendientes pronunciadas	Alta	Alta	Construcción de andenes y caminos de todo tiempo	Desprendimientos de los suelos	Refuerzos de taludes por medio de la construcción de muros de contención	Evitar construcciones en zona críticas	Equipo de trabajo
R3	Deforestación	Alta	Alto	Tala de arboles	Perdida de cohesión de suelo	Programa de reforestación prioritariamente en las zonas altas y medias	Control de la actividad de tala de arboles	Equipo de trabajo

Matriz de análisis de riesgos

						del área en estudio y gestión ambiental		
R4	Falta de mantenimientos de infraestructuras	Alta	Alta	Ausencia de mantenimiento	Deterioro de la infraestructura	<p>Programas regulares de mantenimientos preventivos de los cuales se deben destacar:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Revisión de cimientos 2. Apertura y limpieza de desagües 3. Retiro de escombros y materiales sobrantes de los terrenos 4. Reparación de secciones de las viviendas en mal estado 	Evaluación y reparación inmediata	Equipo de trabajo

Matriz de análisis de riesgos

R5	Sobre carga de peso en la parte superior de la ladera	Moderado	Moderado	Construcciones inadecuadas	Aumento del riesgo de deslizamiento	Evaluación y control de carga en áreas críticas	Evitar sobre carga en zona vulnerable	Equipo de trabajo
R6	Urbanización no planificada	Alto	Moderado	Expansión sin planificación	Mayor riesgo de deslizamiento	Planificación urbana sostenible y regulación del uso del suelo	Alerta temprana y evacuación planificada	Equipo de trabajo
R7	Huracanes y tormenta	Alto	Alto	Aumento de la actividad ciclónica	Vientos fuertes y lluvias intensas	Planificación de evacuaciones y refugio seguro	Respuesta de emergencia ante cualquier actividad ciclónica	Equipo de trabajo
R8	Acceso a servicios básicos	Alto	Alto	Fallas en las infraestructuras	Restricciones a los servicios básicos	Mejoras de infraestructuras y rutas alternativas	Establecimientos de punto de distribución de emergencia	Equipo de trabajo
R9	Centro de salud	Media	Alto	Aumento de enfermedades contagiosas	Falta de atención médica adecuada	Campaña de concientización y	Establecimientos de clínicas	Equipo de trabajo

Matriz de análisis de riesgos

						mejoras de centro de salud	móviles y medicinales	
R10	Escuela	Medio	Medio	Daños a infraestructuras educativas	Interacción en la educación formal	Evaluación y fortalecimiento de infraestructuras educativas	Implementación de mejoras y realización de centros de estudio	Equipo de trabajo
R11	Albergue	Bajo	Alto	Desplazamiento forzado de población	Hacimiento y falta de recurso en los albergues	Establecimientos de protocolo de emergencia y evacuación	Establecimientos de albergues temporales y centro de refugios	Equipo de trabajo
R12	Densidad poblacional	Alto	Alto	Migración masiva	Sobre población	Desarrollo de política de control de asentamientos y urbanización adecuada	Reubicación de personas expuesta en zonas habitable	Equipo de trabajo
R13	Regulación del sistema constructivo	Alto	Medio	Fallo en la construcción y cumplimiento de la normativa	Riesgos estructurales y colapsos	Implementación de inspecciones y regulaciones más estrictas	Desarrollo de protocolo de seguridad en construcción	Equipo de trabajo

Matriz de análisis de riesgos

R14	iluminación de las vías de acceso	Alto	Alto	Falta de iluminación adecuada	Aumento de riesgo de seguridad y accidentes.	Instalación de sistema de iluminación adecuada	Implementación de medidas de seguridad y señalización en las zonas críticas	
------------	-----------------------------------	------	------	-------------------------------	--	--	---	--

Datos guías

Impacto	Color
1-3	Baja
4-6	Media
7-9	Alta

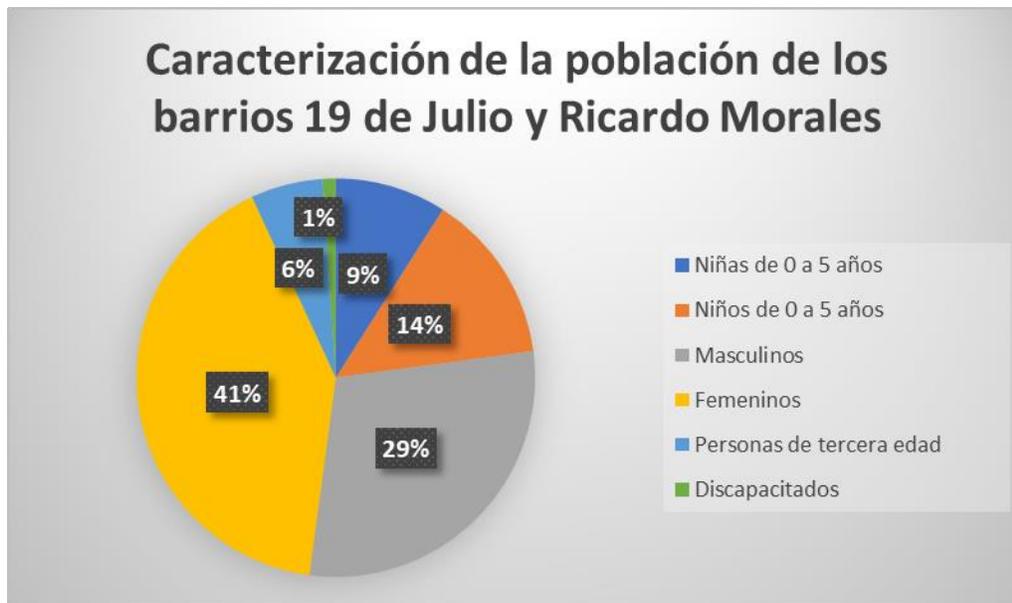
Capítulo 3: Evaluación de la vulnerabilidad estructural ante el riesgo de inundaciones en los asentamientos de los barrios Ricardo Morales y 19 de Julio, Bluefields, 2024

Caracterización del sector

Caracterización de la población de los barrios

Tabla 8. Población del sector del estudio

Edad	Barrios		Total
	19 de Julio	Ricardo Morales	
Niñas de 0 a 5 años	16	1	17
Niños de 0 a 5 años	21	5	26
Masculinos	38	17	55
Femeninos	55	22	77
Personas de tercera edad	8	3	11
Discapacitados	0	2	2
Total	138	50	188



1. Figura 2: Grafico de los diferentes grupos vulnerables

Según la tabla 8 y figura 2 en las encuesta que se realizaron en los barrios se encontró que hay 40 viviendas de los barrios Ricardo Morales y 19 de Julio, sin embargo solo se pudieron analizar 37 por la disponibilidad de los habitantes, donde 77 personas son del género femenino formando un

41 % de la población y 55 personas son del género masculino formando el 29 %, el 14% de la población son niños de 0-5 años, y el 9 % son niñas de 0 a 5 años y el 6% son adultos mayores de más de 60 años y el 1% es de personas discapacitados.

Se puede apreciar que las personas vulnerables son el 24% los cuales concentrarían a las de la tercera edad; los niños y niñas menores de cinco años, lo cual se debe tener en cuenta a la hora de una evacuación cuando ocurra una inundación, ya que deberían ser las primeras que tendrían que hacerlo.

Se debe de destacar que las familias de los barrios de estudio no poseen un plan de gestión al riesgo, en gran mayoría de las personas se ayudan mutuamente en caso de emergencia es decir inundaciones que es lo más común, buscan lugares de seguros ya sea algún familiar o amistad mientras pasa la emergencia; al ser lugares vulnerables donde ellos habitan cuando llega el invierno tratan de mantener sus cosas protegidas en bolsas plásticas y están alerta en caso de emergencia, por si es necesario salir del lugar, se dan recomendaciones para la población y para los habitantes.

1.1.1 Caracterización de las viviendas

1.1.1.1 Tipología de la vivienda



2. Figura 3: Grafica de los tipos de estructura de las viviendas

Tabla 9. Tipología de la vivienda

Vivienda	Barrios		Total
	19 de Julio	Ricardo Morales	
Pared de madera con techo zinc ondulado	17	3	20
Pared de mampostería con techo zinc ondulado	15	3	18
Total	32	6	38

Tabla 10. Calidad estructural de la vivienda

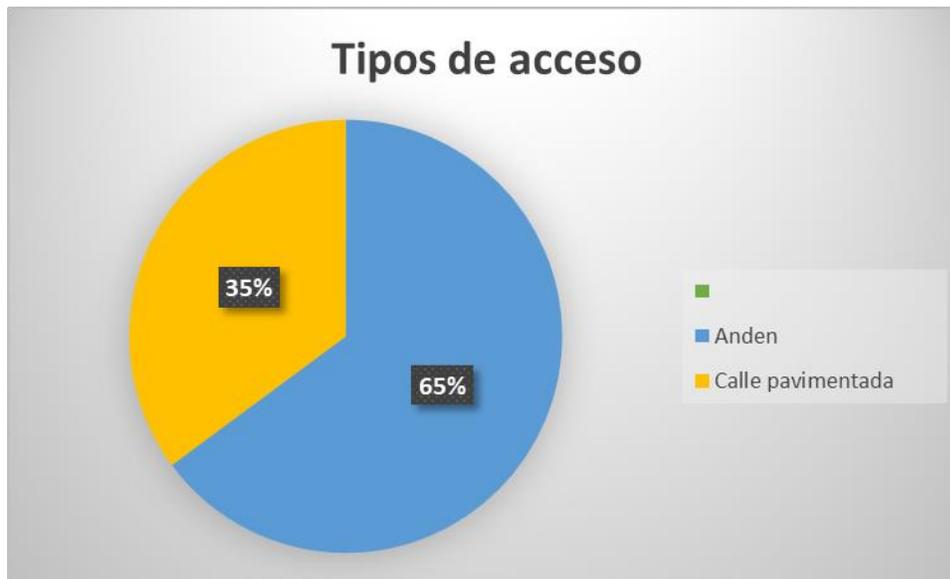
Calidad	Barrios		Total
	19 de Julio	Ricardo Morales	
Bueno	9	0	9
Regular	23	5	28
Total	32	5	37

Según las tablas 9 10 y figura 4 En base a las encuestas realizas, según la muestra tomada para el análisis son 37 viviendas en ambos barrios el 53% son viviendas de madera con estructura de techo de zinc y el 47% son viviendas de concreto con estructura de zinc, sin embargo, se puede observar que la mayoría están en estado regular, esto puede deberse a que los habitantes realizan sus construcciones con materiales no idóneos.

Es cierto que las viviendas de mampostería se consideran estructuralmente más resistente que las de madera pero según menciona Cuesta que “Pese a su aparente resistencia, la mampostería en bloque es un material poroso, no cocido, por lo que en cierta medida es también vulnerable al agua y deben tomarse medidas para su protección” (Cuesta, 2022), por lo cual se puede deducir que estas pueden presentar inconvenientes cuando están bastante tiempo en contacto con el agua situación que podría suceder en el sitio de estudio.

Con respecto a las viviendas de madera indica que “La madera puede cambiar drásticamente su estructura si no es tratada de forma correcta y resulta afectada por la humedad” (Inarquia, 2024). En las viviendas que se está analizando se pudo observar que hay varias que no se la ha brindado el mantenimiento adecuado lo cual puede implicar a que sean afectadas severamente por la humedad, perdiendo sus propiedades estructurales.

1.1.1.2 Acceso a las viviendas



3. Figura 4: Grafica sobre el acceso que hay hacia las viviendas

Tabla 11. Acceso de las viviendas

Tipo de acceso	Barrios		Total
	19 de Julio	Ricardo Morales	
Anden	22	2	24
Calle pavimentada	10	3	13
Total	32	5	37

Según la tabla 11 y figura 4 en los barrios donde se realizaron las visitas de campo, el 65% tienen acceso mediante anden y el 35% por medio de calle pavimentada, esto puede ser tener inconvenientes a la hora de evacuación ya que estos andenes son sumergidos por el agua a las horas

de las inundaciones, además hay que tener en cuenta que las personas vulnerables podrían tener dificultades para la salida poniendo en riesgos sus vidas.

1.1.1.3 Funcionalidad de la vivienda

Las familias de ambos barrios poseen de disponibilidad a energía eléctrica, también utilizan gas propano y carbón para cocinar. Es importante tomar en cuenta el abastecimiento de agua para las viviendas porque es un recurso vital para los seres vivos, por eso recolectamos información sobre ello en los sectores donde cuentan con 4 pozos y a la vez tienen el servicio de agua potable.



4. Figura 5: Grafica de los servicios sanitarios que usan los pobladores.

Tabla 12. Tipo de tratamiento sanitario

Servicios Sanitarios	Barrios		Total
	19 de Julio	Ricardo Morales	
Tanque Séptico	10	0	10
Letrina	22	5	27
Total	32	5	37

Según la tabla 12 y figura 5 en las viviendas analizadas se estima la cantidad de 27 letrinas obteniendo un 73% de uso de letrinas y 10 tanque sépticos con un 27% de uso de tanque séptico para los servicios sanitarios, cabe destacar que en los dos barrios solo hay 10 viviendas que utilizan tanque séptico. Esto puede implicar a la propagación de enfermedades a como lo menciona Sánchez

que “las inundaciones aumentan el riesgo de enfermedades de transmisión fecal-oral y transmite patógenos como malaria, dengue, leptospirosis, fiebre amarilla selvática o cólera” (Sánchez, 2024).

Además, que estas estructuras no cumplen con las normas de construcción con respecto a la distancia con los abastecimientos de agua como lo son los pozos excavados, es cierto que la mayoría de las viviendas del estudio cuentan con el sistema de agua de la ciudad, pero ante un evento o que ocurra un fenómeno natural este puede verse interrumpido por la cual la población va volver a utilizar las aguas de los pozos que podrían estar contaminados por lo expresado anteriormente.

1.1.2 Característica de cauce del sector

Los *cauces* son un factor de *riesgo* para la población sobre todo para los que viven cerca de ellos, cuando el agua sube mucho su nivel debido a las lluvias, llega hasta las viviendas cercanas siendo afectadas por la inundación. Varias inundaciones pueden durar varios días, y muchas de ellas pueden ser catastróficas en el mínimo tiempo, pueden llegar a provocar fuertes desastres.

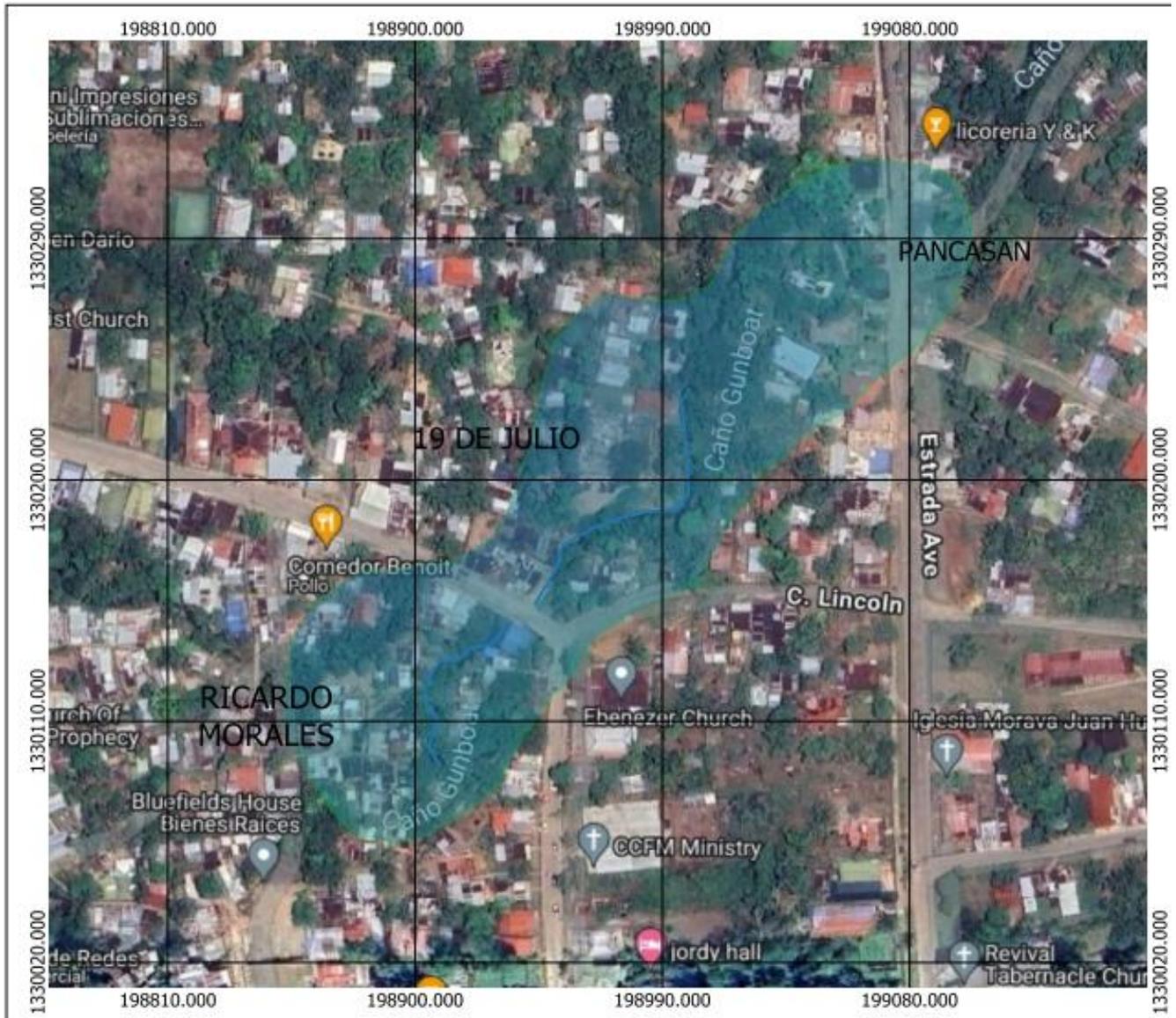
En el sector de estudio se encuentra un cauce el cual es el detonante para que se genera las inundaciones, ya que cuando hay presencia de precipitaciones intensas el agua llega hasta en radio de 10 metros aproximadamente, esto puede ser debido a que se han construido viviendas en donde antes era parte del cauce, así mismo que la acumulación de desechos hay conllevado que este problema se agrave un poco más.

Este cauce en condiciones normales tiene una profundidad entre 2 a 5 metros el cual se incrementan sustancialmente con precipitaciones intensas teniendo valores de hasta el doble de lo que tiene usualmente, esto puede provocar que las personas pueden verse afectadas en hacer arrastradas por sus aguas a la hora de unas inundaciones en la zona.

Tabla 13. Coordenadas del cauce

N°	X	Y	Z (m)
1	198958	1330173	2
2	198960	1330173	4
3	198965	1330186	7
4	198995	1330190	4

N°	X	Y	Z (m)
5	198997	1330234	2
6	199017	1330277	2
7	199034	1330311	4
8	199051	1330300	7



5. Figura 6: Cuenca Barrio Ricardo Morales y 19 de Julio.

1.2 Evaluación físico estructural de las viviendas

Con las inundaciones las viviendas, sufren afectaciones en mayor o menor medida, debido a los altos niveles alcanzados por el agua, su salinidad, la saturación del suelo, las malas prácticas constructivas en los sistemas y los materiales utilizados. El problema está, en que su identificación requiere de evaluaciones técnicas precisas, porque las deficiencias que generan no son apreciables a simple vista. En general, después de una inundación se tienden a subestimar los efectos sobre las viviendas, ocasionando un efecto acumulativo que lesiona estructuras e incrementa su vulnerabilidad.

Tabla 14. Vulnerabilidad físico estructural de las viviendas

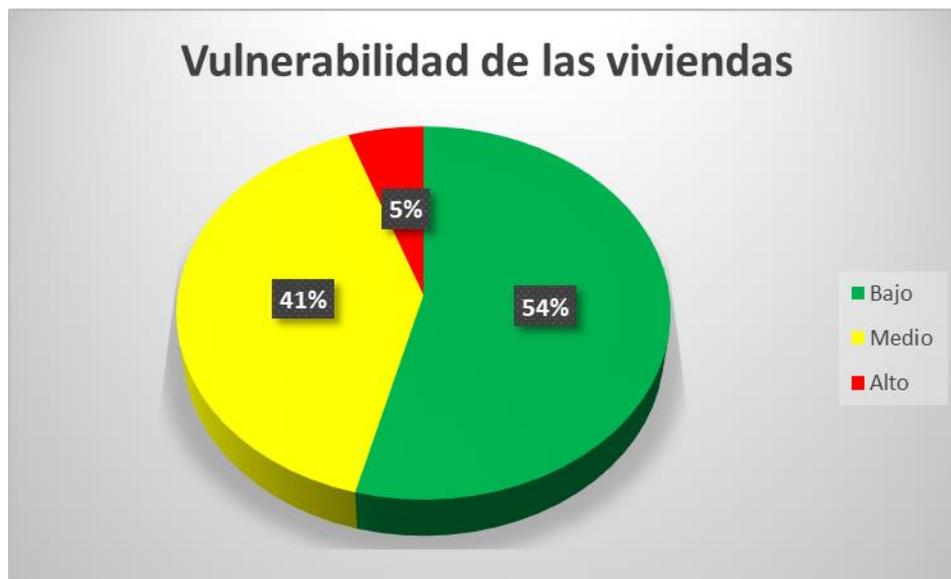
N. Viviendas	Coordenadas		Material de pared	Peso compuesto	Peso propio	Total	Vulnerabilidad
1	198966.4	1330251.504	Madera	10	5	50	Medio
2	198983	1330246.577	Madera	10	5	50	Medio
3	198980	1330252.694	Mampostería confinada	10	1	10	Bajo
4	198971	1330223.773	Mampostería confinada	10	1	10	Bajo
5	198961	1330153.575	Madera	10	5	50	Medio
6	199053	1330268.116	Mampostería confinada	10	1	10	Bajo
7	199019	1330249.311	Madera	10	5	50	Medio
8	198900	1330126.849	Madera y zinc	10	5	50	Alto
9	198901	1330128.713	Madera	10	5	50	Medio
10	198885	1330115.375	Madera	10	5	10	Medio
11	198877	1330122.432	Madera	10	5	50	Medio
12	198874	1330120.905	Madera y zinc	10	5	50	Alto
13	198878	1330121.758	Madera	10	5	50	Medio
14	198918	1330112.162	Mampostería confinada	10	1	10	Bajo
15	198547	1330089.643	Madera	10	5	50	Medio
16	198895	1330104.639	Mampostería confinada	10	1	10	Bajo
17	198917	1330127.117	Madera	10	5	50	Medio

N. Viviendas	Coordenadas		Material de pared	Peso compuesto	Peso propio	Total	Vulnerabilidad
18	198921	1330114.014	Madera	10	5	50	Medio
19	198939	1330158.557	Mampostería confinada	10	5	10	Bajo
20	198949	1330175.73	Mampostería confinada	10	5	10	Bajo
21	198967	1330200	Mampostería confinada	10	1	10	Bajo
22	198952.40	1330117.30	Madera	10	5	50	Medio
23	198947.10	1330129.50	Mampostería confinada	10	1	10	Bajo
24	198942.50	1330152.60	Madera	10	5	50	Medio
25	198942.50	1330152.60	Madera	10	5	50	Medio
26	198932.70	1330154.00	Madera	10	5	50	Medio
27	198932.70	1330165.10	Mampostería confinada	10	1	10	Bajo
28	198957.30	1330178.10	Mampostería confinada	10	1	10	Bajo
29	198978.30	1330230.60	Mampostería confinada	10	1	10	Bajo
30	198981.30	1330245.50	Mampostería confinada	10	1	10	Bajo
31	198983.80	1330249.50	Mampostería confinada	10	1	10	Bajo
32	198973.70	1330228.40	Mampostería confinada	10	1	10	Bajo
33	198971.80	1330154.20	Mampostería confinada	10	1	10	Bajo
34	195986.40	1330159.20	Mampostería confinada	10	1	10	Bajo
35	199002.40	1330160.90	Mampostería confinada	10	1	10	Bajo
36	198921.80	1330153.00	Mampostería confinada	10	1	10	Bajo
37	198923.40	1330164.30	Mampostería confinada	10	1	10	Bajo

Para evaluar el grado de vulnerabilidad estructural de las viviendas en el barrio 19 de Julio y Ricardo Morales se recurrió a la recopilación de información sobre la vulnerabilidad ante

inundaciones mediante la aplicación de instrumentos. Una vez obtenida la información se procesó en el programa Excel, siendo la base para su análisis posterior y como insumo para completar la matriz de evaluación de la vulnerabilidad utilizando la metodología de Villagran, obteniendo los siguientes resultados:

En el resultado de evaluación de vulnerabilidad estructural de las viviendas del barrio 19 de Julio y Ricardo Morales se puede observar que 20 viviendas son de mampostería confinada las cuales poseen una vulnerabilidad estructural Baja ante la susceptibilidad de inundaciones, esto es el 54% y 15 viviendas son de madera que poseen una vulnerabilidad estructural media ante la susceptibilidad de inundaciones, esto corresponde al 41% y 2 viviendas de madera y zinc que poseen una vulnerabilidad estructural Alta ante la susceptibilidad de inundaciones, esto corresponde al 5%. Teniendo en cuenta que el área de estudio solo se encontraron viviendas de estos dos tipos de materiales y según el resultado del análisis realizado por este método, no se encuentra vulnerabilidad alta de inundación.



6. *Figura 7.* Gráfica mostrando el porcentaje de vulnerabilidad estructural de las viviendas ambos barrios.

Tabla 15. Rango de vulnerabilidad

Rango de vulnerabilidad	N. Viviendas	
0-40	Baja	20
41-71	Media	15
71-100	Alta	2
Total viviendas: 37		

1.3 Mapas

Con el objetivo de conocer las vulnerabilidades ante inundaciones en los barrios Ricardo Morales y 19 de Julio, se realiza el diseño de mapas de riesgo con capas principales creadas mediante las aplicaciones de QGIS y Google Earth y se elaboraron los siguientes:

- **Figura 11:**

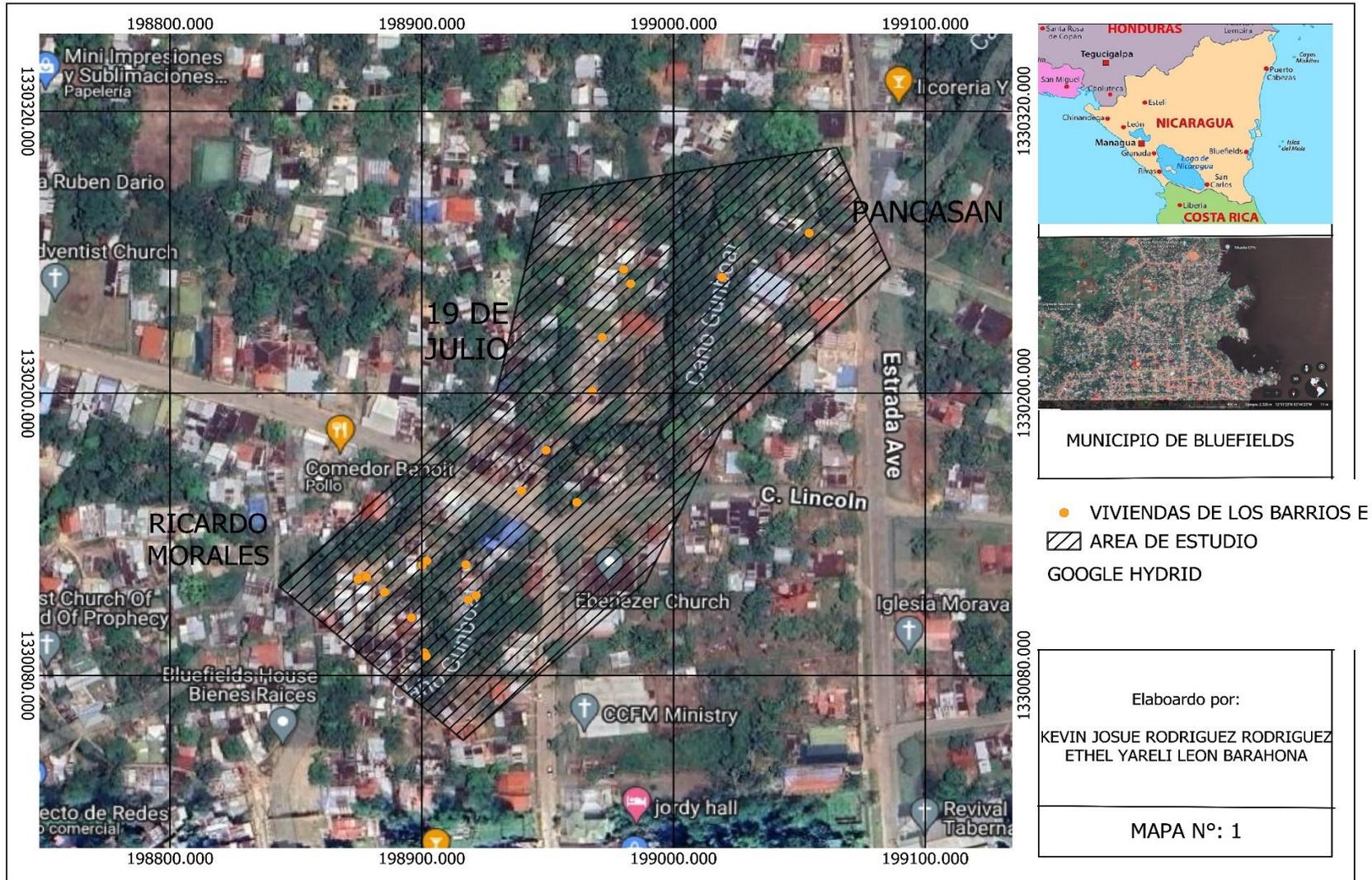
Mapa de localización donde el área de estudio esta sombreada, se está trabajando el estudio de dicha zona en riesgo, la parte que esta sombreada son las viviendas que se les hizo levantamiento de datos.

- **Figura 12:**

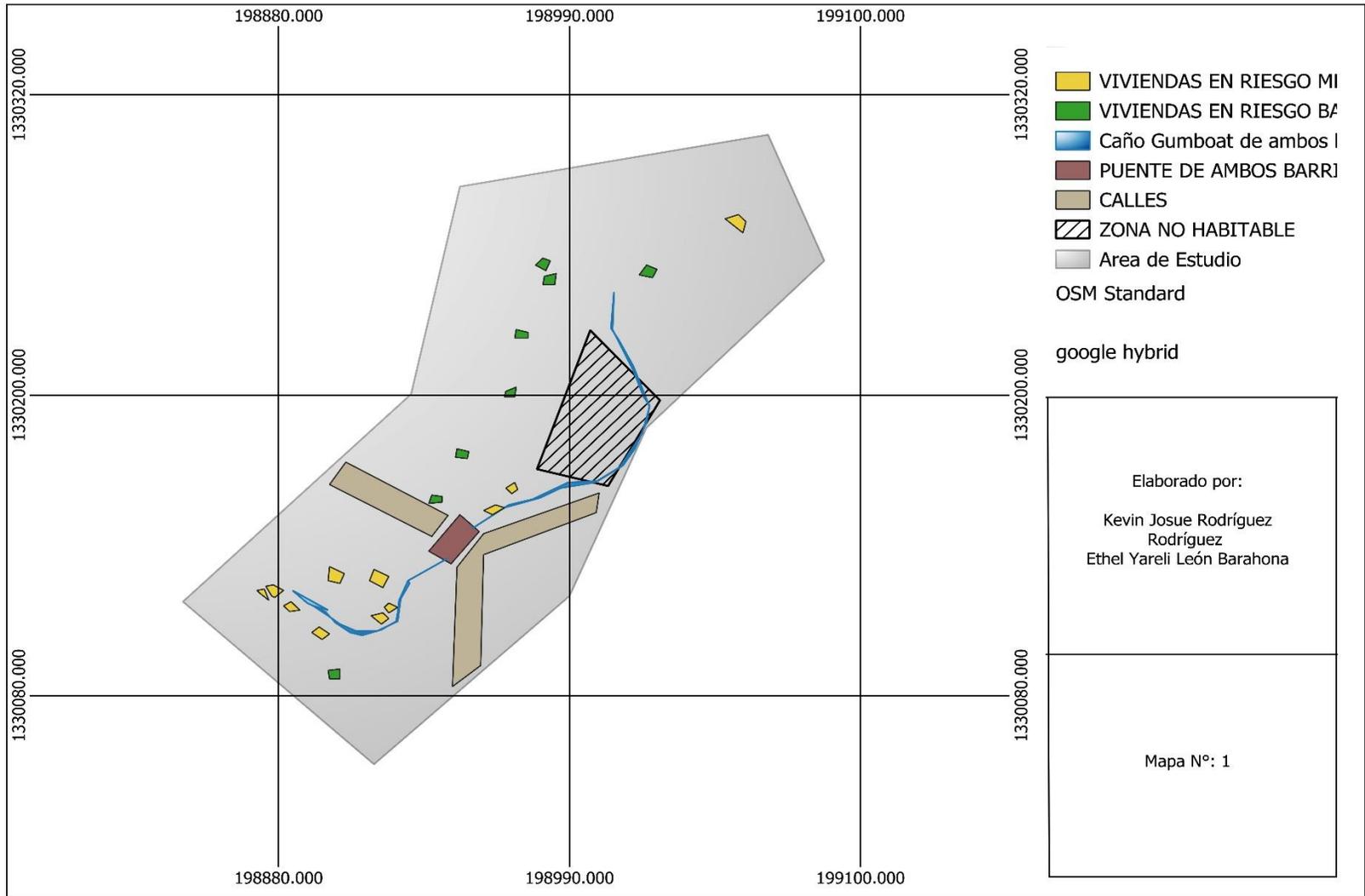
Mapa de riesgo ante inundaciones según la ubicación de las viviendas, el cual esta divide en zonas de riesgo medio y zonas de riesgo bajo, las amarillas se denominan viviendas en riesgo medio y las verdes en zonas de riesgo bajo, lo celeste se denominó como el caño colindante entre los barrios, el café como el puente en ambos sentidos, el café claro como las calles y la zona subrayada como zona no habitable.

- **Figura 13:**

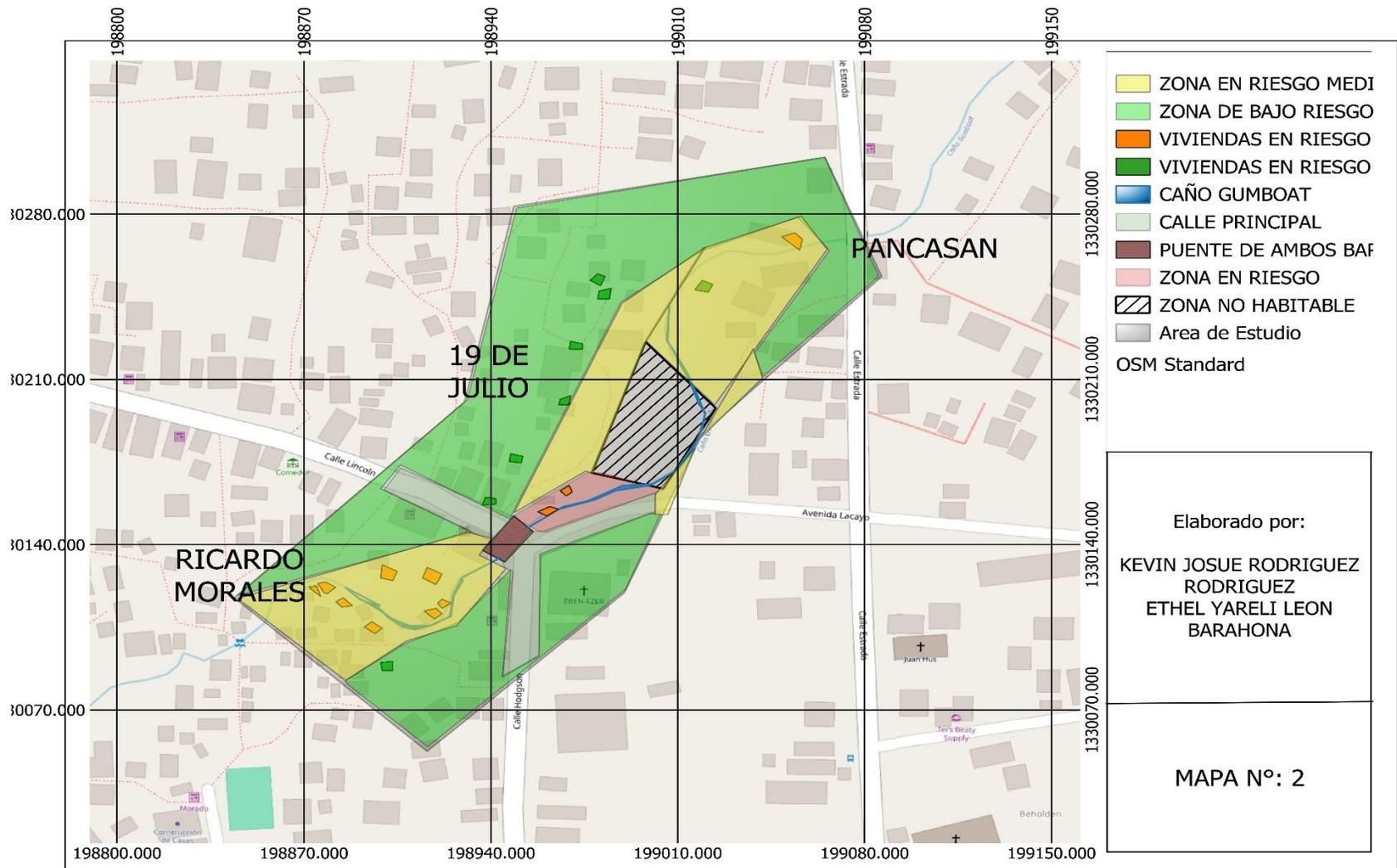
Mapa de riesgo ante inundaciones según la ubicación de las viviendas se divide en 3 zonas, siendo la verde la que tiene baja vulnerabilidad ya que está alejada del cauce y de la zona de inundaciones, la zona amarilla representa riesgo medio ya que está más cerca del cauce en estudio, llegando cerca de las viviendas, pero no afecta directamente a dicha zona y la zona que está en rojo representa las casa que están altamente en riesgo, siendo las vulnerables a sufrir altas consecuencias.



7. Figura 8. Mapa de localización



8. Figura 9. Mapa de riesgo



9. Figura 10. Mapa de vulnerabilidad



1.4 Planes de reducción
Tabla 16. Plan de reducción de riesgo

Código	Riesgo	Nivel de vulnerabilidad	Probabilidad	Área de mitigación	Responsable
R1	Contaminación de la cuenca caño Gumboat	Alta	Alta	Limpieza cada 8 meses	Comunidad con apoyo de la Alcaldía
R3	Urbanización no planificada	Alta	Media	Alerta en tiempo temprano para la planificación de la evacuación.	Autoridades municipales (Alcaldía, INETER)
R4	Puente en estado regular	Medio	Media	Mantenimiento al puente	Alcaldía
R5	Huracanes y tormentas	Alta	Alta	Ejecución de repuesta y propuesta de emergencia ante cualquier desastre natural y refugios seguros	Alcaldía, INETER
R6	Manejos sanitarios de agua de consumo (Contaminación de los pozos)	Alta	Alta	Distribución de servicios de agua potable de calidad dichos barrios	ENACAL, MINSA y alcaldía

Código	Riesgo	Nivel de vulnerabilidad	Probabilidad	Área de mitigación	Responsable
R7	Densidad poblacional en zonas de riesgo	Alta	Alta	Reubicación de persona expuestas a zonas de riesgo	Autoridades municipales (alcaldía)
R8	La falta de responsabilidad y evaluación y regulación de sistemas constructivos.	Alta	Medio	Implementación de inspecciones y desarrollo de protocolo de seguridad de construcción	Alcaldía / Comunidad

Capítulo 4: Evaluación de la vulnerabilidad por riesgo de inundaciones en el barrio Loma fresca sector 1 y Pancasán sector 4, Bluefields, RACCS

Tabla 4: Datos de la cantidad de habitantes en riesgo

Edad	Barrios		Total
	Loma Fresca	Pancasán	
Niñas de 0 a 5 años	13	18	31
Niños de 0 a 5 años	22	30	52
Masculinos	28	55	83
Femeninos	43	55	98
Personas de tercera edad	8	7	15
Total	114	165	279

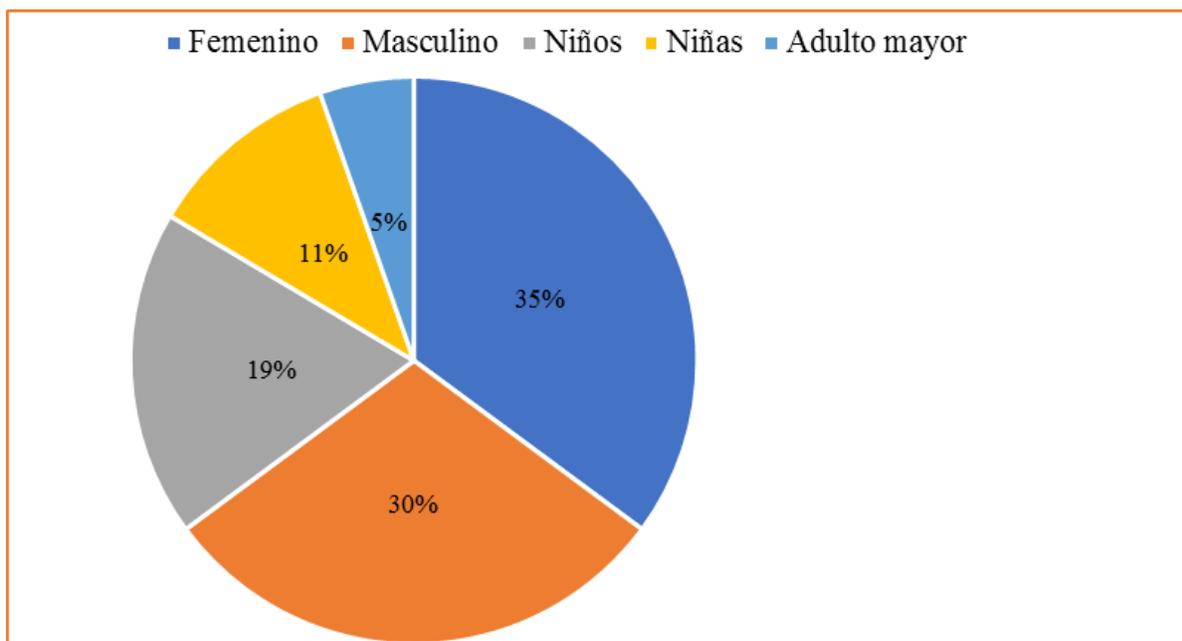


Figura 4: Grafico de los diferentes grupos vulnerables

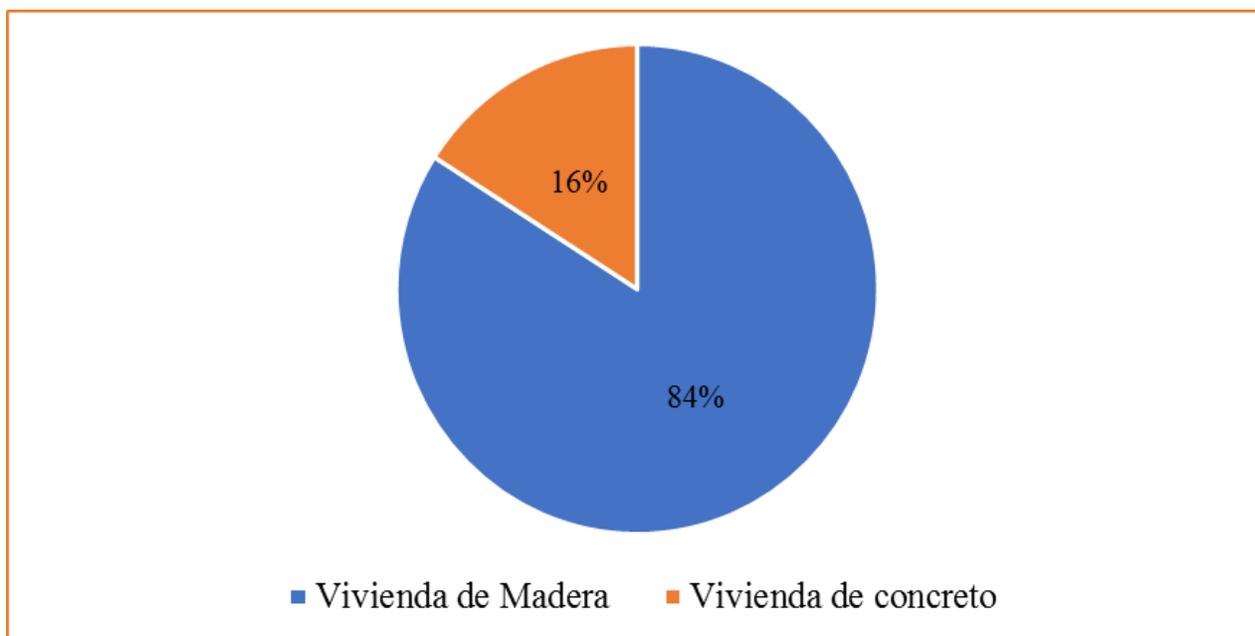


Figura 5: Gráfica de los tipos de estructura de las viviendas

Tabla 5: Tipología de la vivienda

Sistema constructivo Vivienda	Barrios		Total
	Loma Fresca	Pancasán	
Pared de madera con techo zinc ondulado	22	34	56
Pared de mampostería con techo zinc ondulado	7	4	11
Total	29	38	67

Tabla 6: Calidad estructural de la vivienda

Calidad	Barrios		Total
	Loma Fresca	Pancasán	
Bueno	7	4	11
Regular	22	34	56
Malo	0	0	0
Muy Malo	0	0	0
Total	29	38	67

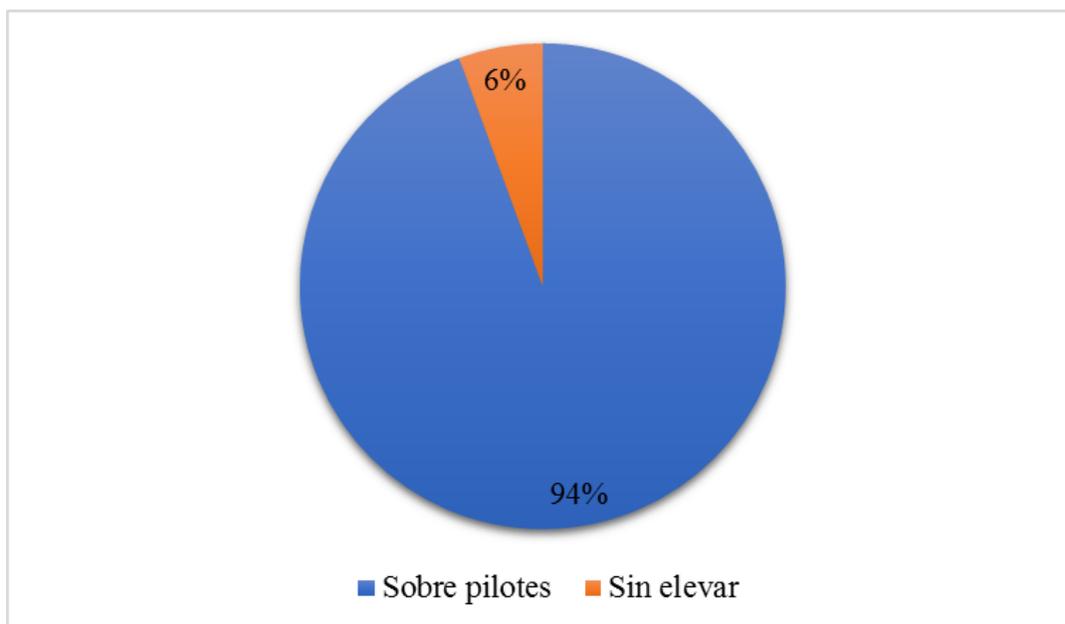


Figura 6: Elevación de las viviendas sobre el suelo

Tabla 7: Elevación de las viviendas en cada sector.

Elevación de las viviendas sobre el suelo	Barrios		Total
	Loma Fresca	Pancasán	
Elevadas sobre pilotes de madera	14	31	45
Elevadas sobre pilotes de concreto	3	4	7
Sin elevar	12	3	15
Total	29	38	67

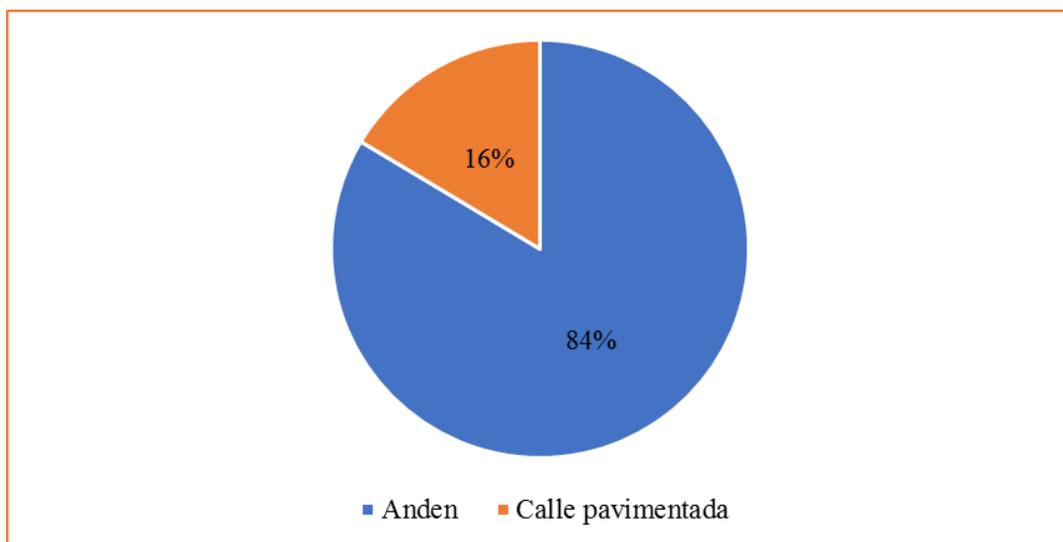


Figura 7: Grafica sobre el acceso que hay hacia las viviendas.

Tabla 8: Tabla acerca del acceso que posee cada sector de riesgo

Tipo de acceso	Barrios		Total
	Loma Fresca	Pancasán	
Anden	29	27	56
Calle pavimentada	0	11	11
Total	29	38	67

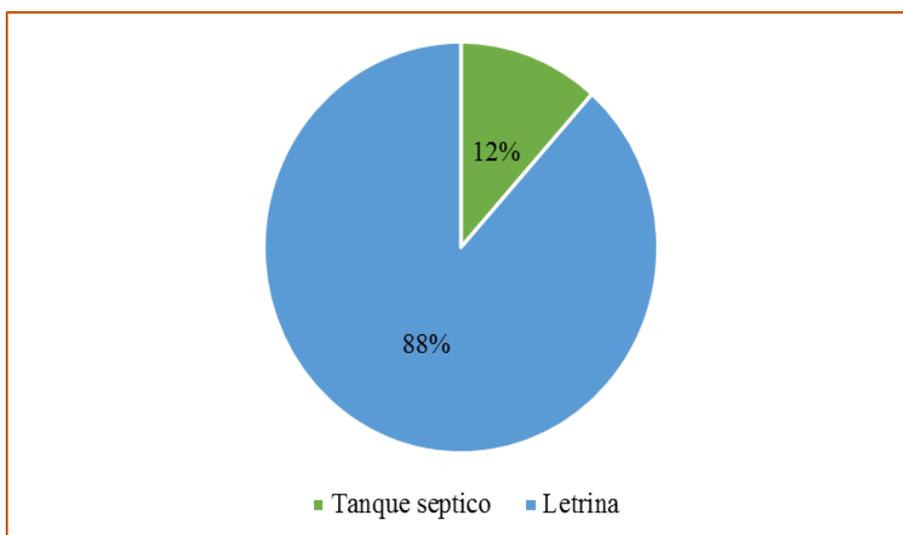


Figura 8: Grafica de los servicios sanitarios que usan los pobladores.

Tabla 9: Servicios sanitarios en las viviendas del sector

Servicios Sanitarios	Barrios		Total
	Loma Fresca	Pancasan	
Tanque Séptico	4	4	8
Letrina	25	32	59

Característica de cauce de los sectores y la cuenca Miller creek.



Figura 9: Cuenca Miller Creek barrio Pancasan sector 4.

Tabla 10: Datos de los cauces de los sectores y la cuenca Miller Creek

Lugar	Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)	Observaciones
Cauce de Loma fresca sector 1	3.40	1.00	0.60	La profundidad y el ancho varían según su recorrido y según la temporada de lluvia, provocando que el agua se eleve.
Cauce de Pancasan sector 4	145	1.90	2.20	En temporada de lluvia fuerte, el agua sube del pavimento de la calle.
Cuenca Miller Creek, Pancasan y loma fresca	2000	3.90	2.40	La profundidad y el ancho varían según su recorrido y según la temporada de lluvia lo que provoca que el agua suba.

Para evaluar el grado de vulnerabilidad estructural de las viviendas en el barrio Loma fresca sector 1 y Pancasan sector 4 se recurrió a la recopilación de información sobre la vulnerabilidad ante inundaciones mediante la aplicación de instrumentos. Una vez obtenida la información se procesó en el programa Excel, siendo la base para su análisis posterior y como insumo para completar la matriz de evaluación de la vulnerabilidad utilizando la metodología de Villagran, obteniendo los siguientes resultados:

En el resultado de evaluación de vulnerabilidad estructural de las viviendas del Barrio Loma fresca sector 1 y Pancasan sector 4 se puede observar que 10 viviendas son de mampostería confinada las cuales poseen una vulnerabilidad estructural baja ante la susceptibilidad de inundaciones, esto es el 15% y 57 viviendas son de madera que poseen una vulnerabilidad estructural media ante la susceptibilidad de inundaciones, esto corresponde al 85%. Teniendo en cuenta que el área de estudio solo se encontraron viviendas de estos dos tipos de materiales y según el resultado del análisis realizado por este método, no se encuentra vulnerabilidad alta de inundación.

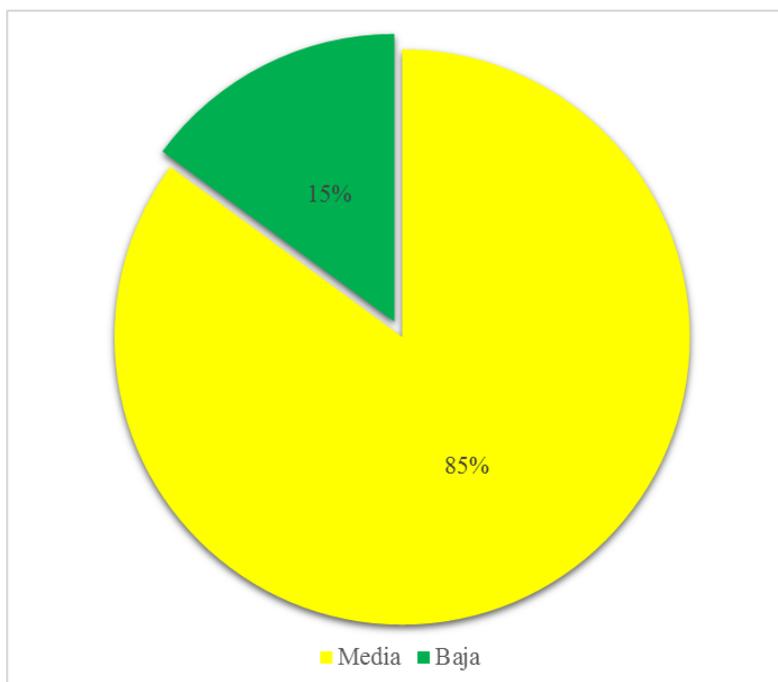


Figura 10: Vulnerabilidad estructural de las viviendas ambos sectores sector.

Para encontrar el nivel de vulnerabilidad, se utilizaron rangos de vulnerabilidades útiles para clasificar los valores en tres clases dependiendo el tipo de material de construcción de las viviendas siendo estos: alta, media y baja.

Tabla 11: Rangos de vulnerabilidad

Rango de vulnerabilidad		Loma Fresca	Pancasan
0-40	Baja	7	4
41-71	Media	22	36
71-100	Alta	0	0

En las 67 viviendas que se caracterizaron habitan 279 personas dando un promedio de 4.16 personas por vivienda, de estas son el 35.12% femeninas (tabla 7 y figura 4), y con un mismo porcentaje está el grupo de personas vulnerables que son la de tercera edad, niños y niñas menores de 5 años, a esto se debe de agregar que los habitantes manifestaron que no cuentan o no conocen el plan de gestión de riesgo del barrio o del sector, ni que lo han capacitados en dichos temas, sin embargo, comentaron que tienen planes internos familiares que los ponen en práctica a la hora que ocurren las inundaciones.

Con lo anterior se puede resaltar que al tener un gran porcentaje de personas categorizadas como vulnerables y al no contar con información o un plan de manejo por barrio o sectores los pueden poner en peligro a la hora de inundaciones, a como indica la revista Tearfund “que la vulnerabilidad depende, a su vez, de numerosos factores, como el género, la edad, la salud, el nivel de pobreza y el nivel de apoyo gubernamental.” (Tearfund Aprendizaje, 2019)

En el sector del barrio Pancasán es donde se concentra la mayor cantidad de viviendas y persona con 38 viviendas y 165 habitantes respectivamente, en el barrio Loma fresca se encuentran 29 viviendas con 114 personas (tabla 8 y figura 5), cabe resaltar que en el estudio se tuvo en cuenta las zonas donde han ocurrido inundaciones y que todas las viviendas están entre regular y buen estado (tabla 9). De manera general el 94% de las casas se encuentran sobre pilotes (tabla 7 y figura 6), esto podría ser porque los habitantes al conocer que este sector era propenso a inundaciones en el invierno decidieron invertir en construcciones de este tipo con el fin de sentirse más seguro, esto se considera con lo que menciona Castillo que “La altura de los pilotes mantiene la casa a salvo al momento de un desborde o una subida de marea, por lo que resulta ser un método bastante efectivo para evitar que el lugar se inunde.” (Castillo, 2019)

Sin embargo, a la hora que se tenga que realizar en una evacuación en la zona podría haber dificultades ya que la mayoría de acceso es por medio de andenes (figura 7 y tabla 11) los cuales son rebasados por el agua a la hora que ocurren una inundación poniendo en peligro a los habitantes de la zona cuando necesitan trasladarse o ser evacuados por los comités de emergencias, agregando a esto que la mayoría son personas vulnerables que necesitan la colaboración de otras para movilizarse.

Todas las familias entrevistadas indicaron que cuentan energía eléctrica y agua potable, no así con un sistema sanitario municipal en donde un 88% hace uso de letrinas y resto el tratamiento es con tanque sépticos (tabla 12 y figura 8), en ambos casos puede ser perjudicial a la hora de una inundación ya que el primer sistema se evidencio que no cumplen con las distancias reglamentarias de la Normas Técnicas para Diseños de Sistemas de Abastecimiento de agua potable en el medio rural y saneamiento básico rural, teniendo el riesgo que los pozos aledaños queden contaminados.

“Tenga en cuenta que las aguas de inundación podrían contener aguas residuales, y que comer o beber cualquier cosa que esté contaminada por estas aguas puede causar una enfermedad diarreica, como una infección por E. coli o por Salmonella” (Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades, 2019), es cierto que lo habitantes utilizan el agua potable para sus necesidades pero ante una interrupción o corte del sistema, la fuente de agua por medio de pozos por lo cual podrían poner en peligro a la población con enfermedades gastrointestinales severas si estos llegaran a contaminarse, se debe sumar que estos están ubicados en puntos donde se dan las inundaciones en el cual también sufren de filtraciones constantes en sus aguas.

Por lo ello se puede indicar que los habitantes del sector, principalmente las personas vulnerables tienen el riesgo de contraer enfermedades que pueden perjudicar su salud, además de tener algún accidente a la hora de una movilización o evacuación durante una inundación, por ello se considera importante que la municipalidad capacite y prepare a los habitantes para que puedan afrontar de la mejor manera estas situaciones para así evitar pérdidas humanas.

También en el sector transita el caño Miller Creek (tablas 13, 14 y figura 9) el cual es una de las causas que se desarrollen las inundaciones durante las grandes precipitaciones, así mismo estas desembocan en una especie laguna o humedal donde siempre hay presencia de agua. Se puede evidenciar que las construcciones de viviendas, andenes, calles y el poco estudio ambiental que se ha realizado han perjudicado el tránsito del caudal del cauce, el cual ha conllevado a que esta pierda fluidez, recuperándolo en temporada de invierno, por lo cual sus aguas se extienden en los terrenos de las familias dejándoles en algún momento incomunicados con la calle principal.

El 84% de las viviendas del estudio son del sistema constructivo de madera los cuales están en su mayoría sobre pilotes, estas según el estudio estas poseen una vulnerabilidad estructural media ante la susceptibilidad de inundaciones (tablas 16). Tendría ese nivel debido a que la madera se

tendría que dar mantenimiento constante, en donde se pudo constatar que la mayoría no contaba con ello esto se refuerza con lo siguiente que es “las construcciones de madera requieren de constante seguimiento y de atención para que la durabilidad no sea un problema.” (Pineca Madera Av S.l., 2024). También se debe de considerar que “a medida que aumenta el contenido de humedad de la madera, menores son sus propiedades mecánicas” (© Eligemadera SpA, 2023), situación que sucede constantemente en la zona de estudio.

El resto de las viviendas son de mampostería confinada las cuales se denominan una vulnerabilidad estructural baja ante la susceptibilidad de inundaciones (tablas 16), sin embargo, se debe tomar en cuenta lo que dice Cuesta que manifiesta que “Pese a su aparente resistencia, la mampostería en bloque es un material poroso, no cocido, por lo que en cierta medida es también vulnerable al agua y deben tomarse medidas para su protección.” (Cuesta, 2019), por ello se puede argumentar que este sistema por tiempo prologando al contacto con la humedad puede presentar filtraciones en las paredes, más en las partes inferiores, agregando también que el cumplimiento o la resistencia de las mayorías de los bloques que utilizan los habitantes de la ciudad no cumplen con las normas técnicas de construcción del país, poniendo así en peligro en algún momento a los habitantes que viven en este tipo de viviendas.

Los criterios de vulnerabilidad antemencionados fueron obtenidos según la metodología de Villagran, el cual toma en cuenta el sistema constructivo y ubicación de cada vivienda (tabla 15), en donde se puede observar que varias viviendas están dentro del perímetro donde se producen las inundaciones pero por lo antemencionado anteriormente tienen criterios en donde su vulnerabilidad más crítica es la media, sin embargo, podemos determinar que la accesibilidad de la gran mayoría de las viviendas pueden ser un factor determinante a la hora que inundaciones intensas.

9.2 Mapas

Con el objetivo de conocer las vulnerabilidades ante inundaciones en los barrios Loma fresca sector 1 y Pancasan sector 4, se realiza el diseño de mapas de riesgo con capas principales creadas mediante las aplicaciones de QGIS y Google Earth y se elaboraron los siguientes:

- Mapa 1

Mapa de localización donde el área de estudio esta sombreada en rojo y remarcado en amarillo, en color celeste se pueden destacar los causes de ambos barrios de igual manera se logra apreciar el caño Miller Creek en franja azul que según estudios hidrológicos esta denominado como una cuenca de la ciudad de Bluefields. (*Figura 11*)

- Mapa 2

Mapa de riesgo ante inundación según la ubicación de las viviendas, el cual esta dividido en 3 zonas, siendo la zona verde la que tiene baja vulnerabilidad al estar alejada de los causes y la cuenca, la zona amarilla representa riesgo medio ya que el nivel del agua en inundaciones llega cerca de esas viviendas, pero no son afectadas y zona en rojo con más riesgo porque ahí se encuentran las viviendas que están representadas con puntos rojos, siendo estas altamente vulnerables al estar en una zona baja cerca de los causes representados en celeste, como también están expuestas al caño Miller Creek, también se sombrea en rojo con líneas cuadrículadas la zonas no habitables para vivir, por que presentan un alto nivel de riesgo. (*Figura 12*)

- Mapa 3

Mapa de vulnerabilidad según el análisis de Villagrán, dónde se encuentra sombreado en rojo el área de estudio, teniendo puntos en color verde que representan las viviendas con el 15% de vulnerabilidad baja por ser viviendas de madera y los puntos amarillos las viviendas con el 85% de vulnerabilidad media siendo viviendas de mampostería. (*Figura 12*)

En este mapa se tomaron factores para evaluar la vulnerabilidad estructural de las viviendas siendo los siguientes:

- Material de construcción de paredes
 - Vulnerabilidad baja: Block, concreto, ladrillo.
 - Vulnerabilidad media: Madera, Palo o caña, Lamina metálica
 - Vulnerabilidad alta: Adobe o bajareque

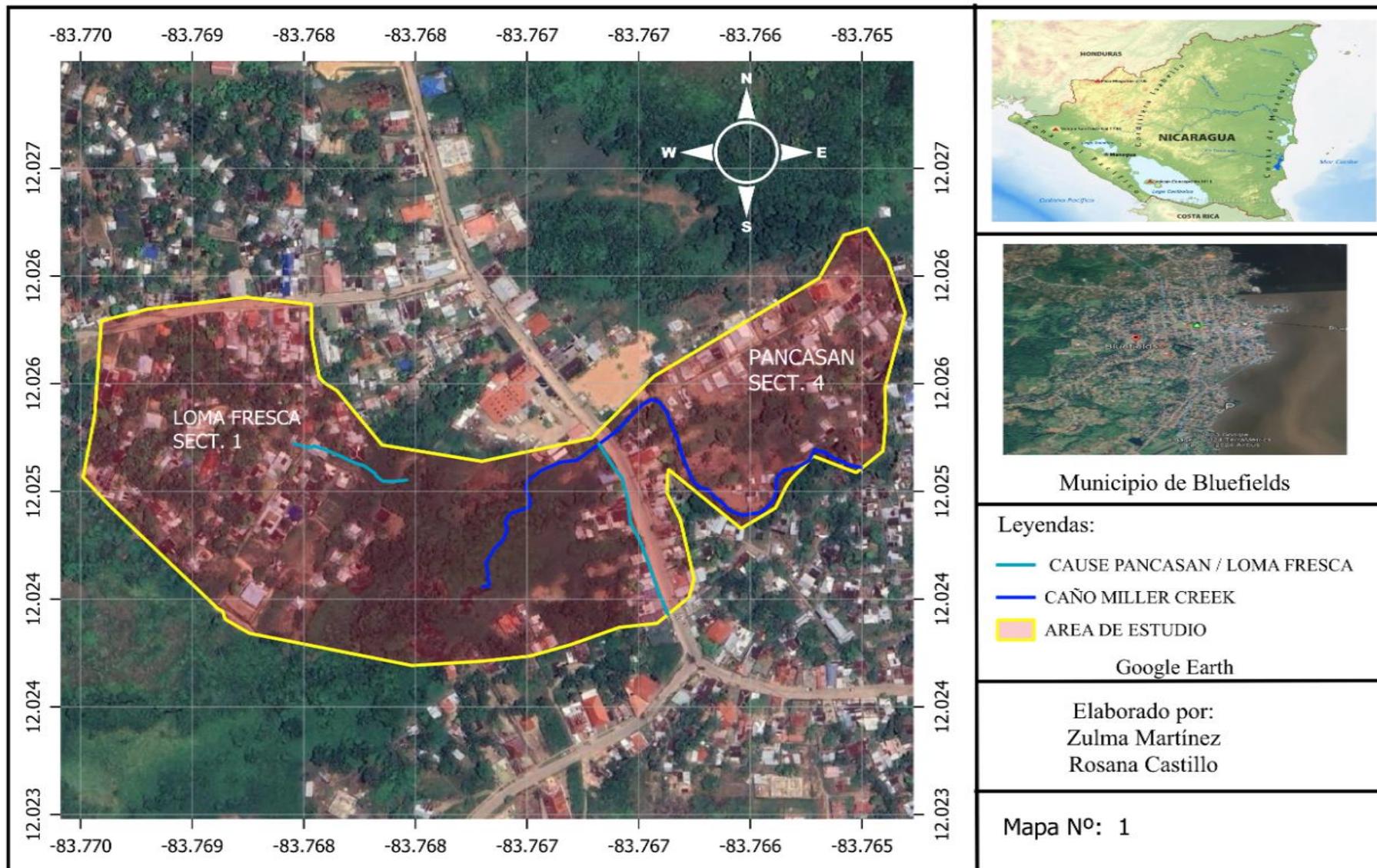
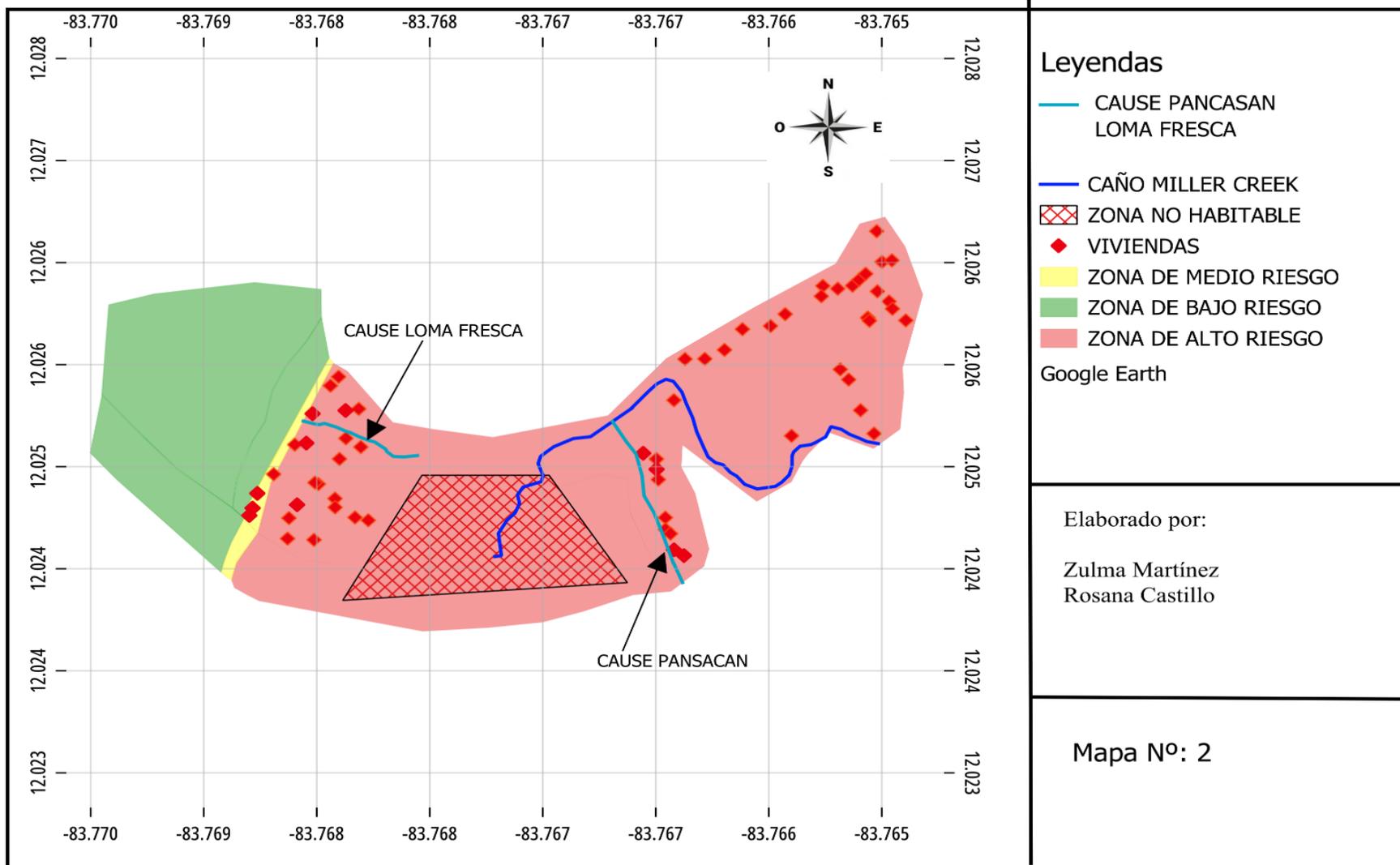


Figura 10: Mapa de localización de la zona de estudio.



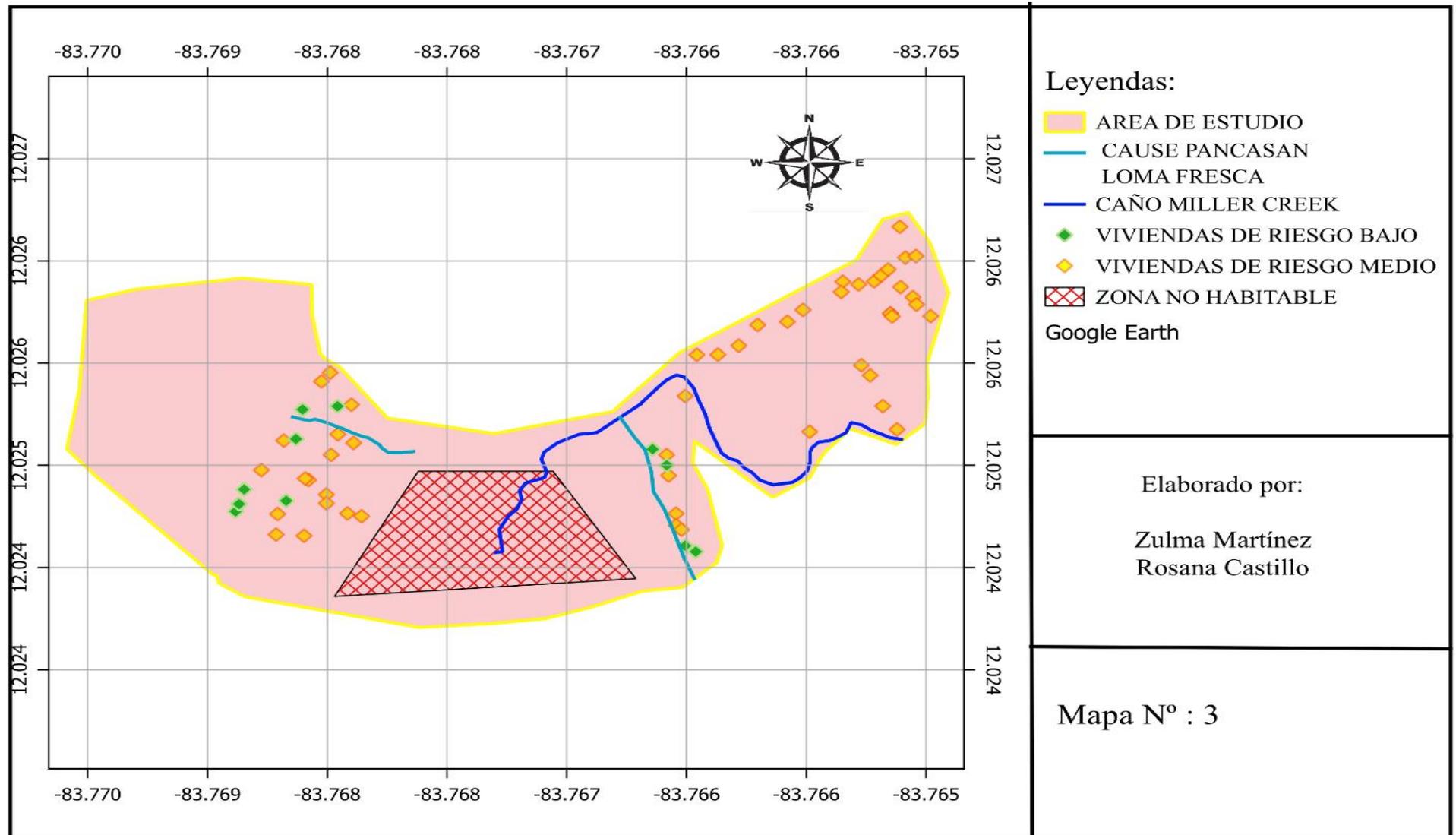


Figura 12: Mapa de vulnerabilidad según el análisis de Villagrán.

9.3 Planes de reducción

Tabla 12: Matriz para plan de gestión de riesgo por inundación

Código	Riesgo	Nivel de vulnerabilidad	Probabilidad	Área de mitigación	Responsable
R1	Contaminación de la cuenca Miller Creek	Alta	Alta	Limpieza cada 6 meses	Comunidad con apoyo de la Alcaldía
R3	Urbanización no planificada	Alta	Media	Alerta en tiempo temprano para la planificación de la evacuación.	Autoridades municipales (Alcaldía, INETER)
R4	Puente en mal estado.	Alta	Alta	Reconstrucción del puente	Alcaldía
R5	Huracanes y tormentas	Alta	Alta	Ejecución de repuesta de emergencia ante cualquier actividad ciclónicas y refugios seguros	Alcaldía, INETER
R6	Manejos sanitarios de agua de consumo (Contaminación de los pozos)	Alta	Alta	Distribución de servicios de agua potable de dicha zona	ENACAL, MINSA y alcaldía
R7	Densidad poblacional	Alta	Alta	Reubicación de persona expuestas a zonas de riesgo a lugar habitable.	Autoridades municipales (alcaldía)

Código	Riesgo	Nivel de vulnerabilidad	Probabilidad	Área de mitigación	Responsable
R8	La falta de evaluación y regulación de sistema constructivos.	Alta	Medio	Implementación de inspecciones y desarrollo de protocolo de seguridad de construcción	Alcaldía / Comunidad

VI. CONCLUSIONES

Con base en los datos recopilados sobre el sistema constructivo y la antigüedad de las viviendas en los barrios del sector noreste de la Bluefields, se evidencia una situación preocupante en términos de vulnerabilidad y riesgos. La predominancia de viviendas construidas con materiales de baja durabilidad, como la madera, junto con la falta de estándares modernos de construcción y urbanización, sugiere una mayor susceptibilidad ante desastres naturales y eventos climáticos extremos. Además, la diversidad en la antigüedad de las viviendas señala una posible falta de mantenimiento y actualización estructural, lo que aumenta la probabilidad de colapsos e inseguridad para los habitantes.

La elaboración de un mapa de vulnerabilidad y riesgos se presenta como una herramienta crucial para visualizar y comprender la complejidad de los peligros que enfrenta esta comunidad. Desde deslizamientos de tierra hasta deficiencias en infraestructuras básicas y riesgos asociados a fenómenos climáticos, tales como huracanes e intensas lluvias, es necesario identificar y priorizar las áreas más críticas que requieren intervención urgente. Este mapa servirá como base para la planificación y ejecución de medidas de mitigación y adaptación efectivas.

También es importante garantizar la seguridad y el bienestar de los habitantes de estos barrios es imperativo adoptar un enfoque integral y proactivo en la gestión de riesgos y vulnerabilidades. Solo mediante una combinación de medidas preventivas, de mitigación y de respuesta, junto con una participación activa de la comunidad y las autoridades pertinentes, se podrá construir un entorno resiliente capaz de hacer frente a los desafíos presentes y futuros.

VII. RECOMENDACIONES

1. **Cumplir las normativas de construcción:** Implementar regulaciones más estrictas y actualizadas para garantizar que las nuevas construcciones cumplan con estándares de seguridad adecuados, incluyendo el uso de materiales resistentes y técnicas apropiadas para la zona.
2. **Programas de rehabilitación, y mantenimiento:** Establecer programas de rehabilitación y mantenimiento periódico de viviendas y estructuras existentes, especialmente aquellas con mayor antigüedad, para prevenir el deterioro y minimizar los riesgos de colapso durante eventos adversos.
3. **Mejoras en infraestructuras básicas:** Priorizar inversiones en infraestructuras básicas, como sistemas de drenaje pluvial, caminos y acceso a servicios de agua potable y saneamiento, para reducir los riesgos asociados a inundaciones, contaminación del agua y enfermedades relacionadas.
4. **Planificación urbana integrada:** Desarrollar un plan urbano integral que considere los riesgos identificados, promueva la reubicación de asentamientos en áreas menos vulnerables, y establezca zonas de reserva y protección ambiental para prevenir la expansión no planificada y la deforestación.
5. **Educación y capacitación comunitaria:** Realizar campañas de sensibilización y capacitación para concientizar a la comunidad sobre los riesgos existentes, promover prácticas seguras de construcción y gestión ambiental, y fomentar la participación activa en la planificación y ejecución de medidas de reducción de riesgos.
6. **Fortalecimiento de capacidades locales:** Proporcionar recursos y apoyo técnico a las autoridades locales y organizaciones comunitarias para fortalecer sus capacidades en la gestión de riesgos, la respuesta a emergencias y la implementación de proyectos de desarrollo resiliente.
7. **Monitoreo y evaluación continua:** Establecer mecanismos de monitoreo y evaluación continua para revisar la efectividad de las medidas implementadas, identificar nuevas

amenazas emergentes y ajustar estrategias en función de la evolución del contexto local y global.

8. **Coordinación interinstitucional y colaboración internacional:** Promover la colaboración entre instituciones gubernamentales, organizaciones no gubernamentales, agencias de cooperación internacional y otros actores relevantes para garantizar una respuesta coordinada y eficaz ante desastres y emergencias.
9. **El plan de reducción de riesgos y vulnerabilidad** propuesto abarca una amplia gama de acciones destinadas a abordar los riesgos identificados y fortalecer la resiliencia de la comunidad. Desde mejoras en infraestructuras de drenaje y estabilización de suelos hasta programas de reforestación y regulación del uso del suelo, se busca no solo reducir la exposición a peligros, sino también promover un desarrollo sostenible y seguro a largo plazo. Es fundamental que estas acciones se implementen de manera coordinada y participativa, involucrando a todos los actores relevantes y garantizando la adecuada asignación de recursos y capacidades.

VIII. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

8.1. Cronograma de actividades

N°	ACTIVIDADES	2023																																											
		Marzo				Abril				Mayo				Julio				Junio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre							
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4				
1	Elaboración del protocolo de investigación	■	■	■	■	■	■	■	■																																				
2	Periodo de evaluación del protocolo por parte del Dirección de Investigación									■	■																																		
3	Periodo de notificación por parte de la Dirección de Investigación											■	■																																
4	Identificación de las viviendas, Llenado de fichas de caracterización, Levantamiento con GPS													■	■	■	■																												
5	Estudios topográfico, de suelo en la microcuenca Pancasan - 19 de Julio																	■	■	■	■																								
6	Estudios topografico, de suelo e hidrológico en el Cuenca del cauce Loma Fresca - Pancasan																					■	■	■	■	■	■																		
7	Estimación de la amenaza de deslizamiento en el barrio 19 de Julio																													■	■	■	■												
8	Estimación de la amenaza de deslizamiento en el barrio Loma Fresca																																	■	■	■	■								

8.2. Recursos: humanos, materiales y financieros

Nº	Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
PRIMERA FASE					
Equipos e Insumos de Campo					
Caracterización de viviendas					C\$21,160.00
1	GPS Garmin	Unidad	1	C\$20,000.00	C\$20,000.00
2	Baterías AA	Par	2	C\$80.00	C\$160.00
3	Carpetas plásticas	Unidad	20	C\$50.00	C\$1,000.00
Estudio en la cuencas y deslizamientos					C\$24,185.00
4	Medidor de pH	Unidad	1	C\$7,000.00	C\$7,000.00
5	Barra graduada para medir aforo	Unidad	1	C\$7,000.00	C\$7,000.00
6	Pluviómetro	Unidad	1	C\$3,000.00	C\$3,000.00
7	Pintura en Aerosol	Spray	10	C\$120.00	C\$1,200.00
8	Clavos de zinc	lbs	10	C\$60.00	C\$600.00
9	Mazos de acero de 5 Lb	Unidad	1	C\$685.00	C\$685.00
10	Barreno estándar	Unidad	1	C\$600.00	C\$600.00
11	Pala	Unidad	2	C\$425.00	C\$850.00
12	Cinta plástica de colores	Caja	1	C\$300.00	C\$300.00
13	Bolsa ziploc para muestra	Unidad	50	C\$50.00	C\$2,500.00
14	Bolsas quintaleras de plástico	Unidad	15	C\$30.00	C\$450.00
Higiene y Seguridad					C\$2,350.00
15	Cascos	Unidad	5	C\$350.00	C\$1,750.00
16	Chalecos reflectivos	Unidad	5	C\$120.00	C\$600.00
Varios					C\$19,800.00
17	Disco duro externo de 2 TB	Unidad	1	C\$4,800.00	C\$4,800.00
18	Viáticos personales	Global	1	C\$15,000.00	C\$15,000.00
Sub-Total					C\$67,495.00
SEGUNDA FASE					
Informe Final de Monografía					
20	Impresión del documento	Unidad	1	C\$3,000.00	C\$3,000.00
21	Empastado del documento	Unidad	1	C\$1,500.00	C\$1,500.00
Sub-Total					C\$4,500.00
INVERSION FINAL					
16	Total				C\$71,995.00

IX. REFERENCIAS

- Arellano-Monterrosas, J. L. (2010). Gestión integral de recursos hídricos para reducir la vulnerabilidad a deslizamientos e inundaciones en las cuencas de la sierra madre de Chiapas. *Ingeniería Agrícola y Biosistemas*, 2(1), 23–27. <https://revistas.chapingo.mx/inagbi/revista/articulos/r.inagbi.2010.05.006.pdf>
- Barrantes Castillo, G., Barrantes Sotela, O., & Nuñez Román, O. (2011). Efectividad de la metodología Mora-Vahrson modificada en el caso de los deslizamientos provocados por el terremoto de Cinchona, Costa Rica. *Revista Geográfica de América Central*, 42(2), 141–162. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/3970>
- Camacho, J. P. (2016). Modelo para la articulación de la Gestión del Riesgo en el proceso de Ordenamiento Territorial de la ciudad de Guaranda/Ecuador. <https://roderic.uv.es/handle/10550/54628>
- Cárdenas, K. (2018). Análisis general de la gestión del riesgo por inundación en Colombia. *Revista Científica En Ciencias Ambientales y Sostenibilidad*, 4(1). <https://revistas.udea.edu.co/index.php/CAA/article/view/335841>
- CEPAL-BID. (2000). Obtenido de Evitar que los programas de rehabilitación y reconstrucción sean meramente una reconstrucción de la vulnerabilidad, establecimiento y fortalecimiento de los sistemas de información, observación, pronóstico, investigación, vigilancia y alerta temprana desa
- CONSUDE. (2002b). Obtenido de Rosales Sánchez, U. B., & Centeno Álvarez, Y. D. C. (2009). Vulnerabilidad potencial de los suelos a deslizamientos de tierra en el municipio de La Conquista, Carazo, Nicaragua (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).
- CONSUDE-ALARN. (2002a). Obtenido de Aguilar Condori, D. M. Evaluación cartográfica de la vulnerabilidad a deslizamientos en la Comunidad del Ex-Fundo Ovejuyo, Sector Tumuyu, Municipio de Palca-La Paz (Doctoral dissertation).
- CONSUDE-ALARN. (2002b). Obtenido de Rosales Sánchez, U. B., & Centeno Álvarez, Y. D. C. (2009). Vulnerabilidad potencial de los suelos a deslizamientos de tierra en el municipio de La Conquista, Carazo, Nicaragua (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).

- CONSUDE-ALARN. (2002b). Obtenido de Rosales Sánchez, U. B., & Centeno Álvarez, Y. D. C. (2009). Vulnerabilidad potencial de los suelos a deslizamientos de tierra en el municipio de La Conquista, Carazo, Nicaragua (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).
- COSUDE. (1999). Obtenido de Aguilar Condori, D. M. Evaluación cartográfica de la vulnerabilidad a deslizamientos en la Comunidad del Ex-Fundo Ovejuyo, Sector Tumuyu, Municipio de Palca-La Paz (Doctoral dissertation).
- COSUDE. (2002a). Obtenido de Velasco Montecinos, O. P. (2007). Analisis de riesgos naturales y antropicos en seis comunidades del municipio de Pampa Grande (Dpto. de Santa Cruz) (Doctoral dissertation).
- COSUDE. (2002b). Obtenido de Rosales Sánchez, U. B., & Centeno Álvarez, Y. D. C. (2009). Vulnerabilidad potencial de los suelos a deslizamientos de tierra en el municipio de La Conquista, Carazo, Nicaragua (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).
- Dicovski Riobóo, L. M. (2020). Estadística Básica para Ingenieros.
- FAO. (1980). Obtenido de Silenzi, J. C., Echeverría, N. E., Bouza, M. E., & De Lucía, M. P. (2011). Degradación de suelos del SO Bonaerense y su recuperación. In Jornada sobre "Evolución y Futuro del Desarrollo de Producciones Agrícola-Ganaderas en el SO Bonaerense"(24 de noviembr
- FAO. (2002). Obtenido de Rosales Sánchez, U. B., & Centeno Álvarez, Y. D. C. (2009). Vulnerabilidad potencial de los suelos a deslizamientos de tierra en el municipio de La Conquista, Carazo, Nicaragua (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).
- Febreo Bande, M., Galeano San Miguel, P., González Díaz, J., & Pateiro López, B. (2007). Estadística. Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas.
- Felicísimo. (1994). Obtenido de Reyna, S., Reyna, T., Lábaque, M., Fulginitti, F., Reyna, E., Riha, C., & Moyano Centeno, E. (2010). APLICACIÓN DE MODELOS DIGITALES PARA USO HIDROLÓGICOS-PRESA LA TAPA, CÓRDOBA-ARGENTINA. Mapping: Map and Sig consulting, (139), 6-9.
- Fernández, M., Borges, J., Meléndez, G., Mora, F., Mora, J., & Muñoz, C. (2013). Análisis de Gestión de Riesgo de Inundación en la ciudad de Santo Domingo de Heredia. Costa Rica En El Tercer Milenio: Desafíos y Propuestas Para La Reducción de Vulnerabilidad Ante Los

Desastres, San José. https://www.academia.edu/download/46056258/GRD-Santo_Domingo.pdf

Flores-Pacheco, J. A., Castro Jo, S. E., Araúz Urbina, J. C., Cash Hodgson, D. A., & Knight Julian, L. (2023). Sistemas constructivos, gestión integral de riesgo de desastres y adaptación al cambio climático – comunidad indígena Tiktik Kaanu. *Nexo Revista Científica*, 36(04), 458–469. <https://doi.org/10.5377/nexo.v36i04.16749>

Gellert. (2003). Obtenido de Rosales Sánchez, U. B., & Centeno Álvarez, Y. D. C. (2009). Vulnerabilidad potencial de los suelos a deslizamientos de tierra en el municipio de La Conquista, Carazo, Nicaragua (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).

Guerrero, J. (2012). Plan municipal de gestión del riesgo desastres: mapa de riesgo por fenómenos de remoción en masa y deslizamientos. http://201.130.16.43/bitstream/handle/20.500.11762/32393/RemosionMasa_Deslizamientos_MirandaCauca.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Herrero, A., Isidro, M., Ballesteros, J., Tierra, V. R. las C. de la, & 2009, undefined. (2004). Riesgos por avenidas e inundaciones fluviales. *Raco.Cat*, 43, 153–171. <https://www.raco.cat/index.php/ECT/article/download/199928/267371>

INETER. (2001). Obtenido de Garduño Sanabria, A. E., & Reyes Enríquez, A. (2013). Vulnerabilidad, ante los movimientos de ladera en el pueblo Santa Cruz Ayotuxco, municipio de Huixquilucan Estado de México.

INETER. (2001). Obtenido de <https://webserver2.ineter.gob.ni/amenazas/LaPrensa-Libro-Amenazas.htm>

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (16 de Mayo de 2022). Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Obtenido de <https://www.igac.gov.co/es/contenido/en-que-consiste-un-levantamiento-topografico#:~:text=El%20levantamiento%20topogr%C3%A1fico%20es%20un,o%20plan o%20que%20refleja%20al>

Jiménez. (2002). Obtenido de Rosales Sánchez, U. B., & Centeno Álvarez, Y. D. C. (2009). Vulnerabilidad potencial de los suelos a deslizamientos de tierra en el municipio de La Conquista, Carazo, Nicaragua (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).

- Lavell, A. (2011). Gestión de riesgos ambientales urbanos. In unisdr.org. https://www.unisdr.org/files/11008_GestionDeRiesgosAmbientalesUrbanos1.pdf
- López López, D. E., Laguna López, E. J., Ruiz Acevedo, T., & Flores-Pacheco, J. A. (2022). Riesgos de degradación hídrica del suelo posterior al fuego en el trópico húmedo. Wani, 38(76). <https://doi.org/10.5377/wani.v38i76.14402>
- MAO. (2006). Obtenido de Soto, A., Patricia, E., Gutiérrez Díaz, E. S., & Almeida, P. El uso de Geo-Herramientas epidemiológica como apoyo al Ministerio de Salud Pública en el marco de la pandemia de coronavirus COVID-19.
- Mariano, M. L., & Quispe, E. C. (2022). Análisis hidrológico e hidráulico para la evaluación de riesgo de inundación fluvial por desborde del río Huallaga en el sector de Huayopampa, distrito de Amarilis. <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/7329>
- Marín, R. J., Marín-Londoño, J., & Mattos, Á. J. (2020). Análisis y evaluación del riesgo de deslizamientos superficiales en un terreno montañoso tropical: implementación de modelos físicos simples. Scientia et Technica, 25(1), 164–171. <https://doi.org/10.22517/23447214.22171>
- Martinez, K., Carmen, M., & Herrera, H. (2011). Gestión de Riesgos. Siagua.Org. http://www.siagua.org/sites/default/files/documentos/documentos/gestion_inundaciones_salvador_0.pdf
- Merino, F. J. B., & Romero, D. M. Q. (2015). Gestión participativa de riesgos asociados a deslizamientos y hundimientos en Taxco. Eumed.Net. <https://www.eumed.net/libros-gratis/2017/1695/1695.pdf#page=256>
- Monterrosas, J. A. (2012). Vulnerabilidad y gestión de riesgos por deslizamientos e inundaciones en la cuenca superior del río Huehuetán, Chiapas. <http://repositorio.imta.mx/handle/20.500.12013/344>
- Nueva Cartilla de la Construcción, Ministerio de Transporte e Infraestructura de Nicaragua 270 (2011).
- Ochoa, D. V. (2023). Análisis bajo un enfoque sustentable del riesgo por inundaciones en sistemas fluviales: “Río Tunjuelo” (Bogotá, Colombia). <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/25492>

- Perez R., M., & Rojas J., A. (2005). Estudio de vulnerabilidad ante deslizamientos de tierra en la microcuenca Las Marías, en el municipio de Telica, León. Managua, Nicaragua: UNA.
- Pérez, & Rojas. (2005). Obtenido de Rosales Sánchez, U. B., & Centeno Álvarez, Y. D. C. (2009). Vulnerabilidad potencial de los suelos a deslizamientos de tierra en el municipio de La Conquista, Carazo, Nicaragua (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).
- Prater. (1996). Obtenido de Rosales Sánchez, U. B., & Centeno Álvarez, Y. D. C. (2009). Vulnerabilidad potencial de los suelos a deslizamientos de tierra en el municipio de La Conquista, Carazo, Nicaragua (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).
- Quesada-Román, A. , & Calderón-Ramírez, G. (2018). Gestión del riesgo y política pública en el cantón de Desamparados, Costa Rica. *Uniciencia*, 32(2), 1–19.
https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S2215-34702018000200001&script=sci_arttext
- Research, G. de P.-B. C. S., & 2012, undefined. (2011). El cambio de paradigma: de la atención de desastres a la gestión del riesgo. *Dialnet.Unirioja.Es*.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3841348>
- Rivera Miranda, M. A., Jarquín Flores, L. A., Obando Francis, A. A., Araúz Urbina, J. C., & Flores-Pacheco, J. A. (2021). Fibra de coco como aditivo de mejoramiento en la elaboración de bloques. *Nexo Revista Científica*, 34(06), 1649–1657.
<https://doi.org/10.5377/nexo.v34i06.13125>
- Rodríguez, E. V. (2015). La armonización territorial: su incorporación en la planificación y gestión administrativa mediante la gestión del riesgo. *Revistas.Javeriana.Edu.Co*, 8(16), 148–165.
<https://doi.org/10.11144/Javeriana.cvu8-16.atip>
- Rosales Sánchez, U., & Centeno Álvarez, C. (3 de abril de 2009). Vulnerabilidad potencial de los suelos a deslizamientos de tierra en el municipio de La Conquista, Carazo, Nicaragua. Managua: Universidad Nacional Agraria. Obtenido de UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA: <https://core.ac.uk/download/pdf/35164862.pdf>
- Saca, J. D. (2017). Análisis de riesgos ante la amenaza de deslizamiento a las orillas de la quebrada Chusig en la Urbanización Santa Mónica Alta, parroquia de Conocoto, zona del Valle de los Chillos, Ciudad de Quito. Informe para sus habitantes. Ecuador: FACULTAD DE INGENIERÍA EN GESTIÓN DEL RIESGO Y EMERGENCIAS.

- Sheng, 1. p. (s.f.). Obtenido de Rosales Sánchez, U. B., & Centeno Álvarez, Y. D. C. (2009). Vulnerabilidad potencial de los suelos a deslizamientos de tierra en el municipio de La Conquista, Carazo, Nicaragua (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).
- Suárez. (1982). Obtenido de Aguilar Condori, D. M. Evaluación cartográfica de la vulnerabilidad a deslizamientos en la Comunidad del Ex-Fundo Ovejuyo, Sector Tumuyu, Municipio de Palca-La Paz (Doctoral dissertation).
- Torrebadella, J., Villaró, I., Altimir, J., Amigó, J., Vilaplana, J. M., Corominas, J., & Planas, X. (2009). El deslizamiento del Forn de Canillo en Andorra. Un ejemplo de gestión del riesgo geológico en zonas habitadas en grandes deslizamientos. VII Simposio Nacional Sobre Taludes y Laderas Inestables, 104–414. https://www.academia.edu/download/55579664/Definitiu_El_Forn_de_Canillo.pdf
- Torrez Huanca, E. (2021). Plan de gestión de riesgos y desastres por deslizamientos en la cuenca Thola Pujru del municipio de Tiquipaya. <http://ddigital.umss.edu.bo:8080/jspui/handle/123456789/26185>
- Varnes, 1., & citado por aguilo, 1. (s.f.). Obtenido de Rosales Sánchez, U. B., & Centeno Álvarez, Y. D. C. (2009). Vulnerabilidad potencial de los suelos a deslizamientos de tierra en el municipio de La Conquista, Carazo, Nicaragua (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).
- Villacorta, S., Fidel, L., & Zavala Carrión, B. (2012). Mapa de susceptibilidad por movimientos en masa del Perú. Revista de La Asociación Geológica Argentina, 69(3), 393–399. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0004-48222012000300007&script=sci_arttext
- Viltres-Milán, Y., Guardado-Lacaba, R., & Alfonso-Olivera, L. D. (2019). Cartografía de la peligrosidad por deslizamientos en el municipio de Mayarí, Holguín. Minería y Geología, 35(2), 126–146. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1993-80122019000200126&script=sci_arttext
- Watanabe, M. (2015). Gestión del riesgo de desastres en ciudades de América Latina. Apuntes de Investigación, 4, 1–15. <http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc2564/doc2564-contenido.pdf>



INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL



- Way 1973, c. p. (1998). Obtenido de Rosales Sánchez, U. B., & Centeno Álvarez, Y. D. C. (2009). Vulnerabilidad potencial de los suelos a deslizamientos de tierra en el municipio de La Conquista, Carazo, Nicaragua (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).
- Way, 1., & Aguilo. (1998). Obtenido de Aguilar Condori, D. M. Evaluación cartográfica de la vulnerabilidad a deslizamientos en la Comunidad del Ex-Fundo Ovejuyo, Sector Tumuyu, Municipio de Palca-La Paz (Doctoral dissertation).
- Zinck. (1996). Obtenido de Pérez Espinales, R. M., & Rojas Gómez, J. E. (2005). Estudio de vulnerabilidad ante deslizamientos de tierra en la Microcuenca Las Marías, Telica, León (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).

X. ANEXOS

10.1. Encuesta a los jefes de familia para caracterizar las viviendas

ENCUESTA

Nombres y Apellidos: _____

Sexo:	M	F
--------------	----------	----------

Edad	Etnia	Cuáles son los idiomas que hablas
<input type="checkbox"/> 16 a 20 años	<input type="checkbox"/> Rama	<input type="checkbox"/> Español
<input type="checkbox"/> 21 a 24 años	<input type="checkbox"/> Mestizo	<input type="checkbox"/> Ingles creole
<input type="checkbox"/> 25 a 30 años	<input type="checkbox"/> Creole	<input type="checkbox"/> Rama
<input type="checkbox"/> 31 a 35 años	<input type="checkbox"/> Miskito	<input type="checkbox"/> Miskitos
<input type="checkbox"/> 36 a 40 años	<input type="checkbox"/> Ulwas	<input type="checkbox"/> Otros: _____
<input type="checkbox"/> 41 a 45 años	<input type="checkbox"/> Garífuna	
<input type="checkbox"/> 46 a 50 años	<input type="checkbox"/> Otros: _____	
<input type="checkbox"/> Mayor de 50 años		

Habla idioma de la etnia con la que se identifica: **SI** _____ **NO:** _____

Ocupación		Nivel académico
<input type="checkbox"/> Pescadores	<input type="checkbox"/> Aserrador o carpintero	<input type="checkbox"/> Primaria
<input type="checkbox"/> Agricultor y ganadero	<input type="checkbox"/> Trabajador publico	<input type="checkbox"/> Secundaria
<input type="checkbox"/> Comerciante	<input type="checkbox"/> Trabajador privado	<input type="checkbox"/> Técnico
<input type="checkbox"/> Estudiante	<input type="checkbox"/> Turismo	<input type="checkbox"/> Universitario
<input type="checkbox"/> Jefe de hogar	<input type="checkbox"/> Otros _____	
<input type="checkbox"/> Albañil o maestro de obra		

**BOLETA PARA RECABAR INFORMACIÓN ESTUDIO ETNOGRÁFICO PARA SISTEMAS
CONSTRUCTIVOS Y GESTIÓN INTEGRAL DE RIESGO DE DESASTRES (GIRD) Y
ADAPTACION AL CAMBIO CLIMATICO (ACC)**

Estimado COMUNITARIO: El objetivo de la información recabada con esta boleta de encuesta es establecer la relación entre su cultura y el desarrollo de sistemas constructivos para la Gestión Integral de Riesgo de Desastres (GIRD) y la Adaptación al Cambio Climático (ACC).

INSTRUCCIONES GENERALES

- Para responder esta boleta utilice de preferencia un bolígrafo azul.
- Sí es necesario explique la pregunta para obtener la mejor respuesta del comunitario.
- En cada sección se encuentra como debe de marcar/escribir las respuestas

Escriba su respuesta en el espacio correspondiente:

Pregunta	Respuesta	Comentarios
----------	-----------	-------------

1. Número de personas que habitan la vivienda (incluyendo bebés)	<input type="checkbox"/> 2 a 3 personas <input type="checkbox"/> 4 a 6 personas <input type="checkbox"/> Más de 6	
2. ¿Cuántas son mujeres?	<input type="checkbox"/> 1 a 2 <input type="checkbox"/> 3 a 4 <input type="checkbox"/> Más de 4	
3. De las personas que habitan en la casa, ¿Cuántos son menores de edad?	<input type="checkbox"/> 1 a 2 <input type="checkbox"/> 3 a 4 <input type="checkbox"/> Más de 4	
Pregunta	Respuesta	Comentarios
4. ¿Qué sistema constructivo fue construida su vivienda?	<input type="checkbox"/> Madera <input type="checkbox"/> Mampostería (bloques) <input type="checkbox"/> Láminas de zinc <input type="checkbox"/> Bambú y palma <input type="checkbox"/> Material reciclado <input type="checkbox"/> Adobe (tierra) <input type="checkbox"/> Otros	
5. ¿Cuántos ambientes tiene su vivienda?	<input type="checkbox"/> Uno <input type="checkbox"/> Dos (cuarto, sala-comedor) <input type="checkbox"/> Tres (cuarto, sala, comedor) <input type="checkbox"/> Más de cuatro (cuarto, sala, comedor, baño, etc.)	
6. Antigüedad de sus viviendas	<input type="checkbox"/> Menor que 1 <input type="checkbox"/> 1 a 5 <input type="checkbox"/> 6 a 10 <input type="checkbox"/> 11 a 15 <input type="checkbox"/> Más de 15	
7. ¿Qué servicios básicos cuenta la vivienda?	<input type="checkbox"/> Agua potable <input type="checkbox"/> Aguas residuales <input type="checkbox"/> Energía eléctrica fotovoltaica <input type="checkbox"/> Energía eléctrica por servicio convencional	
8. ¿Qué tan vulnerable considera su vivienda, ante la presencia de un fenómeno natural?	<input type="checkbox"/> Nada vulnerable <input type="checkbox"/> Poco vulnerable <input type="checkbox"/> Algo vulnerable <input type="checkbox"/> Vulnerable <input type="checkbox"/> Muy vulnerable	

<p>9. ¿Su vivienda tiene modificaciones que la hacen más resistentes que otras viviendas ante amenazas naturales? (</p>	<p><input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No En el caso de sí: <input type="checkbox"/> Cambio de techo <input type="checkbox"/> Reforzamiento de zapatas o pilotes <input type="checkbox"/> Reforzamiento de columnas y vigas. <input type="checkbox"/> Otros.</p>	
<p>10. ¿Quiénes construyen las viviendas? (ej: comunidad, familia, servicio de albañilería contratado)</p>	<p><input type="checkbox"/> Comunidad <input type="checkbox"/> Familia <input type="checkbox"/> Albañil o maestro de obra <input type="checkbox"/> Otros.</p>	
<p>11. Existe alguna tradición arquitectónica que identifique a la comunidad de otras</p>	<p><input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Si es afirmativa su respuesta comente.</p>	
Pregunta	Respuesta	Comentarios
<p>12. Si su vivienda está en alto riesgo de ser afectada por un fenómeno natural, estaría dispuesta a dejarla</p>	<p><input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Si su respuesta es NO, comente</p>	
<p>13. ¿Existen rituales o creencias con relación a la construcción de las viviendas?</p>	<p><input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Si es afirmativa su respuesta comente.</p>	
<p>14. ¿Tiene conocimiento si la comunidad está organizada para responder ante un fenómeno natural?</p>	<p><input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</p>	
<p>15. ¿Tiene en su vivienda un botiquín o mochila de primeros auxilios?</p>	<p><input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</p>	

<p>16. Si su respuesta es SI de la pregunta anterior, comente cuales son los componentes básicos</p>	<input type="checkbox"/> Alcohol <input type="checkbox"/> Antibióticos <input type="checkbox"/> Gasas <input type="checkbox"/> Pastilla desinfectante de agua <input type="checkbox"/> Antialérgicos <input type="checkbox"/> Antidiarreicos <input type="checkbox"/> Otros	
<p>17. ¿Los habitantes de la vivienda saben qué hacer en caso ocurra un fenómeno natural, que ponga en riesgo su vida?</p>	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Comente en ambas respuestas	
<p>18. Mencione un nombre de la organización que brinde apoyo ante un fenómeno natural)</p>	<input type="checkbox"/> CONAPRED <input type="checkbox"/> Familiar <input type="checkbox"/> OTROS	
<p>19. Ha recibido alguna vez capacitación para la planificación de evacuación de la comunidad.</p>	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Si es afirmativa la respuesta comente quien la impartió y la frecuencia con que lo hacen.	
<p>20. La comunidad cuenta con un sistema de alarma, que informa a la comunidad de eventos o situaciones que dañen a integridad de las viviendas y/o personas?</p>	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	
<p>21. Si su respuesta es SI de la pregunta anterior, que tipo de sistema tiene.</p>	<input type="checkbox"/> Bocinas <input type="checkbox"/> Marcas en el rio o en el terreno <input type="checkbox"/> Internet <input type="checkbox"/> Telecomunicación <input type="checkbox"/> Otros	

Marque 3 respuestas de cada pregunta, siendo 3 la de mayor importancia, 2 de la mediana importancia, 1 la de menor importancia.

Percepción del riesgo de desastres						
1. Tipos de fenómenos naturales potencialmente peligrosos en la comunidad						
Atmosféricos	Hidrológico	Sísmicos	Volcánico	Geológico	Incendios	Comentarios
2. Amenazas de origen atmosféricos presentes en la comunidad						
Granizo	Huracán	Tormentas	Tornados	-----	-----	Comentarios
3. Amenazas de origen hidrológicos presente en la comunidad						
Inundación costera	Olas	Desbordamiento de río	Sequias	-----	-----	Comentarios
4. Amenazas de origen vulcanológico presentes en la comunidad						
Ceniza	Gases	Flujo de lava	Corriente de fango	Flujo piroclástico	Explosiones laterales	Comentarios
5. Amenazas de origen sísmico presentes en la comunidad						
Temblor	Terremoto	Tsunami	Fallas	-----	-----	Comentarios
6. Amenazas de origen geológico presentes en la comunidad						



INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN



INSTITUCIONAL

Deslizamiento	Hundimiento	Desprendimiento de roca	Suelos expansivos	-----	-----	Comentarios

10.2. Fotografías evidenciando la problemática planteada

Figura 19. *Inundación en el barrio Fátima*



Fuente: Fotografía tomada por Sócrates Castro Jo

Figura 20. *Inundación en el barrio San Pedro, sector Sistema Penitenciario.*



Fuente: Fotografía tomada por Julio Cesar Arauz Urbina

Figura 21. *Antiguos Bancos de Materiales en el barrio Loma Fresca*

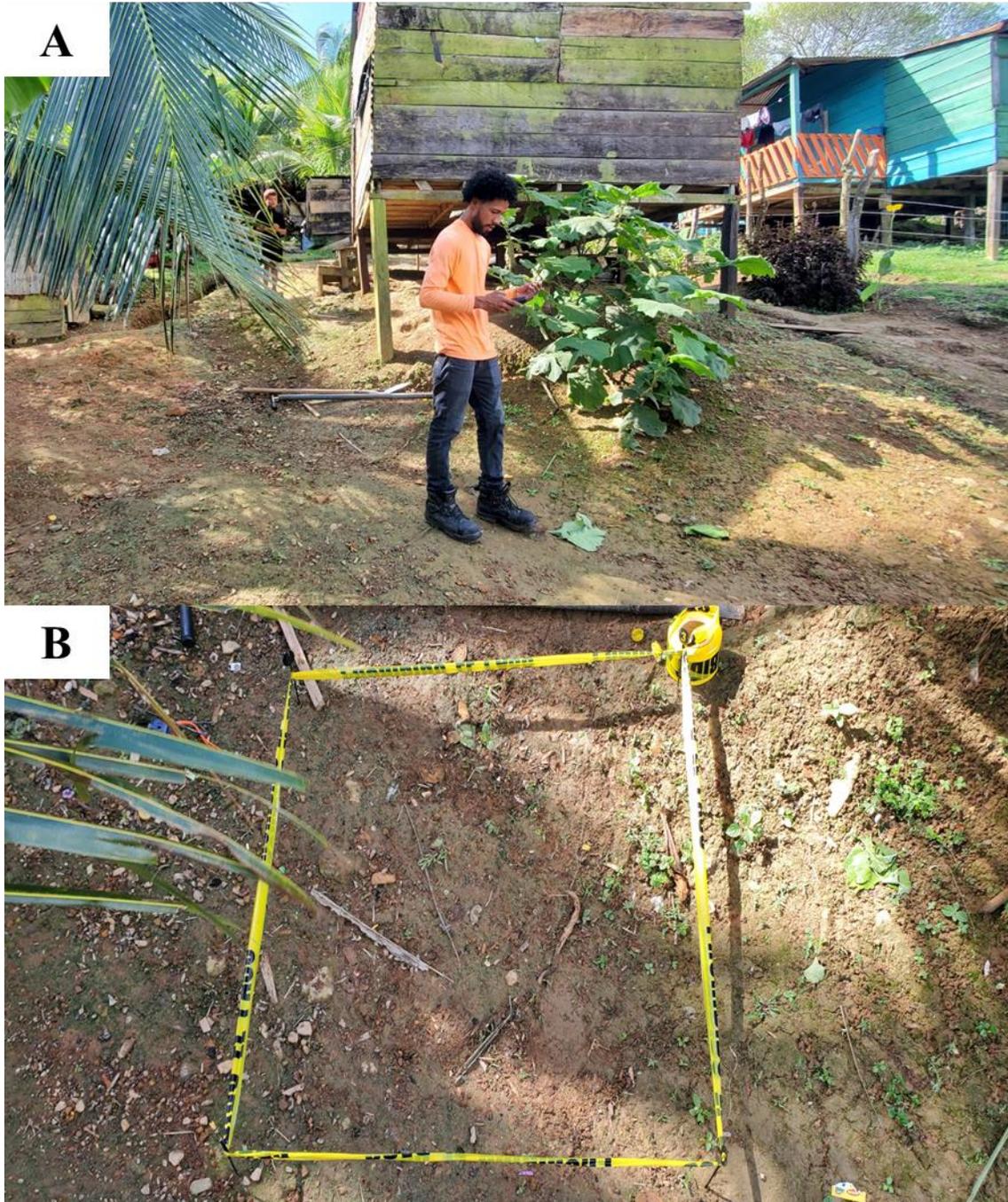


Fuente: SINAPRED

Figura 22. *Barrio 19 de Julio sector El Pool*



Fuente: SINAPRED



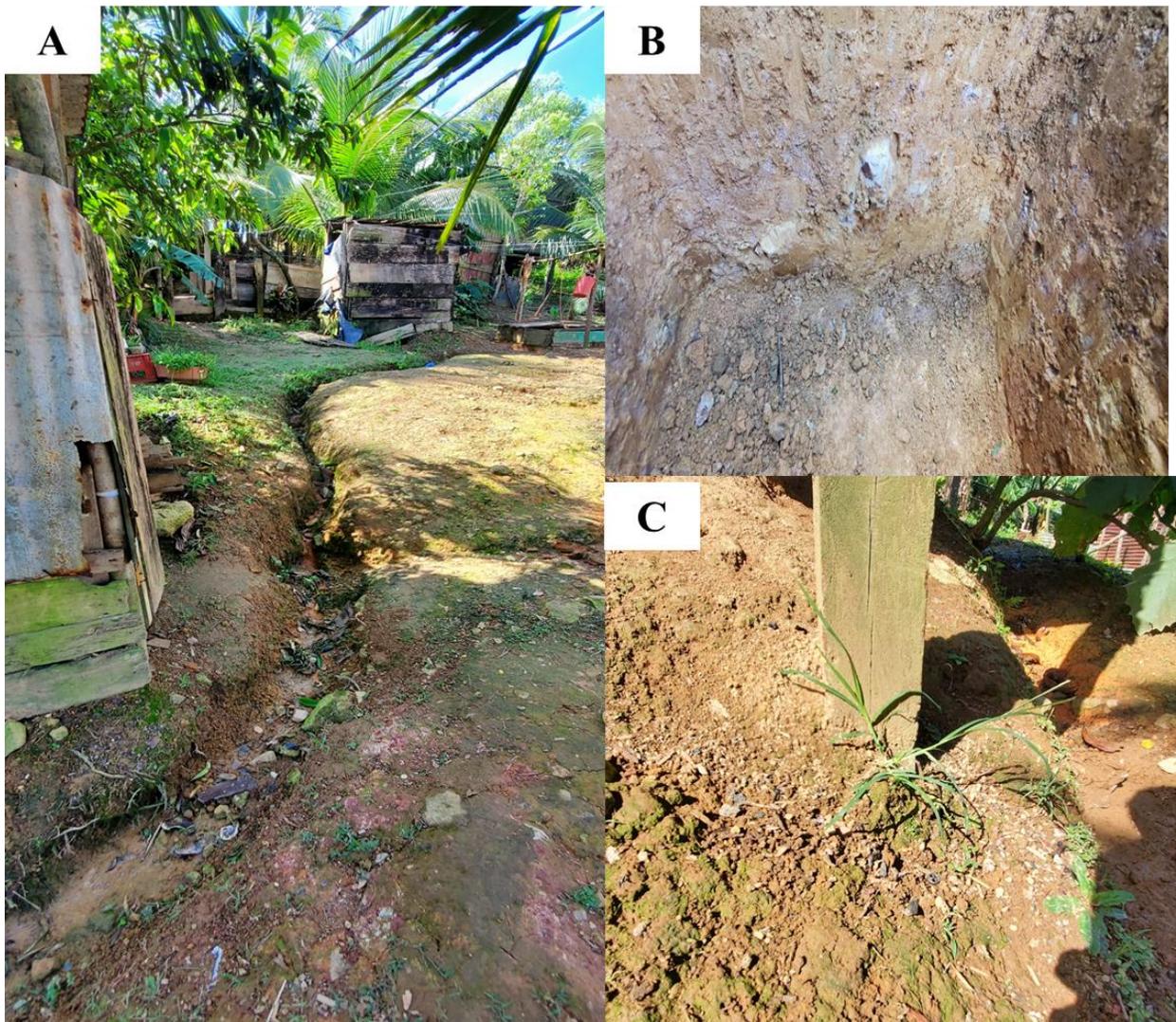
Anexo 1: Perforación de la Calicata. A) Selección del sitio. B) Marcado del sitio



Anexo 2. A) viviendas del sector El Pericón. B) tipología y sistema constructivo predominante



Anexo 3. A) Toma muestra con barreno. B) medición de pH en campo. C) Extracción de muestra de suelo para determinación de textura en laboratorio



Anexo 4. A) Cárcavas excavadas para el drenaje superficial. B) Suelo compactos con moteado. C) Evidencia de erosión en base de viviendas



INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL



Anexo 5. Encuesta de levantamiento de punto crítico con la aplicación Survey 123 (SINAPRED)

Levantamiento de Sitios Críticos
Inundación/Deslizamiento

Nombre y Apellido del encuestador (a) *
Indicar el nombre y apellido de la persona que levanta la encuesta.

Fecha de levantamiento. *
Fecha
Hora

Región y Municipios
Región
 RACCS

Barrio o Comunidad *
Indicar si es Barrio o Comunidad donde se levanta la encuesta.

Nombre del sitio crítico. *
Escribir claramente el nombre del sitio crítico a levantar.

Ubicación del sitio crítico. *
Esta la ubicación únicamente de referencia del sitio crítico.

Tipo de Sitio Crítico. *
Seleccionar el tipo de sitio crítico a levantar: **INUNDACIÓN** o **DESLIZAMIENTO**.

Levantamiento de Sitios Críticos
Inundación/Deslizamiento

Esta la ubicación únicamente de referencia del sitio crítico.

Tipo de Sitio Crítico. *
Seleccionar el tipo de sitio crítico a levantar: **INUNDACIÓN** o **DESLIZAMIENTO**.

Tipo de amenaza (Sitio Crítico). *
Seleccionar el nivel de riesgo tomando en cuenta los criterios establecidos en la guía para la determinación y clasificación de sitios críticos.

Grupos expuestos

Cantidad (#) de personas expuestas dentro del sitio crítico. *
Indicar el número de personas expuestas dentro del sitio crítico.

Cantidad (#) de familias expuestas dentro del sitio crítico. *
Indicar el número de familias expuestas dentro del sitio crítico.

Cantidad (#) de viviendas expuestas dentro del

Anexo 6. Encuesta Líneas vitales con la aplicación Survey 123 (SINAPRED)

LEVANTAMIENTO DE LÍNEA VITAL

Región *

Nombre del Encuestador *

Indicar el nombre del encuestador

Fecha y Hora de levantamiento *

Indicar la fecha y la hora en que se hace el levantamiento

Ubicación de infraestructura *

Esta es la ubicación / referencia de la infraestructura (línea vital o medio de vida de interés)

12°48'N 84°55'W

Identificación de la línea vital

Barrio o Comunidad *

Indicar si la línea vital está en un barrio (Casco urbano) o en una comunidad.

LEVANTAMIENTO DE LÍNEA VITAL

Identificación de la línea vital

Barrio o Comunidad *

Indicar si la línea vital está en un barrio (Casco urbano) o en una comunidad.

Nombre del Barrio o Comunidad *

escribir el nombre del Barrio o la Comunidad donde está levantando la encuesta.

Tipo y nombre de la línea vital o medio de vida *

Escriba el tipo y nombre de línea vital o medio de vida. Ejemplo: Estación de Bomberos Los Robles, Puente Las Lajas, Estación de Policía Pedro Palacio, tortillería, zapatería, antena de comunicación, edificio de institución de gobierno o alcaldía, gasolinera, etc.

Exposición de línea vital

¿Está la línea vital expuesta ante una amenaza? *

Observación general

Si lo cree necesario, puede escribir brevemente una observación asociada a la línea vital o medio de vida que levantó.