

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



“ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD FÍSICO  
ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL EN EDIFICACIONES  
PÚBLICAS Y PRIVADAS ANTE EL RIESGO DE  
INUNDACIONES GENERADAS POR EL DESBORDE DE  
LA QUEBRADA SERRANO EN EL SECTOR URBANO DE  
LA CIUDAD DE SAPOSOA”

**TESIS**

**PRESENTADA PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**POR:**

**BACH: MAX HENRY ARÉVALO REYNA**

**ASESOR: ING. CARLOS ENRIQUE CHUNG ROJAS**

**TARAPOTO - PERÚ**

**2017**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – T  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD FÍSICO  
ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL EN EDIFICACIONES  
PÚBLICAS Y PRIVADAS ANTE EL RIESGO DE  
INUNDACIONES GENERADAS POR EL DESBORDE DE  
LA QUEBRADA SERRANO EN EL SECTOR URBANO DE  
LA CIUDAD DE SAPOSOA**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL

Por:

Bachiller : MAX HENRY AREVALO REYNA

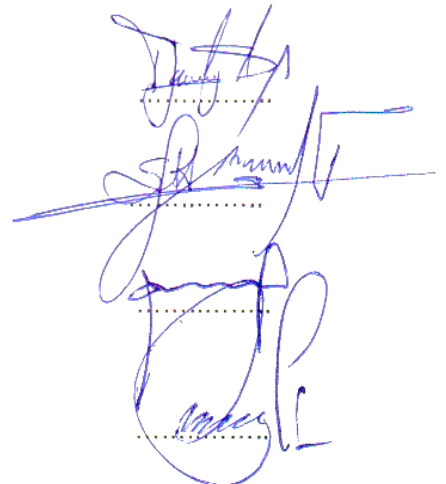
SUSTENTADO Y APROBADO ANTE EL HONORABLE JURADO:

Presidente : ING. ENRIQUE N. MARTÍNEZ QUIROZ

Secretario : ING. SANTIAGO CHAVEZ CACHAY

Miembro : ING. CARLOS S. HUAMAN TORREJON

Asesor : ING. CARLOS ENRIQUE CHUNG ROJAS





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
 Ciudad Universitaria-districto de Morales Telefax: 521402-Anexo 119  
 E-mail: Fic@unsm.edu.pe



## ACTA DE EXAMEN ORAL PARA TITULACIÓN PROFESIONAL POR LA MODALIDAD DE TESIS.

En el Distrito de Morales, a las 20.40 horas del día viernes 10 del mes de abril del año Dos Mil Quince, se reunieron en el auditorio de Sustentación de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura – Ciudad Universitaria – Morales, los miembros del Jurado Calificador: **Ing. M.Sc. ENRIQUE NAPOLEON MARTINEZ QUIROZ** - Presidente, **Ing. SANTIAGO CHAVEZ CACHAY** - Secretario e **Ing. CARLOS SEGUNDO HUAMAN TORREJON** – Miembro, así también se contó con la presencia de su Asesor, **Ing. CARLOS ENRIQUE CHUNG ROJAS**, con el objeto de escuchar la sustentación y calificación la Tesis Titulada:

**“ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD FÍSICO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL EN EDIFICACIONES PÚBLICAS Y PRIVADAS ANTE EL RIESGO DE INUNDACIONES GENERADAS POR EL DESBORDE DE LA QUEBRADA SERRANO EN EL SECTOR URBANO DE LA CIUDAD DE SAPOSOA”**,

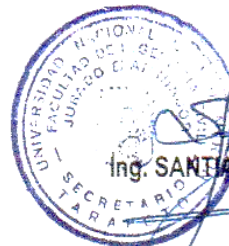
Desarrollado por el **Bach. MAX HENRY AREVALO REYNA**, con el fin de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil y dando cumplimiento a lo dispuesto por el Circular N° 002-2015-UNSM/FICA de fecha 23-03-15 de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Escuchada la Sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas, los señores miembros del Jurado Calificador de Tesis, después de debatir entre sí, reservada libremente lo declararon APROBADO....., con el calificativo de 15 (QUINCE).....

A continuación, el Presidente del Jurado Calificador hizo saber al Sustentante el resultado de la Sustentación, con el cual se dio por terminado el acto, levantándose la presente Acta por cuadruplicado, siendo las 21.25... horas del mismo día, la misma que fue suscrita y transcrita al Libro de Sustentaciones de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, los que en ella intervinieron.



**Ing. M.Sc. ENRIQUE NAPOLEON MARTINEZ QUIROZ**  
 Presidente



**Ing. SANTIAGO CHAVEZ CACHAY**  
 Secretario



**Ing. CARLOS SEGUNDO HUAMAN TORREJON**  
 Miembro


**Ing. CARLOS ENRIQUE CHUNG ROJAS**  
 Asesor

## DECLARACION JURADA

Yo, Max Henry Arvalo Reyna.....identificado con DNI N° 42080066....., con domicilio legal Jr. Ayacucho #347-Morales....., a efecto de cumplir con las Disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, DECLARO BAJO JURAMENTO, que todos los documentos, datos e información de la presente tesis, son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las Normas Académicas de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 04 de Octubre....., 2017

  
.....  
FIRMA

  
.....  
HUELLA DIGITAL





**Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto**  
**Biblioteca Central y Unidad de Bibliotecas Especializadas**

Formato de autorización **NO EXCLUSIVA** para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el repositorio de tesis digital

**1. Datos del autor:**

Apellidos y nombres: AREVALO REYNA MAX HENRY	
Código de alumno : 033003	Teléfono: 966542370
Correo electrónico: maxh_arevalo@hotmail.com	DNI: 42080066

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

**2. Datos Académicos**

Facultad de: INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
Escuela Académico Profesional de: INGENIERIA CIVIL

**3. Tipo de trabajo de investigación**

Tesis <input checked="" type="checkbox"/>	Trabajo de investigación <input type="checkbox"/>
Trabajo de suficiencia profesional <input type="checkbox"/>	

**4. Datos del Trabajo de investigación**

Título : ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD FISICO ESTRUCTURAL Y FUNDAcional EN EDIFICACIONES PUBLICAS Y PRIVADAS ANTE EL RIESGO DE INUNDACIONES GENERADAS POR EL DESBORDE DE LA QUEBRADA SEÑALANDO EN EL SECTOR URBANO DE LA CIUDAD DE SAPASA
Año de publicación:

**5. Tipo de Acceso al documento**

Acceso público * <input checked="" type="checkbox"/>	Embargo <input type="checkbox"/>
Acceso restringido ** <input type="checkbox"/>	

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:


**6. Originalidad del archivo digital.**

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

**7. Otorgamiento de una licencia CREATIVE COMMONS**

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica




**Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto**  
**Biblioteca Central y Unidad de Bibliotecas Especializadas**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".

  
 \_\_\_\_\_  
 Firma del Autor

**8. Para ser llenado por la Biblioteca central o especializada**

Fecha de recepción del documento por el Sistema de Bibliotecas:

29 / 12 / 2017

  
 \_\_\_\_\_  
 Firma de Biblioteca

**\*Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**\*\* Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

## RESUMEN

La presente tesis se desarrolló en la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, con fines de titulación como Ingeniero Civil, en cumplimiento de la normatividad vigente.

El propósito del documento, es presentar los resultados del análisis de la vulnerabilidad físico estructural y funcional en edificaciones públicas y privadas ante el riesgo de inundaciones generadas por el desborde de la quebrada Serrano, estableciendo niveles de amenaza y vulnerabilidad, estos se combinan, asignando valores para determinar los niveles de riesgo en base a criterios generales tanto para inundaciones y deslizamientos, el cual permite identificar "Sectores críticos de riesgo" ante las situaciones mencionados, aquellos con similares condiciones de riesgo, que sirven para proponer, obras y/o acciones específicas de mitigación.

Es así que se realiza un diagnóstico situacional a través de la descripción de los aspectos más importantes del sector urbano de la ciudad de Saposoa; descripción de las edificaciones públicas y privadas consideradas en el área urbana; antecedentes investigativos con un breve relato de metodologías utilizadas para realizar estudios similares; las amenazas en la zona urbana de la ciudad de Saposoa, realizando una recopilación histórica de eventos adversos ocurridos, así como la identificación de zonas de amenaza o susceptibilidad; las vulnerabilidades, con una descripción detallada de la metodología para la evaluación de la vulnerabilidad físico estructural y funcional, para lo cual se ha tomado como referencia la metodología desarrollada por el centro de estudios y prevención de desastres (PREDES) finalmente describiendo algunas medidas de reducción de riesgos.

Es así que los resultados se presentan en la parte final de este estudio para un ordenamiento más que todo territorial con encuestas en viviendas e instituciones públicas clasificándose de acuerdo a los niveles de vulnerabilidad.

**PALABRAS CLAVES:** Análisis, vulnerabilidad, edificaciones, inundaciones, riesgos, deslizamientos.

## ABSTRACT

The following thesis was developed in the Civil Engineering Professional Academic School of the Faculty of Civil Engineering and Architecture of the National University of San Martín - Tarapoto, for purposes of Civil Engineer degree, in compliance with current regulations.

The purpose of this document is to present the results of the structural and functional physical vulnerability analysis in public and private buildings in view of the flood risk caused by the overflow of the Serrano stream, establishing levels of threat and vulnerability, these are combined, assigning values to determine risk levels based on general criteria for both floods and landslides, which allows the identification of "Critical risk sectors" in the situations mentioned, those with similar risk conditions, which are used to propose specific works and / or mitigation actions.

Thus a situational diagnosis is made through the description of the most important aspects of the urban sector of Saposoa city; description of the public and private buildings considered in the urban area; research background with a brief account of methodologies used to carry out similar studies; the threats in the urban area of Saposoa city, making a historical compilation of adverse events occurred, as well as the identification of areas of threat or susceptibility; the vulnerabilities, with a detailed description of the methodology for the evaluation of structural and functional physical vulnerability, for which the methodology developed by Disaster Prevention and Studies Center (PREDES) has been taken as a reference, finally describing some reduction measures of risks.

The results are presented at the final part of this study for a more than all territorial order with surveys in public housing and institutions, classified according to levels of vulnerability.

**KEYWORDS:** Analysis, vulnerability, buildings, floods, risks, landslides.



## DEDICATORIA

*A DIOS, por ser el guía que encamina mi destino,  
además por brindarme salud y bienestar para  
seguir adelante.*

*A mis padres, Roger e Martha por ser los dos  
grandes pilares que contribuyeron con mi  
formación y también por el apoyo incansable que  
me proporcionaron para lograr mi meta trazada,  
ser profesional.*

*A mis dos hermanos, por estar ahí siempre presentes apoyándome  
cuando más las necesitaba y por todos los consejos que me  
transmitieron para lograr mi objetivo. A todas las personas que  
me dieron fuerzas para seguir luchando hasta llegar al final de  
esta etapa de mi vida; en especial a DIANA MAGALY el amor  
de mi vida.*

*Max Henry Arévalo Reyna*

## ÍNDICE

RESUMEN .....	3
ABSTRACT .....	4
DEDICATORIA .....	5
I. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1 Generalidades. ....	14
1.2 Exploraciones preliminares orientadas a la investigación .....	14
1.3 Aspectos generales del estudio.....	14
1.3.1 Ubicación geográfica y límites .....	14
1.3.2 Accesibilidad.....	16
1.3.3 Aspecto socio – económico .....	17
1.3.4 Aspecto físico. ....	18
1.3.5 Tipo de suelo. ....	20
1.3.6 Vivienda. ....	22
1.3.7 Aspectos demográficos.....	23
1.3.8 Aspecto de infraestructura y servicios. ....	23
II.- MARCO TEORICO. ....	29
2.1 Antecedentes, planteamiento, delimitación y formulación del problema a resolver. ....	29
2.2 Objetivos .....	32
2.2.1 Objetivo general: .....	32
2.2.2 Objetivos Específicos .....	32
2.3 Justificación de la Investigación. ....	32
2.4 Delimitación de la Investigación. ....	33
2.5 Marco Teórico.....	33
2.5.1 Antecedentes de la investigación.....	33
2.5.2 Marco Teórico o Fundamentación Teórica de la investigación .....	36
2.5.3 Marco conceptual .....	60
2.5.4 Marco Histórico.....	66
2.6 Hipótesis A Demostrar .....	67
III.- MATERIALES Y METODOS .....	68
3.1 Materiales .....	68

3.1.1	Recursos Humanos .....	68
3.1.2	Recursos Materiales.....	68
3.1.3	Recursos de Equipos .....	68
3.1.4	Otros recursos .....	68
3.2	Metodología .....	69
3.2.1	Universo, Muestra Población.....	69
3.2.2	Sistema de Variables .....	69
3.2.3	Diseño Experimental de la Investigación .....	71
3.2.4	Diseño de Instrumentos. ....	72
3.2.5	Procesamiento de Información.....	73
IV.-	RESULTADOS .....	74
4.1	Análisis Global .....	74
4.1.1	Vulnerabilidad Física .....	74
4.1.2	Vulnerabilidad Funcional:.....	84
4.2	Resultado de entrevistas aplicadas en las instituciones públicas en la zona urbana de la ciudad de Saposoa. ....	89
V.-	ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS.....	98
5.1	Selección de alternativas .....	98
5.2	Contrastación de hipótesis .....	103
6.1	Conclusiones .....	105
6.2	Recomendaciones .....	106
VII.-	BIBLIOGRAFÍA .....	108
VIII.-	ANEXOS .....	110

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura N° 1</b> Mapa del distrito de Saposoa.....	15
<b>Figura N° 2</b> Toma satelital del área que ocupa la quebrada serrano.....	16
<b>Figura N° 3</b> Mapa de usos del Suelos en el área zona urbana de Saposoa.....	28
<b>Figura N° 4</b> Mapa de Niveles de vulnerabilidad de inundaciones en la zona urbana. ....	45
<b>Figura N° 5</b> Mapa de niveles de susceptibilidad de peligro ante deslizamiento. ....	49
<b>Figura N° 6</b> Mapa de Vulnerabilidad Física de Edificaciones Publicas y Privadas en la zona urbana ante la amenaza de Inundaciones.....	90
<b>Figura N° 7</b> Mapa de vulnerabilidad Funcional de Edificaciones Publicas y Privadas en la zona urbana ante la amenaza de Inundaciones.....	92
<b>Figura N° 8</b> Mapa de vulnerabilidad Física de Edificaciones Publicas y Privadas en la zona urbana ante la amenaza de Deslizamiento.....	94
<b>Figura N° 9</b> Mapa vulnerabilidad funcional de edificaciones públicas y privadas en la zona urbana ante la amenaza de deslizamiento. ....	96

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
<b>Cuadro N° 1</b> Límites del Área de la Quebrada Serrano.....	15
<b>Cuadro N° 2</b> Estudio de suelos de la trinchera de N°1. (Ubicación: Inicio del cauce en la zona Urbana).....	21
<b>Cuadro N° 3</b> Estudio de suelos de la trinchera N° 2. (Ubicación: Fin de Cauce de la Zona Urbana).....	22
<b>Cuadro N° 4</b> Análisis por sexo de la población.....	23
<b>Cuadro N° 5</b> Usos del Suelos en el área Urbana.....	27
<b>Cuadro N° 6</b> Matriz 3 Variables e indicadores ante inundaciones.....	33
<b>Cuadro N° 7</b> Matriz 4 de variables ante inundaciones (Metodología cualitativas)...	34
<b>Cuadro N° 8</b> Matriz 5 ponderación y valoración de variables de vulnerabilidad de las edificaciones ante inundaciones (Metodología Heurística).....	34
<b>Cuadro N° 9</b> Matriz 6 niveles de vulnerabilidad de las edificaciones ante inundaciones (Metodología Heurística).....	35
<b>Cuadro N° 10</b> Nivel de Vulnerabilidad Física.....	38
<b>Cuadro N° 11</b> Nivel de vulnerabilidad funcional.....	40
<b>Cuadro N° 12</b> Clases de vulnerabilidad funcional.....	42
<b>Cuadro N° 13</b> Niveles de vulnerabilidad de las edificaciones ante inundaciones – zona urbana de la quebrada Serrano.....	46
<b>Cuadro N° 14</b> Material Predominante Estructura – Edificaciones área Urbana, encuesta.....	74
<b>Cuadro N° 15</b> Material Predominante en las Paredes – Edificaciones área Urbana, Encuestas.....	75
<b>Cuadro N° 16</b> Material Predominante Cubierta – Edificaciones área Urbana, Encuestas.....	76
<b>Cuadro N° 17</b> Material Predominante Paredes– Edificaciones área Urbana, Encuestas.....	77
<b>Cuadro N° 18</b> Altura de Edificaciones – Edificaciones área Urbana, Encuestas.....	78
<b>Cuadro N° 19</b> Año de construcción – Edificaciones área Urbana, Encuestas.....	79
<b>Cuadro N° 20</b> Estado de conservación – Edificaciones área Urbana, Encuestas.....	80
<b>Cuadro N° 21</b> Suelo de Fundación – Edificaciones área Urbana, Encuestas.....	81
<b>Cuadro N° 22</b> Topografía del Terreno – Edificaciones área Urbana, Encuestas.....	82
<b>Cuadro N° 23</b> Forma de Construcción – Edificaciones área Urbana, Encuestas.....	83
<b>Cuadro N° 24</b> Horas de Ocupación – Edificaciones área Urbana, Encuestas.....	84
<b>Cuadro N° 25</b> Comité de Emergencias Institucionales – Edificaciones área Urbana, Encuestas.....	85
<b>Cuadro N° 26</b> Diseño de Origen – Edificaciones área Urbana, Encuestas.....	86
<b>Cuadro N° 27</b> Características de la Edificación – Edificaciones área Urbana, Encuestas.....	87
<b>Cuadro N° 28</b> Póliza de Seguros – Edificaciones área Urbana, Encuestas.....	88
<b>Cuadro N° 29</b> Constatación de la hipótesis.....	103



## ÍNDICE DE TABLA

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla N° 1</b> Criterio de Vulnerabilidad .....	30
<b>Tabla N° 2</b> Factores e indicadores de vulnerabilidad .....	31
<b>Tabla N° 3</b> Nivel de susceptibilidad al Peligro .....	49
<b>Tabla N° 4</b> Indicadores de la dimensión estructural .....	51
<b>Tabla N° 5</b> Características de indicadores de vulnerabilidad de las edificaciones ....	52
<b>Tabla N° 6</b> Indicadores de la dimensión funcional .....	54
<b>Tabla N° 7</b> Características de Variables e Indicadores de Vulnerabilidad funcional de la edificación .....	54
<b>Tabla N° 8</b> Ponderación de Vulnerabilidad Física ante Inundaciones .....	56
<b>Tabla N° 9</b> Ponderación de Vulnerabilidad Física ante Deslizamientos .....	56
<b>Tabla N° 10</b> Ponderación de Vulnerabilidad Funcional ante la amenaza de inundaciones .....	57
<b>Tabla N° 11</b> Ponderación de Vulnerabilidad Funcional ante la amenaza de Deslizamiento .....	57
<b>Tabla N° 12</b> Nivel de Vulnerabilidad .....	58
<b>Tabla N° 13</b> Áreas y componentes de la Gestión del Riesgo .....	61
<b>Tabla N° 14</b> Variable Independiente .....	70
<b>Tabla N° 15</b> Variable dependiente .....	71
<b>Tabla N° 16</b> Nivel de vulnerabilidad física ante la amenaza de inundaciones .....	98
<b>Tabla N° 17</b> Nivel de vulnerabilidad física ante la amenaza de deslizamiento .....	99
<b>Tabla N° 18</b> Nivel de vulnerabilidad funcional ante la amenaza de inundaciones....	100
<b>Tabla N° 19</b> Nivel de vulnerabilidad funcional ante la amenaza de deslizamiento ...	101
<b>Tabla N° 20</b> Caracterización de las Amenazas (deslizamiento e Inundaciones), de la zona urbana .....	102

## ÍNDICE DE GRÁFICO

	<b>Pág.</b>
<b>Gráfico N° 1</b> Población por sexo del área urbano de la ciudad de Saposoa.....	23
<b>Gráfico N° 2</b> Usos de Suelo – Zona Urbana. ....	27
<b>Gráfico N° 3</b> Material Predominante Estructura .....	74
<b>Gráfico N° 4</b> Material Predominante Paredes .....	75
<b>Gráfico N° 5</b> Material Predominante en la Cubierta.....	76
<b>Gráfico N° 6</b> Material Predominante Paredes .....	77
<b>Gráfico N° 7</b> Altura de Edificaciones .....	78
<b>Gráfico N° 8</b> Año de construcción .....	79
<b>Gráfico N° 9</b> Estado de Conservación .....	80
<b>Gráfico N° 10</b> Suelo de Fundación de la Edificación.....	81
<b>Gráfico N° 11</b> Topografía del Terreno. ....	82
<b>Gráfico N° 12</b> Forma de Construcción .....	83
<b>Gráfico N° 13</b> Horas de Ocupación de los ambientes.....	84
<b>Gráfico N° 14</b> Comité de Emergencias Institucionales – Edificaciones área Urbana, Encuestas .....	85
<b>Gráfico N° 15</b> Diseño de Origen .....	86
<b>Gráfico N° 16</b> Características de la edificación .....	87
<b>Gráfico N° 17</b> Póliza de Seguros.....	88
<b>Gráfico N° 18</b> Vulnerabilidad Física de Instituciones Públicas y Privadas de la zona urbana de la ciudad de Saposoa .....	91
<b>Gráfico N° 19</b> Vulnerabilidad funcional de Instituciones Públicas y Privadas de la zona urbana de la ciudad de Saposoa.....	93
<b>Gráfico N° 20</b> Vulnerabilidad Física de Instituciones Públicas y Privadas de la zona urbana de la ciudad de Saposoa ante la amenaza de deslizamiento. ....	95
<b>Gráfico N° 21</b> Vulnerabilidad Funcional de Instituciones Públicas y Privadas de la zona urbana de la ciudad de Saposoa ante la amenaza de deslizamiento. ....	97

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo N° 1</b> Mapa de Ubicación de la Ciudad de Saposoa.....	110
<b>Anexo N° 2</b> Mapa Hidrológico de la Ciudad de Saposoa.....	111
<b>Anexo N° 3</b> Mapa Geomorfológico y Ubicación del Sector Crítico.....	112
<b>Anexo N° 4</b> Mapa de uso actual del suelo. ....	113
<b>Anexo N° 5</b> Mapa de conservación de viviendas. ....	114
<b>Anexo N° 6</b> Mapa de niveles de vulnerabilidad ante amenaza de inundaciones. ...	115
<b>Anexo N° 7</b> Mapa de niveles de susceptibilidad de peligro ante deslizamiento en la zona urbana de la ciudad de Saposoa. ....	116
<b>Anexo N° 8</b> Mapa de vulnerabilidad física de edificaciones públicas y privadas ante el riesgo de inundaciones. ....	117
<b>Anexo N° 9</b> Mapa de vulnerabilidad funcional de edificaciones públicas y privadas ante el riesgo de inundaciones. ....	118
<b>Anexo N° 10</b> Mapa de vulnerabilidad física de edificaciones públicas y privadas ante la amenaza de deslizamiento. ....	119
<b>Anexo N° 11</b> Mapa de vulnerabilidad funcional de edificaciones públicas y privadas ante la amenaza de deslizamiento ....	120
<b>Anexo N° 12</b> Formato de entrevistas a las edificaciones públicas y privadas de la zona urbana de la ciudad de Saposoa.....	121
<b>Anexo N° 13</b> Base de datos de vulnerabilidad física ante la amenaza de inundación.....	122
<b>Anexo N° 14</b> Base de datos de vulnerabilidad física ante la amenaza de deslizamiento.....	123
<b>Anexo N° 15</b> Base de datos de vulnerabilidad física ante la amenaza de deslizamiento.....	124
<b>Anexo N° 16</b> Base de datos de vulnerabilidad funcional ante la amenaza de deslizamiento.....	125
<b>Anexo N° 17</b> Presupuesto utilizado en el estudio.....	126
<b>Anexo N° 18</b> Cronograma de trabajo desarrollado.....	127
<b>Anexo N° 19</b> Ayuda de Estudio de Suelos del Sector Tigrillo de la Quebrada Serrano.....	128

## I. INTRODUCCIÓN

La ciudad de Saposoa históricamente se ha visto afectado por eventos adversos, tales como: precipitaciones, deslizamientos e inundaciones, cuyos efectos en lo social, la infraestructura, la economía, el ambiente, ha interrumpido el proceso de desarrollo local. Lo cual ha puesto en evidencia el alto grado de vulnerabilidad existente en la ciudad y en especial en la zona urbana y constituye la razón fundamental para la elaboración del presente estudio.

Para la consecución del estudio del “Análisis de la Vulnerabilidad físico estructural y funcional en edificaciones públicas y privadas ante el riesgo de inundaciones generadas por el desborde de la quebrada serrano en el sector urbano de la ciudad de Saposoa” se plantearon como objetivo específico: elaborar un diagnóstico situacional del sector urbano de la ciudad de Saposoa en el área de influencia de la quebrada serrano; identificar los diferentes factores de vulnerabilidad físico estructural y funcional en las diferentes viviendas e instituciones públicas desarrollando una herramienta para la determinación del riesgo asociado a la vulnerabilidad física y elaborar el mapa temático de vulnerabilidad de la zona urbana identificando el nivel de riesgo; en base a los cuales se desarrolló la investigación de manera consecutiva a fin de identificar los niveles de vulnerabilidad existente.

Es así que para el desarrollo de la presente investigación se utilizó el tipo de estudio no experimental, analítico, descriptivo y transversal debido a que se va relacionando las características de las edificaciones y que pueden generar condiciones de vulnerabilidad ante posibles eventos (deslizamiento e inundaciones). Para ello se realizó un muestreo simple a instituciones públicas, privadas y viviendas al largo de la quebrada serrano en la zona urbana de la ciudad de Saposoa.

Para lo cual se ha recolectado información a través de fuentes secundarias tales como: estudios e información técnica disponibles de reconocidas instituciones que trabajan en el tema de gestión de riesgo a nivel nacional e internacional, así como de páginas especializadas de internet; a la vez se ha recolectado información a través de fuentes primarias mediante la entrevista dirigida a las personas que viven en la zona afectada, así como también se realizaron recorridos de observación para la información de campo.

## **1.1 Generalidades**

La Investigación llenara un vacío de información con relación al estado de peligro y Vulnerabilidad por la ocurrencia de inundaciones generadas por el desborde de la quebrada serrano, en el sector urbano de la ciudad de Saposoa, desarrollando como propuesta un Plan de uso del suelo que será el instrumento técnico – normativo que garantice el desarrollo urbano sobre zonas físicamente estables en el sector urbano de la ciudad.

De esta manera al incorporar mesas de trabajo para discutir esta problemática, la comunidad contará con información detallada y será más fácil poder constatar los posibles riesgos y consecuencias que pueden conllevar un proyecto de desarrollo del sector mencionado y proponer acciones correctivas al respecto.

## **1.2 Exploraciones preliminares orientadas a la investigación**

La presente Tesis está limitada al análisis del Riesgo y Vulnerabilidad por la Ocurrencia de Inundaciones Generadas por el Desborde de la Quebrada Serrano y el área de influencia urbana. No existen antecedentes de investigaciones documentales sobre los servicios en el Sector urbano de la ciudad de Saposoa en el área de influencia de la quebrada Serrano.

## **1.3 Aspectos generales del estudio**

A continuación, se presenta algunos aspectos que enmarcan e ilustran mejor la concepción de la investigación.

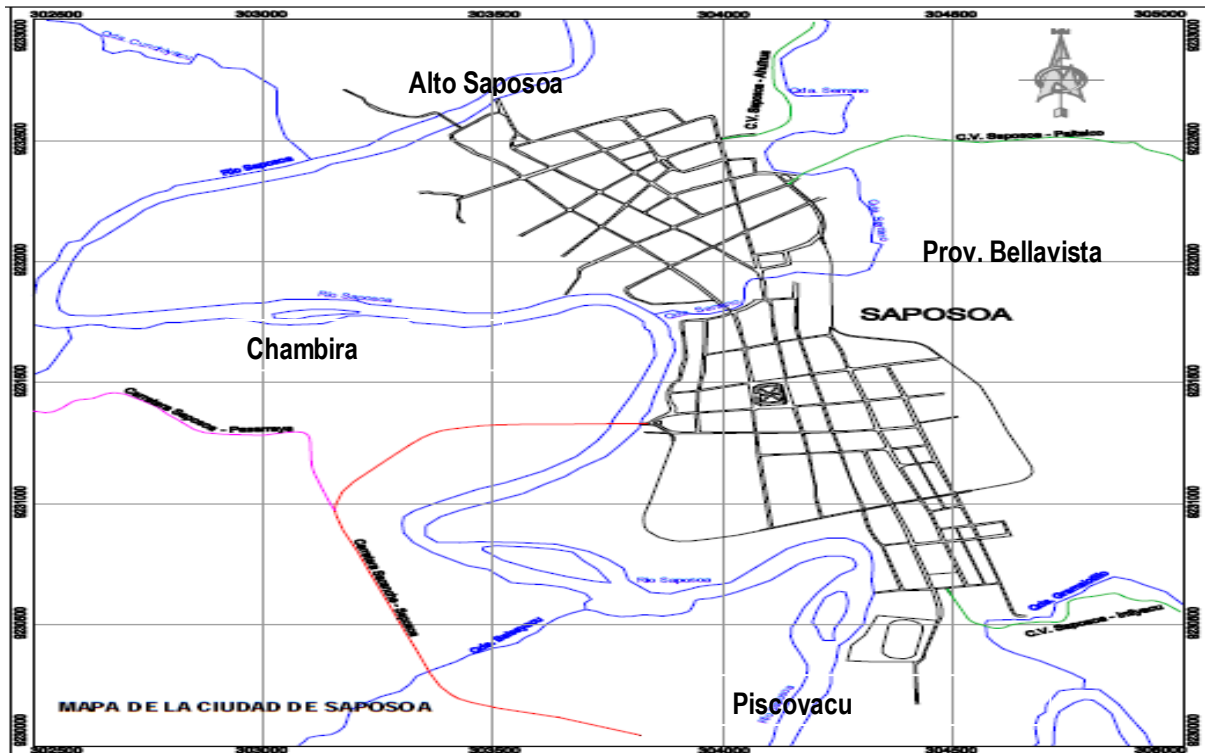
### **1.3.1 Ubicación geográfica y límites**

El distrito de Saposoa se localiza en la parte céntrica de la provincia de Huallaga, departamento de San Martín, capital del distrito del mismo nombre y de la Provincia ya mencionada. Tiene una extensión de 5,253.87 Km<sup>2</sup> y alberga a un total de 11,992 habitantes al 2014, con una densidad de bruta promedio de 4.64 hab/ha. Se encuentra asentada al borde del río Saposoa con una altitud de 307 m.s.n.m.

Limita por el norte con el distrito de Alto Saposoa, por el sur con el distrito de Piscoyacu, por el Este con la Provincia de Bellavista y por el oeste con el Centro Poblado de Chambira y los Ángeles, ver Figura N° 1.



**Figura N° 1** Mapa del distrito de Saposoa.



**Fuente:** Propia

El área de la quebrada serrana materia de estudio que traslada sus agua de Este a Oeste para desembocar en el río Saposoa el cual se encuentra localizada en la parte central de la ciudad e Saposoa, limita de la siguiente manera, ver cuadro N° 1.

**Cuadro N° 1** Límites del Área de la Quebrada Serrano.

Límites	Altitud	Superficie (Ha)	Población	Categoría
Sur: Primer Cuartel	311 m.s.n.m	614.940	560	Urbanización
Norte: Segundo Cuartel	309 m.s.n.m	10084.07	840	Urbanización
Este: Colinas Tigrillo	395 m.s.n.m	4643.414	-	otros
Oeste: Río Saposoa	304 m.s.n.m	-	-	otros

**Fuente:** Plan vial de la Provincia de Huallaga 2012-219

Para efectos de este estudio se consideró el área comprendida ente el Malecón Humberto Torres Cuadra 1 (desembocadura de la quebrada), con una altura de 304 m.s.n.m. hasta el sector tigrillo (inicio de la zona urbana) con una altura de 311 m.s.n.m, teniendo una extensión de 15,342.424 ha. Aproximadamente, pues estas son las áreas pobladas, ver Figura N° 2.

**Figura N° 2** Toma satelital del área que ocupa la quebrada serrano.



**Fuente:** Google Earth año 2012.

### 1.3.2 Accesibilidad

La zona urbana de la quebrada serrano, se encuentra comunicado por medio de la vía principal asfaltada Tarapoto - Saposoa; con un recorrido aproximado de viaje en auto de 02 horas desde la ciudad de Tarapoto capital económica de la región san Martín.

El área de estudio posee un sistema de viabilidad en regulares condiciones, es recorrida en sentido a la quebrada serrano de forma longitudinal, destacando la variación de la misma a ambas márgenes de la quebrada y por ello existen puentes con características que incrementa la probabilidad de severidad de algún evento que se presente.

### **1.3.3 Aspecto socio – económico**

En la cuenca de la quebrada Serrano, separa a la zona urbana de la ciudad de Saposoa en dos barrios conocidos como primer cuartel margen derecha y segundo cuartel margen izquierda.

La población que está asentada tanto a lo largo del margen derecho como izquierdo es de 1500 habitantes, conformando por cuatro grupos sociales que pertenecen a diferentes organizaciones territoriales las cuales son:

Vecinos de la parte baja.

Asociación de comerciante del mercado central, parte céntrica de la zona urbana.

Sector turístico.

Sector tigrillo.

Todos los habitantes de la zona en estudio representan el 11.40% de la población del distrito de Saposoa de la cuales 720 son mujeres y 780 varones. La actividad económica principal de la zona urbana del distrito de Saposoa en el sector de la quebrada serrano es el comercio (mercado central) y la agricultura. Otros grupos importantes trabajan en la ciudad.

En la zona urbana de la ciudad de Saposoa, en el sector de la quebrada serrano, no existen industrias de importancia, pero si recreo turísticos de relevancia para la población tales como Ache Pati, el malecón Humberto Torres, Puerto Tocache entre otros.

El comercio constituye la principal fuente de ingresos para los habitantes de la zona urbana de la ciudad de Saposoa, debido a que en esa zona se encuentra el mercado central de la ciudad de Saposoa con un 40% de superficie del área de estudio y el turismo y agricultura en proporciones menores.

Además, en base al análisis realizado a la categoría ocupacional se identifican 3 principales fuentes de empleo para la población del área de la zona urbana de la quebrada serrano; es así que la mayor parte de personas depende laboralmente del empleo en el sector público, seguido por la población que depende del empleo en el sector privado y/o labra por cuenta propia.

### 1.3.4 Aspecto físico

#### a. Geología y Geotecnia

La evaluación geológica y geotécnica realizada ha tenido como finalidad, evaluar las condiciones geológicas y geotécnicas del área de riesgo y su área de influencia, en relación con la vulnerabilidad que presente a procesos geomorfológicos exógenos, las cuales se presentan en cierta periodicidad, durante las crecidas de la quebrada Serrano, tal como la erosión de la zona urbana de la misma, así como también y en los últimos años la ocurrencia de inundaciones.

**Estratigrafía.** - En la columna geológica de la zona urbana. La posición de las formaciones geológicas son las mismas que se extienden desde la zona de Saposoa hacia Juanjuí con dirección SE. Desde la más moderna a la más antigua (Del Carmen Pizarro J. , 2011).

#### 1. Formación cuaternaria.

Depósitos fluviales del holoceno.

Depósitos aluviales del holoceno.

Depósitos fluviales del pleistoceno.

#### 2. Formación del terciario – cuaternario.

Formación Saposoa.

#### 3. Formación del terciario.

Formación Chambira.

Formación yahuarango.

#### 4. Formación Cretácea.

Formación chonta.

Grupo oriente.

#### 5. Formación del jurásico

Formación Sarayaquillo.

**Estructuras Geológicas.** - En el valle que forma la quebrada serrano, el tramo en peligro de riesgo y vulnerabilidad, se ubica en la franja sub andina Nor oriente (ultimo contrafuerte andino) la cual está incluida en la cuenca sedimentaria mesocenozoica del rio Huallaga.

La región sub andina, ha soportado una constante deformación durante el neógeno (terciario superior), lo que ha originado estructuras regionalmente alineadas, como pliegues y fallas longitudinales que tiene un rumbo SE, las fallas transversales a la deformación general, tiene un rumbo NE, son poco significativas. En la zona en se observa pliegues, pero no fallas.

#### **b. Geomorfología**

En la microcuenca de la quebrada serrano se pueden diferenciar dos unidades de relieve bien diferenciadas: las vertientes y los fondos de valle. Esta microcuenca ha experimentado procesos de modelado similares al conjunto montañoso en el cual se ubica (en la cuenca hidrográfica del Huallaga central).

Es necesario, por lo tanto, tomar en cuenta diferentes factores que directa o indirectamente intervienen en el modelado de las montañas, como: la altitud, factor que interfiere directamente en el clima, de allí a que determine la sucesión de pisos climáticos, en los cuales se desarrollan diferentes procesos morfogenéticos.

El relieve modifica también el clima que junto con la inclinación de las vertientes acrecienta los procesos de orden mecánico y sobre todo los movimientos de masa y el escurrimiento.

La expresión geomorfológica, es consecuencia de las estructuras originadas por los procesos tectónicos recientes, como el plegamiento y fallamiento, también depende del tipo de litología de las formaciones, así como los procesos geomorfológicos de meteorización y erosión.

Esta parte de la faja sub-andina se encuentra en la cuenca hidrográfica del Huallaga Central, constituyendo una zona montañosa cubierta de vegetación boscosa localizada al este de la Cordillera Oriental.

El relieve de las geomorfos incluye cadenas montañosas alargadas y depresiones topográficas, condicionadas en gran parte por las estructuras de deformación tectónica, desarrolladas en las secuencias de rocas cenozoicas y mesozoicas. Las cadenas de montañas coinciden en los anticlinales.

Las formaciones tienen su expresión topográfica característica, que dependen de la dureza de las rocas de las cuales están constituidas.



### **c. Hidrografía**

Según (SENAMHI, 1999 - 2008), menciona que la información pluviométrica registrada durante el período: 1999 - 2008 en la Estación CO SAPOSOA de propiedad y bajo la operación del SENAMHI, se puede apreciar que en el ámbito del estudio la hidrología se caracteriza por presentar dos estaciones hidrológicas ligeramente húmedas la primera durante los meses de Febrero a Mayo, con láminas que van hasta los 184.60 mm mensuales y la segunda entre Octubre y Diciembre, con láminas que alcanzan hasta los 180.20 mm mensuales y también dos épocas ligeramente secas, la primera durante el mes de Enero con láminas de hasta 91.80 mm al mes y la segunda comprendida entre los meses Junio - Setiembre con láminas también de hasta 61.20 mm mensuales.

Sin embargo, en los últimos años el ciclo hidrológico viene sufriendo alteraciones en su comportamiento, presentando una variación tanto espacial, así como temporal, con una característica principal de que las mayores precipitaciones ocurren en la parte alta de la cuenca, que son las que ocasiona las inundaciones en la parte media y baja (donde se ubica la ciudad de Saposoa). En tal sentido, existe una relación directa: precipitación – escorrentía.

En cuanto a la evaporación, en la época seca, ésta alcanza valores mayores que la lámina de precipitación, que da origen a las sequías y lo contrario sucede en la época lluviosa en que las láminas de precipitación superan las de evaporación, originándose el escurrimiento en toda la red hidrográfica de la provincia de Huallaga.

#### **1.3.5 Tipo de suelo.**

Según (Del Carmen Pizarro D. , 2011), menciona que el aspecto es fundamental, ya que permite determinar aquellas zonas apropiadas e inapropiadas para cada tipo de uso, ya sea, agrícola, pecuario, forestal, urbanista o recreación.

Los suelos que constituyen los pequeños taludes y barrancos del margen izquierdo de la quebrada serrano donde se asienta parte de la población de la ciudad de Saposoa. Describiéndose también su disposición estratigráfica. Estos taludes y barrancos, en las épocas de crecidas de la quebrada serrano, son susceptibles, los primeros de sufrir inundaciones y los segundos erosión.

Por las observaciones de superficie y las trincheras excavadas en los taludes del cauce, se ha determinado que la margen izquierda está constituida por suelos aluviales del tipo de: arcillas, arenas, gravas y cantos rodados.

Durante la fase de trabajamos de campo, se ha realizado la excavación de dos trincheras en el talud del cauce, de la zona urbana de la quebrada Serrano, que se presenta a continuación en el cuadro N° 2.

**Cuadro N° 2** Estudio de suelos de la trinchera de N°1. (Ubicación: Inicio del cauce en la zona Urbana).

HORIZONTE	PROFUNDIDAD	CARACTERÍSTICA DEL SUELO
1	0.00 - 0.30	<b>Suelo orgánico OL</b> , compuesto por arcilla color marrón, limo y arena color gris claro. Presencia de raicillas.
2	0.30 - 0.60	<b>Arena Limosa SM</b> , ligeramente compacta, de color marrón claro.
3	0.60 - 1.80	<b>Arcilla inorgánica CH</b> , color marrón claro. Arena suelta color ligeramente anaranjado.
4	1.80 – 3.55	<b>Arcilla Arenosa CL</b> , color marrón claro, presencia de lentes de arena ligeramente gruesa.
5	3.55 - 4.15	<b>Grava mal graduada GP</b> , de color gris plomiza, con cantos rodados de grandes a pequeños (½”) con cierto porcentaje de arena gruesa y fina.

**Fuente:** Estudio de suelos del proyecto, Instalación de los Servicios de Encausamiento de la quebrada Serrano, Sector Tigrillo, Saposoa. 2011.

**Cuadro N° 3** Estudio de suelos de la trinchera N° 2. (Ubicación: Fin de Cauce de la Zona Urbana).

HORIZONTE	PROFUNDIDAD	CARACTERÍSTICA DEL SUELO
1	0.00 - 0.40	<b>Suelo orgánico OL</b> , con presencia de arcillas, compuesto por arcilla color marrón claro y algo de arena color gris claro
2	0.40 - 1.35	<b>Arena Limosa SM</b> , suelta de color gris claro, algo de arcilla y limo.
3	1.35 - 2.35	<b>Arcilla inorgánica CH</b> , color marrón claro. Presencia de arena fina color gris claro.
4	2.35 – 3.55	<b>Arcilla Arenosa CL</b> , color beige claro.
5	3.55 - 4.30	<b>Grava mal graduada GP</b> , de color gris plomiza, con cantos rodados de grandes a pequeños ( $\frac{1}{2}$ " ) con cierto porcentaje de arena gruesa y fina.

**Fuente:** Estudio de suelos del proyecto, Instalación de los Servicios de encausamiento de la quebrada Serrano, Sector Tigrillo, Saposoá. 2011.

### 1.3.6 Vivienda.

Según él (INEI, 2011), En la zona urbana de la ciudad de Saposoá, se han construido diferentes tipos de vivienda de acuerdo al clima, pero son viviendas con muy poca calidad en diseño y construcción.

El Uso de Vivienda, se caracteriza por viviendas exclusivas en lotes de entre 100 a 350 m<sup>2</sup> en las áreas de viviendas contiguas, así como en la periferia viviendas huerto y zonas donde crían sus animales domésticos.

El tipo de construcción utilizada es en su mayoría casas de una y dos plantas de características estructurales sencillas y denominadas modelos rurales. Sin embargo, existen remodelaciones a convenio de los particulares sin el debido control y supervisión, así también ampliaciones urbanas autorizadas por la alcaldía.

Se puede decir que el 59% de las personas cuentan con viviendas seguras en términos de calidad de vida, pero totalmente expuestas a la amenaza de desborde.

### 1.3.7 Aspectos demográficos

**Población.** - En toda la ciudad de Saposoa la población llega a 2,320 habitantes de los cuales 1,500 están asentados cerca de las orillas de la quebrada serrano, zona urbana de la ciudad, donde 720 son mujeres y 780 varones, el cual se puede observar en el siguiente cuadro 4 y gráfico N° 1.

**Cuadro N° 4** Análisis por sexo de la población.

Clasificación por sexo		
Sexo	Casos	%
Hombres	780	52%
Mujeres	720	48%

**Fuente:** Encuesta realizada a la población de la zona.

**Gráfico N° 1** Población por sexo del área urbano de la ciudad de Saposoa.



**Fuente:** Encuesta realizada por el autor.

### 1.3.8 Aspecto de infraestructura y servicios

#### 1.3.8.1 Infraestructura en la zona urbana de la quebrada Serrano

Existen una diversidad de edificaciones públicas y privadas, con alcance local y/o sectorial, sobre las cuales surge dinámica del desarrollo de la población así tenemos:

##### a. En el ámbito privado

En ciudad de Saposoa área urbana de la zona de estudio existen varias edificaciones privadas que para el ámbito de este estudio lo detallamos a continuación: Transporte,

Templos Religiosos. Asociaciones y Organizaciones Sociales, Sedes Sociales, Casas de salud y Viviendas.

#### **b. En el ámbito público**

En ciudad de Saposoa área urbana de la zona de estudio se encuentran centralizada la mayor cantidad de instituciones públicas entre las que detallamos:

##### **Área Recreacional**

Polideportivo del Segundo cuartel.

Glorieta del Mirador Ecoturístico Josué Alvarado.

##### **Área industrial**

Planta de Electro Oriente.

##### **Área Educativa.**

La I.E. 081 (Nivel Primario).

I.E.I Noemí Peña Herrera.

La I.E. 0162 Rosa Armengola Ochoa (Nivel Primaria y Secundaria).

##### **Área comercial**

Mercado Modelo

Pollerías, Boticas.

Recreos turísticos

##### **Otros Usos**

Local de Bomberos

Pollerías, Boticas

#### **1.3.8.2 Servicios Básicos**

Según Municipalidad provincial de Huallaga (MPH, 2012), menciona la población asentada en la zona urbana de la ciudad de Saposoa tiene acceso a varios servicios básicos y saneamiento que para objeto de este estudio se describe únicamente para la zona habitada a lo largo de la quebrada Serrano, lo cual se describe a continuación:



**a. Agua potable y Alcantarillado**

El servicio de agua en la zona urbana de la quebrada serrano, está a cargo de la empresa EMAPA SAN MARTIN, filial Saposoa, quien abastece a toda la población del área de estudio, cuyo tratamiento es potabilizado cumpliendo con las normas técnicas establecidas.

Respecto al alcantarillado, existen de tipo combinado, (aguas lluvia y aguas servidas) que funcionan a través de tuberías de cemento, cuyo diseño consta de un colector general que permite descargar en los emisores que se encuentran localizados a lo largo de la quebrada serrano, lo que causa contaminación de la misma, pero en ciertos lugares la eliminación se hace en pozos sépticos, letrinas y a veces al aire libre.

**b. Residuos Sólidos**

La recolección de residuos sólidos la realiza la Municipalidad Provincial de Huallaga, todos los días, pagando por los servicios salvo en los lugares que no tienen acceso los lugareños tienen que recurrir a verterlas en el cauce de la quebrada Serrano, ocasionando en épocas de grandes avenidas el embalsamiento de su cauce.

**c. Energía eléctrica**

El servicio de energía eléctrica es dado por la empresa Electro Oriente – Filial Saposoa, cuyas oficinas se encuentran en el Av. Lima de la ciudad de Saposoa. En Saposoa existe deficiente iluminación en áreas públicas en diferentes lugares, principalmente en las áreas rurales, caso de caminos de herradura.

**d. Drenaje Fluvial**

El drenaje más importante del sector urbano de la quebrada Serrano es el río Sapo. Existen drenajes menores artificiales que atraviesan el sector en ambos márgenes. Dentro del sistema de drenaje debemos mencionar la tubería de abastecimiento que pasa por el área de estudio, transversal a las calles de acceso a la margen izquierda de la ciudad de Saposoa, denominado Segundo Cuartel, cuyas fuentes se ubican en la misma.

**1.3.8.3 Edificaciones esenciales consideradas para el presente estudio**

Debido a la gran cantidad de edificaciones públicas existentes en la zona urbana de la ciudad de Saposoa, para objeto de este estudio se han considerado únicamente las edificaciones esenciales, puesto que son estas las que deben permanecer

operativas luego de ocurrido un evento adverso. Es así que han considerado a las siguientes instituciones:

**Cuerpo de Bomberos de Saposoa**, es una entidad pública cuya función es eminentemente técnica para salvar las vidas y proteger bienes a través de la atención efectiva de emergencias y Gestión del Riesgo, sembrando una cultura de prevención y alerta temprana para la seguridad y bienestar de la sociedad.

**Ministerio de Educación (Instituciones Educativas)**, son entidades públicas cuya función es la de garantizar el acceso y calidad de la educación inicial, básica a los habitantes del territorio nacional, mediante la formación integral holística e inclusiva de niños, niñas, jóvenes y adultos, tomando en cuenta la interculturalidad, la plurinacionalidad, las lenguas ancestrales y género desde un enfoque de derecho y deberes para fortalecer el desarrollo social, económico y cultural de la comunidad Saposoina.

**Ministerio Público**, es una entidad pública, cuya misión es dirigir la investigación pre-procesal y procesal penal, ejerciendo la acción pública con sujeción al debido proceso y el respeto a los derechos Humanos, brindando servicios de calidad y calidez en todo el distrito de Saposoa y zona urbana de la misma.

**Electro Oriente Filial Saposoa**, es una entidad pública, cuya función es la de proporcionar el bienestar de sus clientes, garantizando la distribución de energía eléctrica través del cumplimiento de normas de calidad, confiabilidad y universalidad, utilizando procesos consistentes basados en un talento humano comprometido.

**Recreos Turísticos**, entidades privadas para la recreación y esparcimiento para la población brindando bienestar a sus clientes.

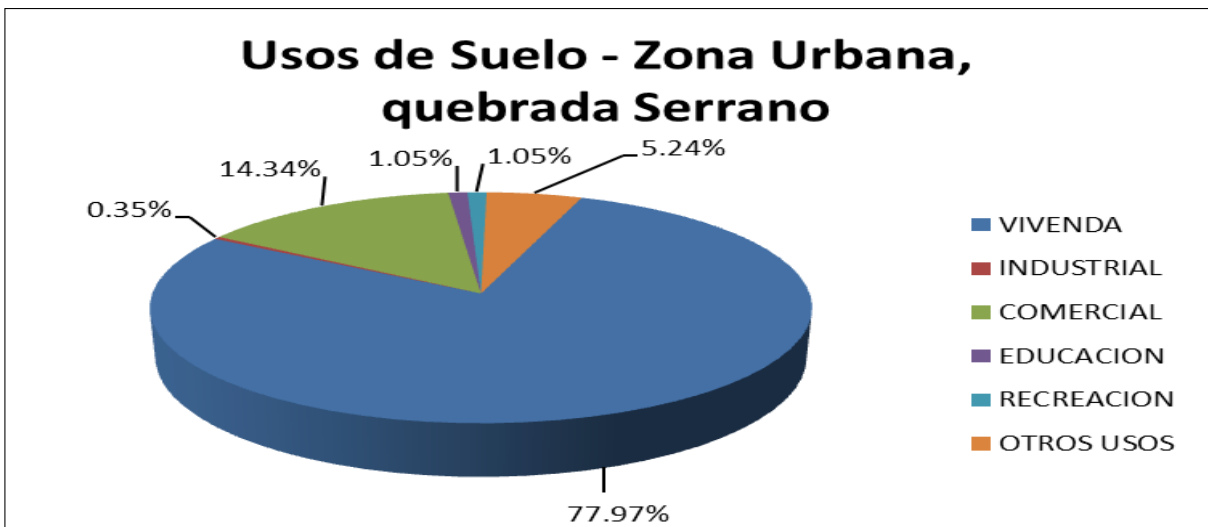
#### **1.3.8.4 Usos del suelo de la zona urbana de la cuenca de la quebrada Serrano.**

En la zona urbana de la cuenca de la quebrada serrano el uso predominante es del uso vivienda que representa el 77.97% del área total, siguiendo los usos comerciales con el 14.34%, otros usos con el 5.24%, mientras que Educación y Recreación con un 1.05% y el área industrial con el 0.35%, tal como se puede observar en el cuadro 5 y la figura 3 mapa de usos.

**Cuadro N° 5** Usos del Suelos en el área Urbana.

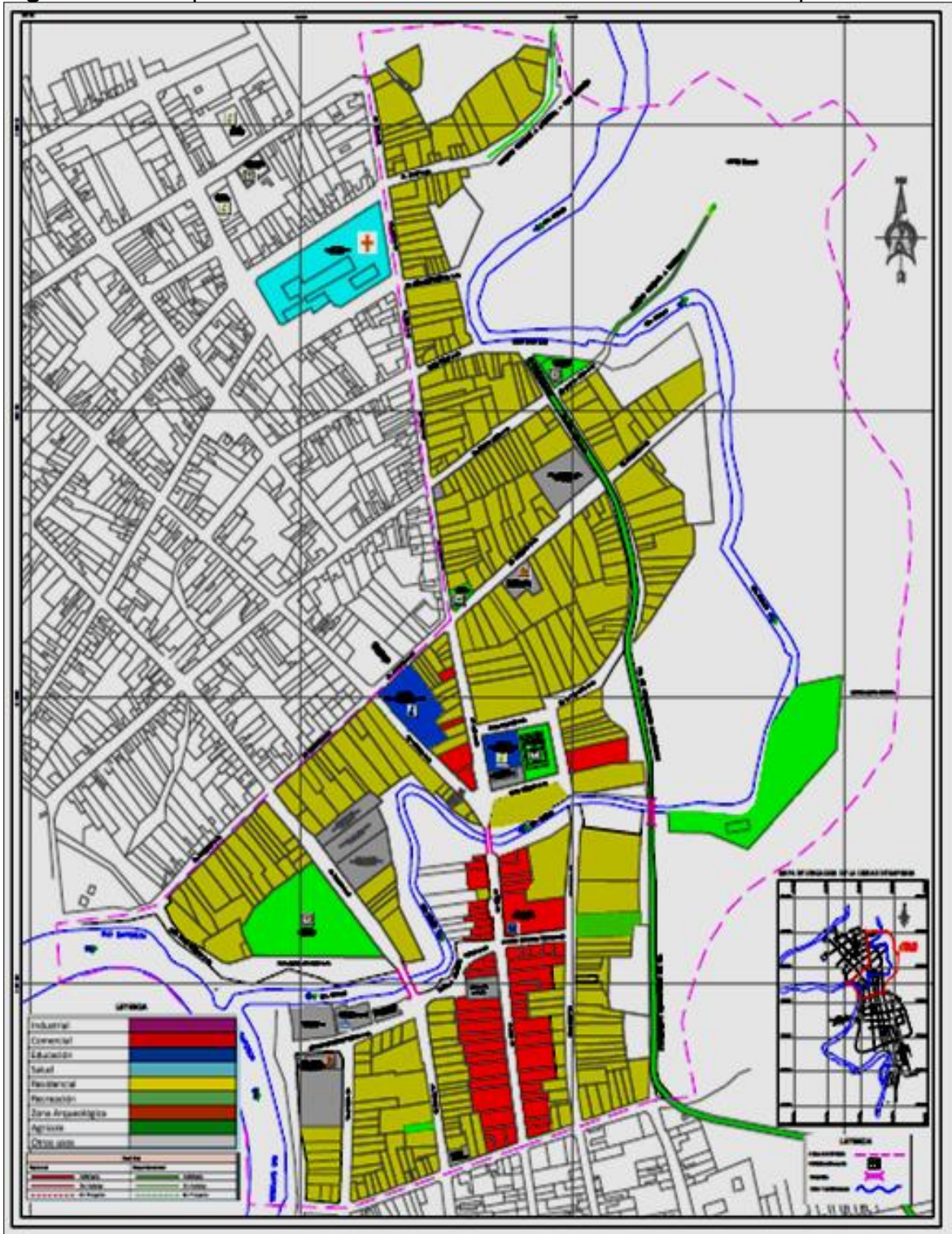
Usos del suelo	Has	%
Vivienda	223	77.97
Industrial	1	0.35
Comercial	41	14.34
Educación	3	1.05
Recreación	3	1.05
Otros usos	15	5.24
<b>TOTAL</b>	<b>285</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Encuesta realizada a la población de la zona.

**Gráfico N° 2** Usos de Suelo – Zona Urbana.

**Fuente:** Encuesta realizada a la población de la zona.

Figura N° 3 Mapa de usos del Suelos en el área zona urbana de Saposoa.



Fuente: Datos de la encuesta realizada a la población de la zona

## **II.- MARCO TEORICO**

### **2.1 Antecedentes, planteamiento, delimitación y formulación del problema a resolver.**

En los últimos 25 años Saposoa ha sido uno de las ciudades más afectados y expuestos a las amenazas por desastres naturales del tipo: deslizamientos e inundaciones.

La quebrada Serrano, es un sector de alta vulnerabilidad, determina amenazas latentes a la comunidad asentada en la cuenca de la quebrada Serrano. A través del tiempo la quebrada antes mencionada ha sido afectados por la intensidad del invierno que ha generado emergencias en las edificaciones a lo largo del área de influencia por fenómenos naturales como han sido los deslizamientos e inundaciones generadas por el desborde, que han afectado a las viviendas con pérdida material y vidas humanas.

Según el plan de ordenamiento territorial de la municipalidad provincial de Huallaga 2012: en enero del año 1995 la quebrada Serrano origino deslizamiento y derrumbes, sumando al flujo de escombros e inundaciones a lo largo de la zona de estudio causando la muerte de 2 personas y 120 damnificados y 2 viviendas arrasadas. Cabe recalcar también el 20 de febrero del 2013, sucedió el desbordamiento de la quebrada produciendo daños de consideración en todo el trayecto de su cauce y por ende afectando en su totalidad a todas las viviendas que se asientan en su área de influencia, ocasionando la pérdida de una persona y 350 damnificados. Es por esta razón la necesidad de desarrollar este estudio de investigación. Como antecedentes relacionados con el trabajo podemos citar los siguientes:

#### **Investigación Internacional**

**Criterios para la Evaluación de Amenazas por Deslizamiento e Inundaciones** (COPECO – HONDURAS, 2013), en este estudio nos presenta la importancia de la utilización de mapas de amenazas y/o riesgo desde la perspectiva del conocimiento, la reducción y el manejo de los desastres, siendo el propósito de aplicar directamente en planificación o desarrollo urbano para evitar el poblamiento en la

zonas con amenazas existente, el cual en la presente investigación tomaremos como guía para el mapeo correspondiente.

### **Investigación Nacional**

**Estudio de amenazas ante eventos de movimiento de masas e inundaciones, áreas críticas y medidas de mitigación en la Región Cusco** (Centro de Estudios y Prevención de Desastres – PREDES, 2009), en este estudio presenta un diagnóstico de los procesos de movimientos en masas y ocurrencia de inundaciones que ocurren frecuentemente en la región Cusco estableciendo mediante cuadros la vulnerabilidad física y el nivel de peligro que se tomara como guía para la elaboración del presente estudio que a continuación se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla N° 1** Criterio de Vulnerabilidad

<b>CRITERIO</b>	<b>VULNERABILIDAD</b>
Alejado de zonas de peligro, ubicada en zonas físicamente estables.	Bajo
Próximo a zonas de peligro, ubicada en zonas físicamente estables próximas a zonas inestables	Medio
Muy próximo a zonas de peligro, ubicada en zonas físicamente en zonas inestables	Alto
Ubicada sobre zona de alto peligro físicamente inestable.	Muy alto

**Fuente:** Centro de Estudios y Prevención de Desastres – PREDES, 2009)

### **Investigación Regional**

**Plan Regional de Contingencia** (SIREDECI-2013), en su investigación establece que el análisis de vulnerabilidad está referido a la evaluación de la exposición, fragilidad y resiliencia. Teniendo como referencia la localización de sitios potencialmente INSEGUROS, determinando el nivel de susceptibilidad de los peligros identificados, a través del análisis de los factores e indicadores de vulnerabilidad que a continuación se menciona y que se tomó como referencia para la presente elaboración de este proyecto:

**Tabla N° 2** Factores e indicadores de vulnerabilidad

<b>FACTOR</b>	<b>INDIACADORES</b>	<b>RANGO</b>	<b>VULNERABILIDAD</b>
<b>POR DESLIZAMIENTO</b>			
<b>VARIABLE:</b> Localización de poblaciones de la región San Martín			
Físico	La mayoría de poblaciones tiene viviendas asentadas en terreno inestables (laderas)	0.75	Alta
<b>VARIABLE:</b> Material de construcción utilizado en infraestructura			
Físico	La mayoría de infraestructura se ha construido con ladrillo, piedra, acero, madera sin adecuada técnica constructiva.	0.75	Alta
<b>VARIABLE:</b> Normativa vigente de los procedimientos constructivos			
Físico	Cumplimiento de normativa vigente	0.80	Muy Alta

<b>FACTOR</b>	<b>INDIACADORES</b>	<b>RANGO</b>	<b>VULNERABILIDAD</b>
<b>POR INUNDACIONES</b>			
<b>VARIABLE:</b> Localización de poblaciones de la región San Martín			
Físico	La mayoría de poblaciones tiene viviendas asentadas en llanuras de inundaciones	0.85	Muy Alta
<b>VARIABLE:</b> Material de construcción utilizado en infraestructura			
Físico	La mayoría de infraestructura se ha construido con ladrillo, piedra, acero, madera sin adecuada técnica constructiva.	0.85	Muy Alta
<b>VARIABLE:</b> Normativa vigente de los procedimientos constructivos			
Físico	Cumplimiento de normativa vigente	0.80	Muy Alta

**Fuente:** Sistema Regional de Defensa Civil.

## **Investigación local**

Este tipo de estudio no se ha desarrollado aun en la zona de estudio, motivo por el cual es de principal importancia su desarrollo para un uso adecuado.

### **Formulación del Problema**

El presente trabajo buscar responder la siguiente interrogante. ¿Cuál es la vulnerabilidad físico estructural y funcional en edificaciones públicas y privadas ante el riesgo de deslizamiento e inundaciones?

## **2.2 Objetivos**

### **2.2.1 Objetivo general:**

Realizar el análisis de la vulnerabilidad físico estructural y funcional en edificaciones públicas y privadas ante el riesgo de deslizamientos e inundaciones generadas por el desborde de la quebrada serrano.

### **2.2.2 Objetivos Específicos**

- a) Elaborar un diagnóstico situacional del sector urbano de la ciudad de Saposoa en el área de influencia de la quebrada serrano.
- b) Identificar los diferentes factores de vulnerabilidad físico estructural y funcional existente en las diferentes viviendas e instituciones públicas desarrollando una metodología para la determinación del riesgo asociado a la vulnerabilidad física.
- c) Elaborar el mapa temático de vulnerabilidad de la zona urbana identificando el nivel de riesgo.

## **2.3 Justificación de la Investigación**

El presente trabajo de investigación pretende ser una herramienta de gestión para el ordenamiento territorial, el mismo que nos permitirá identificar los diferentes factores de vulnerabilidad físico estructural y funcional existente y poder así establecer estrategias de reducción de riesgos de deslizamientos e inundaciones por el desborde de la quebrada serrano y con ello contribuir en la seguridad y procesos del buen vivir de la zona urbana de la ciudad de Saposoa. Es por esa razón que se vuelve imprescindible realizar el estudio de la investigación.



## 2.4 Delimitación de la Investigación

El desarrollo del presente trabajo de investigación se limita a ser una herramienta para el análisis de vulnerabilidad y riesgo de las edificaciones para el cual se realizó encuestas a las personas que se encuentran habitando el área de influencia.

## 2.5 Marco Teórico

### 2.5.1 Antecedentes de la investigación

Se procedió a revisar diferente estudio de autores e instituciones que han trabajado el tema de los desastres y han abarcado el tema de la evaluación de vulnerabilidad física identificando el nivel de riesgo tal como:

Según (Lozano Cortijo, 2008), el objetivo de esta metodología es la de brindar a los estudiosos en temas de gestión del riesgo, una herramienta para el análisis de vulnerabilidad y riesgo físico de edificaciones en general ante inundaciones, utilizando una metodología cualitativa y heurística.

Para el caso exclusivo del análisis de la vulnerabilidad física se elaboraron tablas o cuadros para el análisis de vulnerabilidad ante inundaciones como se indica a continuación:

**Cuadro N° 6** Matriz 3 Variables e indicadores ante inundaciones  
(Metodología cualitativas).

Variable	Indicador
Material de Construcción.	Adobe, Quincha, adobe reforzado y ladrillo.
Estado de Conservación.	Muy malo, malo, regular y bueno.
Emplazamiento al borde del río.	Si, No.
Zonas bajas respecto a la vida.	Si, No.

**Fuente:** Metodología para el análisis de vulnerabilidad y riesgo ante inundaciones y sismos, de las edificaciones en centros urbanos.

**Cuadro N° 7** Matriz 4 de variables ante inundaciones (Metodología cualitativas)

Zonas de Amenaza (peligro)	Vulnerabilidad ante inundaciones	Nivel de vulnerabilidad y riesgo			
	Materiales	Estado de conservación	Emplazamiento borde del rio	Zonas bajas respecto a la vía	
Muy alta					
Alta					
Media					

**Fuente:** Metodología para el análisis de vulnerabilidad y riesgo ante inundaciones y sismos, de las edificaciones en centros urbanos.

**Cuadro N° 8** Matriz 5 ponderación y valoración de variables de vulnerabilidad de las edificaciones ante inundaciones (Metodología Heurística).

Variables de vulnerabilidad		materiales	Estado de conservación	Emplazamiento borde del rio	Zonas bajas respecto a la vía
Ponderación (P)		6	4	10	10
4	Muy alto	Adobe	Muy malo	Si	
3	Alto	Quincha	Malo	-----	-----
2	Medio	Adobe reforzado	Regular	-	-
1	Bajo	Ladrillo	Bueno	No	No

**Fuente:** Metodología para el análisis de vulnerabilidad y riesgo ante inundaciones y sismos, de las edificaciones en centros urbanos.

**Cuadro N° 9** Matriz 6 niveles de vulnerabilidad de las edificaciones ante inundaciones (Metodología Heurística).

Niveles de vulnerabilidad			Rangos
Muy alto	4		De 98 a 120
Alto	3		De 75 a 97
Medio	2		De 53 a 74
bajo	1		De 30 a 53

**Fuente:** Metodología para el análisis de vulnerabilidad y riesgo ante inundaciones y sismos, de las edificaciones en centros urbanos.

En las matrices anteriormente ilustradas, se puede observar que para el análisis de la vulnerabilidad ante inundaciones se consideran 04 variables que son: material de construcción, estado de conservación, emplazamiento al borde del río y zonas bajas respecto a la vía (Lozano Cortijo, 2008).

Estas variables cuentan con sus respectivos indicadores que permiten calificarle y otorgarle un grado de vulnerabilidad de Muy alto, alto, medio que luego que por la metodología heurística permite combinar lo cualitativo con lo cuantitativo, asignándole un peso (ponderación) de acuerdo a su incidencia (a mayor peso, mayor incidencia) estableciendo así rangos (diferencia entre el puntaje menor y mayor posible, esta diferencia es dividida para cuatro y se establecen cuatro rangos semejantes) que permiten definir niveles de vulnerabilidad de muy alto, medio y bajo para las edificaciones.

Como resultado de la elaboración, desarrollo y aplicación de esta metodología se obtuvieron matrices de vulnerabilidad física para el área de influencia la cual una vez sistematizada genero mapas temáticos de vulnerabilidad física.

Según (Hernández Atencia, 2013), menciona que el objetivo primordial de esta Tesis es la caracterizar la amenaza por taludes y laderas inestables y analizar el riesgo asociado a la vulnerabilidad física en la microcuenca de la quebrada Cay, a través de desarrollo y ampliación de una metodología de evaluación del riesgo asociado a la vulnerabilidad física.

Según (Yee S, 2008), menciona en su Tesis se tratara de identificar y zonificar las áreas susceptibles a amenazas del tipo desborde por crecidas y movimiento de masas en el trayecto de la quebrada milla a partir de la elaboración y superposición de mapas temáticos.

**El programa de la naciones unidas para el desarrollo - PNUD**, (Benavente Velazquez, Gomez Noblega, & Fernandez Baca Vidal, 2004), el cual tuvo como objetivos disminuir el crecimiento caótico de la ciudad, que pone en riesgo a sus habitantes; reducir los niveles de vulnerabilidad al identificar los peligros y las zonas afectadas; favorecer la optimización de la inversión pública y privada; proteger y preservar el patrimonio arqueológico y ecológico frente a las amenazas naturales.

Finalmente, recomienda iniciar programas de control permanente de deslizamientos que amenazan a la ciudad, considerando la posibilidad de instalar sistemas de alerta en algunos casos a fin de mitigar los efectos de posibles desastres naturales.

Según (Salgado Montoya, 2008), concluye en su tesis, que la estrategia a implementar en un Programa de prevención de desastres y gestión de riesgos, debe centrarse en el apoyo de iniciativas que propicien los cambios estructurales y culturales necesarios en las siguientes áreas: fortalecimiento institucional en la gestión del riesgo, ordenamiento del territorio y manejo de cuencas relacionado con las amenazas naturales y la vulnerabilidad.

Según (Reátegui, Valles, & Gil, 1990), en su investigación concluyen que la erosión se debe al inadecuado uso de los suelos y la falta de consciencia de la población que se está asentando en zonas inadecuadas para la vivienda poniendo en peligro su seguridad física y produciendo alteraciones en el régimen climático e hidrológico de la región.

## **2.5.2 Marco Teórico o Fundamentación Teórica de la investigación**

### **2.5.2.1 Análisis de Vulnerabilidad**

“Incapacidad de resistencia cuando se presenta un fenómeno amenazante, midiendo los daños o pérdidas en personas, bienes físicos, bienes materiales, en el entorno”, (Gamba Alfonso, 2012).

La vulnerabilidad depende de diferentes factores, tales como la edad y la salud de la persona, las condiciones higiénicas y ambientales, así como la calidad y condiciones de las construcciones y su ubicación en relación con las amenazas.

La vulnerabilidad está definida como la medida o grado de debilidad o sensibilidad de ser afectado por amenazas, en función de la frecuencia o probabilidad y de la severidad o gravedad de los mismos.

La vulnerabilidad, es entonces una condición previa que se manifiesta durante el desastre, cuando no se ha invertido lo suficiente en obras o acciones de prevención y mitigación y se ha aceptado un nivel demasiado alto expresando en porcentaje de 0 a 100.

Para su análisis, la vulnerabilidad debe promover la identificación y caracterización de los elementos que se encuentran expuestos, en una determinada área geográfica, a los efectos desfavorables de un peligro adverso.

#### **2.5.2.1.1 Vulnerabilidad física.**

**Según** (INDC, 2006), dice que está relacionada la calidad o tipo de material utilizado y el tipo de construcción de las viviendas, establecimientos económicos (comerciales e industriales) y de servicios (salud, educación, sede de instituciones públicas), e infraestructura socioeconómica (central hidroeléctrica, carretera, puente y canales de riego), para asimilar los efectos del peligro.

La calidad o tipo de material, está garantizada por el estudio de suelo realizado, el diseño del proyecto y la mano de obra especializada en la ejecución de la obra, así como por el material empleado en la construcción (ladrillo, bloques de concreto, cemento y fierro, entre otros).

Otro aspecto a considerarse, de igual importancia, es la calidad de suelo y el lugar donde se asienta el centro poblado, cerca de fallas geológicas, ladera de los cerros, riberas del río, faja marginal, laderas de una cuenca hidrográfica, situación que incrementa significativamente su nivel de vulnerabilidad.

Un mecanismo no estructural para mitigar la vulnerabilidad es, por ejemplo, expedir reglamentaciones que impidan el uso del suelo para construcción en cercanía a fallas geológicas.

**En inundaciones y deslizamientos**, la vulnerabilidad física se expresa también en la localización de los centros poblados en zonas expuestas al peligro en cuestión. El problema está en que quienes construyen sus viviendas en zonas inundables o deleznable, lo han hecho por carecer de opciones y por tanto, al haber sido empujados a tal decisión por las circunstancias económicas y sociales, difícilmente se podrían apartar de estos riesgos.

Para el respectivo análisis, es importante elaborar un cuadro que contenga las principales variables e indicadores, según los materiales de construcción utilizados en las viviendas y establecimientos, así como en las obras de infraestructura vial o de riegos existentes; su localización; características geológicas donde están asentadas; y, la normatividad existente.

El ejemplo que a continuación se propone en el cuadro 10 es para el caso de las viviendas, según las variables y los niveles de vulnerabilidad, que puede adaptarse para otro tipo de edificaciones, de acuerdo a la región natural o centro poblado donde se realice la Estimación de Riesgo.

**Cuadro N° 10** Nivel de Vulnerabilidad Física.

VARIABLES	NIVEL DE VULNERABILIDAD			
	VB	VM	VA	VMA
	< 25%	26 a 50%	51 a 75%	76 a 100%
Material de construcción utilizada en viviendas	Estructura sismo resistente con adecuada técnica constructiva de concreto o acero	Estructura de concreto acero o madera sin adecuada técnicas constructiva	Estructuras de adobe, piedra o madera sin refuerzos estructurales	Estructuras de adobe caña y otros de menor resistencia en estado precario
Localización de viviendas(*)	Muy alejada >5 km	Medianamente cerca 1-5km	Cercana 0.2 – 1km	Muy cerca 0.2 - 0km
Características geológicas, calidad y tipo de suelo	Zonas sin fallas ni fracturas, suelos con buenas características geotécnicas	Zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante	Zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante.	Zona muy fracturada fallada, suelos colapsables (relleno, mapa freática alta con turba,

				material inorgánico, etc
Leyes existentes	Con leyes estrictamente cumplidas	Con leyes medianamente cumplidas	Con leyes sin cumplimiento	Sin ley

**Fuente:** Manual básico para la estimación de riesgo - INDECI

(\*) Es necesario especificar la distancia, de acuerdo a la ubicación del tipo de vulnerabilidad.

### 2.5.2.1.2 Vulnerabilidad funcional

Es cuando se considera no solamente la estructura si no también la viabilidad del sistema o mejor dicho con la confiabilidad de la estructura, sino que además tiene en cuenta el comportamiento de los elementos no estructurales, como, por ejemplo, muros, equipos, instalaciones, divisiones, etc., lo cual es de una suma importancia para el continuo funcionamiento de las edificaciones ante eventos de una magnitud importante.

Analizando a partir de la organización y participación que tiene la colectividad, para prevenir y responder ante situaciones de emergencia. La población organizada (formal e informalmente) puede superar más fácilmente las consecuencias de unos desastres que las sociedades que no están organizadas, por lo tanto, su capacidad de prevenir y dar repuestas ante una situación de emergencia es mucha más efectiva y rápida.

Se puede resumir en la siguiente frase citada por Wilches – Chaux: “El nivel de traumatismo funcional o social resultante de un desastre es inversamente proporcional al nivel de organización existente en la comunidad afectada”. (D.M.C. - University of Wisconsin, 1986).

Mayor será la vulnerabilidad de una comunidad si su cohesión interna es pobre; es decir, si las relaciones que vinculan a los miembros de la misma y con el conglomerado social, no se afincan en sentimientos compartidos de pertenencia y de propósito y que no existan formas organizativas que lleven esos sentimientos a acciones concretas.

Para obtener la información sobre este tipo de vulnerabilidad, también es necesario auxiliarse de un cuadro, que debe elaborarse de acuerdo a las variables y las características, según el nivel de vulnerabilidad existentes en el centro poblado donde se va a realizar la Estimación de Riesgo.

Para el efecto a continuación se propone el cuadro 11:

**Cuadro N° 11** Nivel de vulnerabilidad funcional.

VARIABLES	NIVEL DE VULNERABILIDAD			
	VB	VM	VA	VMA
	< 25%	26 a 50%	51 a 75%	76 a 100%
Nivel de organización	Población total mente organizada	Población organizada	Población escasamente organizada	Población no organizada
Participación de la población en los trabajos comunales	Participación total	Participación de la mayoría	Mínima participación	Nula participación
Tipo de integración entre las organización y edificaciones locales	Integración total	Integración parcial	Baja integración	No existe integración

**Fuente:** Manual básico para la estimación de riesgo – INDECI

### 2.5.2.2 Riesgo de desastre.

Es la posibilidad de ocurrencia de un peligro. Se puede decir que el riesgo está en función de dos factores: la probabilidad de ocurrencia de un evento indeseado, el cual se multiplica por las consecuencias generadas por ese evento. Esta relación demuestra que un determinado riesgo puede ser atenuado, lo que permite actuar sobre sus consecuencias; es decir, sobre la magnitud del posible evento a ocurrir, o sobre la disminución de la probabilidad de que este evento ocurra, o en ambos.

#### 2.5.2.2.1 Estimación del riesgo

En defensa civil, la estimación del riesgo es el conjunto de acciones y procedimientos que se realizan en un determinado centro poblado o área geográfica para identificar los peligros naturales y/o tecnológicos y analizar las condiciones de vulnerabilidad para determinar o calcular el riesgo esperado (probabilidad de daños: pérdidas de vidas e infraestructura). Complementariamente, como producto de este



proceso se elaboran recomendaciones de las medidas de prevención (de carácter estructural y no estructural) adecuadas para mitigar o reducir los efectos de los desastres, ante la ocurrencia de un peligro o peligros previamente identificados.

#### **2.5.2.2 Cálculo del riesgo de desastre.**

Una vez identificados los peligros (P) a los que está expuesto el centro poblado y realizado el análisis de vulnerabilidad (V), se procede a una evaluación conjunta para calcular el riesgo (R), es decir, estimar la probabilidad de pérdidas y daños esperados (personas, bienes materiales, recursos económicos) ante la ocurrencia de un fenómeno de origen natural o tecnológico.

El cálculo del riesgo corresponde a un análisis y una combinación de datos teóricos y empíricos con respecto de la probabilidad del peligro identificado, es decir, la fuerza y la intensidad de ocurrencia. Así como el análisis de vulnerabilidad o la capacidad de resistencia de los elementos expuestos al peligro (población, viviendas, infraestructura, etcétera) dentro de una determinada área geográfica.

Existen dos principales criterios o métodos para el cálculo del riesgo: el analítico y el descriptivo. El criterio analítico, llamado también matemático, se basa principalmente en la aplicación de ecuaciones.

El criterio descriptivo se basa en el uso de una matriz de doble entrada: «Matriz de peligro y vulnerabilidad». Para elaborarla se requiere que previamente se hayan determinado los niveles de probabilidad (porcentaje) de ocurrencia del peligro identificado y el análisis de vulnerabilidad. Con ambos porcentajes, se interrelaciona, por un lado (vertical), el valor y el nivel estimado del peligro y, por el otro (horizontal), el nivel de vulnerabilidad promedio determinado en el respectivo cuadro general. En la intersección de ambos valores se podrá estimar el nivel de riesgo esperado, como se ve en el cuadro 12.

**Cuadro N° 12** Clases de vulnerabilidad funcional

VARIABLES DE RIESGO	VULNERABILIDAD BAJA	VULNERABILIDAD MEDIA	VULNERABILIDAD ALTA	VULNERABILIDAD MUY ALTA
Peligro muy alta	Riesgo alto	Riesgo alto	Riesgo muy alto	Riesgo muy alto
Peligro alto	Riesgo medio	Riesgo medio	Riesgo alto	Riesgo muy alto
Peligro medio	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
Peligro bajo	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto

**Fuente:** Manual básico para la estimación de riesgo – INDECI

### **2.5.2.3 Las Amenazas en la zona urbana de la ciudad de Saposoa.**

#### **2.5.2.3.1 Amenaza por Inundaciones:**

Para establecer el peligro o amenazas de Inundación de la zona urbana de la ciudad de Saposoa se ha basado en los siguientes documentos:

Según (Del Carmen Pizarro D. , 2011), dice en el apartado antecedentes se establece que en la zona urbana de la ciudad de Saposoa por donde circula la quebrada se ha traducido en un acelerado proceso de erosión del lecho y taludes que conforman el cauce, produciéndose ligeros desplazamientos que afectan a la zona urbana ribereña asentada en ambos márgenes con caudales extremos de 235.90 m<sup>3</sup>/seg; el cual durante los primeros meses del años alcanzan niveles altos generando el inminente peligro de inundación de la zona urbana de la ciudad de Saposoa, como consecuencia de la baja pendiente, así como de la sinuosidad del cauce.

Las inundaciones constituyen el peligro más importante y frecuente en la comunidad de Saposoa y más aún en el sector urbano de la quebrada serrano donde se tienen sectores de peligro según el periodo de retorno de la Quebrada, así como zonas de posible desborde de la misma.

Para el caso de la ciudad de Saposoa, las inundaciones ribereñas de la quebrada, por avenidas y desbordes de la misma, se producen frecuentemente, durante la época de lluvias, por tratarse de una quebrada de curso irregular de fuerte pendiente

que puede variar su caudal de 100 a 200 litros por segundo durante la época de estiaje, hasta alcanzar varios metros cúbicos por segundo, entre los meses de febrero a julio. El daño se produce desde el punto de desborde hacia las obras próximas al cauce o en la ruta que toman las aguas, al salir del cauce. De acuerdo a la cronología de los eventos, los desbordes han llegado a tomar la carretera como segundo cauce y alcanzar el mismo centro de la Ciudad de Saposoa. (Ver mapa de amenaza de inundaciones).

Los factores que participan en el incremento del caudal y por lo tanto el tirante o altura de las aguas de la quebrada que afectan a la zona urbana son:

Intensas precipitaciones de la temporada lluviosa, que caen en toda la cabecera de la cuenca. Se considera una lluvia fuerte cuando supera los 45 mm, en 15 minutos de duración.

Derrumbe en ladera próxima a las riberas que vierten material sólido (fino y grueso) al caudal de la quebrada incrementándolo.

Desplazamiento de la ladera de la colina tigrillo, capas de bloque el flujo determinado el embalse temporal de la quebrada y su posterior descarga descontrolada.

#### **Factores causales:**

La ciudad de Saposoa posee una geomorfología con zona donde existen zonas bajas, avenidas naturales de agua, que sumado a la acción antrópica provoca que en épocas de intenso invierno, se acumulan cuerpos de agua, o se saturan tanto los suelos como los drenajes naturales y los elaborados por el hombre (alcantarillado), constituyen causas para que se produzca inundaciones en la zona urbana de la ciudad de Saposoa, las cuales se describen a continuación:

**Geomorfológico.** - como ya se mencionó la depresión tiene forma de gradas. Se pueden identificar muchas.

**Precipitación.** - El promedio anual de precipitación es de 904.4mm, en la zona urbana de la ciudad de Saposoa anualmente se presenta una irregularidad, registrándose de febrero a mayo el periodo con mayor precipitación (invierno), en la que presentan eventos como deslizamientos; y de junio a setiembre los valores más bajos (verano).

**Ambiental antrópico.** - Las labores de relleno realizados sobre avenidas naturales de agua, como es el caso de la quebrada serrano constituye un factor desencadenante de inundaciones.

**Asentamientos.** - La construcción de estructuras o edificaciones que se realizan sobre avenidas naturales de agua (quebrada seca), así como en las orillas de ríos o planicies cercanas a los mismos, influyen enormemente en el origen de inundaciones.

**Contaminación.** - Los depósitos de basura y escombros ubicado en causes de la quebrada serano, obstruyen el normal curso del agua que en épocas de invierno provocan el desbordamiento de los mismo desencadenado inundaciones fluviales.

### **Zonas de susceptibilidad de inundaciones**

Según el plan de ordenamiento territorio de la ciudad de Saposoa (2011), a nivel de la zona urbana en estudio presenta susceptibilidad a inundaciones en periodo de invierno, las fuertes precipitaciones ocasionan crecidas y torrentes en la quebrada Serrano, desbordándose a lo largo de su trayecto, ya sea en su parte alta, media y baja de la zona urbana donde se han identificado sitios críticos a la amenaza de inundaciones. Finalmente, a manera de resumen se presenta el mapa siguiente y el cuadro con los niveles de vulnerabilidad de las edificaciones ante inundaciones de la quebrada Serrano.

Figura N° 4 Mapa de Niveles de vulnerabilidad de inundaciones en la zona urbana.



**FUENTE:** Levantamiento Catastral de la zona de estudio.

**Cuadro N° 13** Niveles de vulnerabilidad de las edificaciones ante inundaciones – zona urbana de la quebrada Serrano.

Zona	NIVELES DE VULNERABILIDAD		
	MUY ALTA	ALTA	MEDIA
Parte Baja	Viviendas aledañas al cauce de la quebrada	Viviendas adyacentes al cauce de la quebrada, parte del local del Ministerio de Defensa.	Local de Bomberos, Camal Municipal, Club Deportivo y local del Ministerio de Agricultura
Parte Media	Viviendas aledañas al cauce de la quebrada	Parte del Local del Ministerio de Defensa y el recreo campestre Ache Pati	Losa deportiva, I.E.I. N° 081, Local de la Fiscalía y el Parte del Recreo Ache Pati
Parte Alta	Viviendas aledañas al cauce de la quebrada	Viviendas ocupadas en zonas aledañas a la quebrada	Losa deportiva, acceso a la carretera a Paltaco, Puerto Tocache

**Fuente:** Levantamiento catastral de la zona del proyecto.

Por lo que se muestra el mapa de identificando las zonas de inundaciones del área urbana de la ciudad de Saposoa por el trayecto de la quebrada Serrano.

#### 2.5.2.3.2 Amenaza por deslizamiento:

Según (Del Carmen Pizarro D. , 2011), menciona que para establecer el peligro o amenaza de deslizamiento de la zona urbana de la ciudad de Saposoa, se ha basado en el siguiente documento “Instalación de los servicios de encausamiento de la quebrada Serrano, sector Tigrillo en la ciudad de Saposoa”, en el apartado sobre la descripción de la zona de estudio se establece que la zona presenta una topografía sinuosa considerada.

Las estribaciones de la loma donde se acentúa el mercado distrital del barrio comercio tienen pendientes de 10° hasta 20°, en donde existen viviendas de uno y dos pisos, la misma que al poco tiempo de su construcción se ha observado



problemas de fisuramiento y agrietamiento en algunas de las estructuras recientemente terminadas.

Al momento del estudio existió un porcentaje alto de viviendas que presentan problemas de este tipo, algunas en condición inhabitable debido a un exceso de este agrietamiento.

En el apartado Memoria Descriptiva del documento en mención, se establece que el sector tigrillo y barrio comercio presenta problemas de inestabilidad del suelo que han ocasionado daños a las viviendas y obras de infraestructura.

Estas sufren una activa y continua figuración que se incrementa con las lluvias. Se compararon los resultados del reconocimiento y mapeo geológico con los resultados de los sondeos y muestras de suelos. Se obtuvo información hidrogeológica y se determinó como la circulación del agua pluvial afecta a la estabilidad del terreno. Con esto se consiguió una idea más clara de cómo es afectada el área de estudio por los efectos de percolación.

En el estudio realizado para el análisis de deslizamientos, se establece que en los bordes exteriores del barrio comercio, la avenida Loreto y Puerto Tocache se encontraron deslizamientos producto de las fuertes lluvias en época de invierno. Estos puntos se ubican generalmente en la orilla de los caminos.

La saturación que han sufrido los suelos de estos sitios ha reducido su capacidad para resistir esfuerzos cortantes provocando deslizamientos de pequeña magnitud. Como parte de las conclusiones se establece que en su opinión y basados en las observaciones del reconocimiento geológico se considera que las causas de inestabilidad son producidas por deslizamientos laterales del terreno.

Con los resultados obtenidos en estos estudios y considerando que las construcciones existentes en el resto de colinas que circundan la ciudad de Saposoa siguen el mismo patrón, así como también las pendientes poseen similares características, se puede establecer que en la ciudad de Saposoa existe un Alto riesgo de deslizamientos y hundimientos

#### **Factores causales:**

La ciudad de Saposoa al encontrarse ubicada en una región montañosa, posee una geomorfología con fuertes pendientes, que sumado a su composición geológica (tipo

de suelo), humedad del suelo, precipitación del agua, procesos de deforestación y erosión de los suelos, constituyen las principales causas de los deslizamientos en la zona urbana de ciudad parte de la quebrada serrano, los cuales se describen como Ambientales antrópicos, dentro de los factores que influyen en la génesis de los deslizamientos, encontrada varios a considerar:

**Erosión.** - En el área urbana de la ciudad de Saposoa existen un continuo desgaste de los suelos, provocado por erosión eólica e hídrica debido a la deforestación, el sobre pastoreo, la explotación agrícola, expansión de frontera urbana, etc., causa que los terrenos especialmente de las partes altas de la ciudad se tomen inestables, débiles y muy susceptibles a deslizamientos al no existir un forraje vegetal.

**Deforestación.** - la deforestación en la zona urbana de la ciudad de Saposoa ha afectado significativamente al sector denominado tigrillo y el malecón Humberto Torres, en donde se puede apreciar a gran magnitud la tala de árboles, ya se simplemente por despejar áreas o para poder realizar actividades constructivas, dejando así al suelo erosionando, muy inestable y propenso a deslizamientos que podrían ser detonado por grandes lluvias y la pésima ubicación de viviendas.

**Pastoreo.** - El pastoreo que se realiza principalmente con ganado vacuno al no poseer una estructura adecuada en sus patas, provocan daños irremediables a la vegetación impidiéndole volver a florecer.

### **Zonas de susceptibilidad de deslizamientos.**

Según el plan de ordenamiento territorio de la ciudad de Saposoa (2011), los deslizamientos a nivel de la zona urbana se presentan debido a las características geomorfológicas (cerros de mediana altura), el relieve irregular en la mayor parte de la quebrada serrano de la zona urbana, estos factores se combinan con proceso de erosión y deforestación por actividad humana, principalmente por la ampliación de las frontera agrícola, es por lo que la mayor parte del tiempo presenta una alta susceptibilidad a los fenómenos de movimientos en masa.

El caso más importante y conocido es el deslizamiento de las colinas que circunda la ciudad de Saposoa y en especial a la Zona Urbana de la Quebrada Serrano, donde su peligrosidad consiste en la posibilidad que se embalse la quebrada, o su obstrucción y destrucción de las Casas habitadas en la zona vulnerable actual.



Acorde al mapa de peligros por deslizamientos se presenta la siguiente tabla 1, que presenta el nivel de susceptibilidad a los fenómenos de deslizamiento en el área urbana del estudio desarrollado.

**Tabla N° 3** Nivel de susceptibilidad al Peligro.

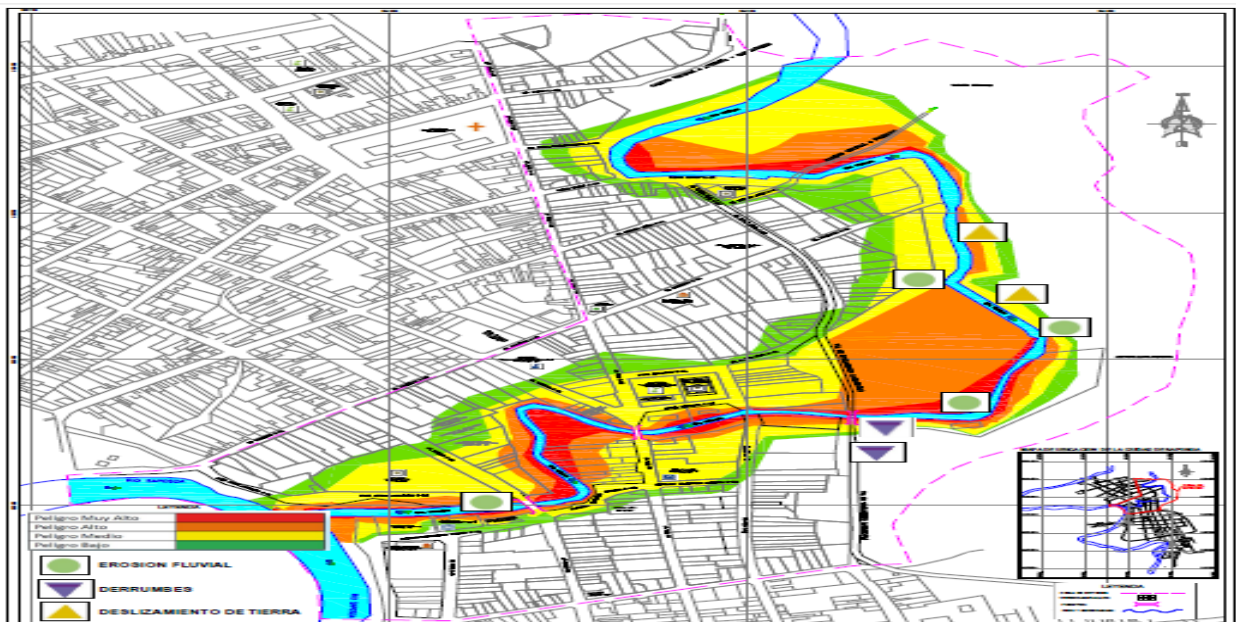
Nivel de Susceptibilidad	Área en Ha	Porcentaje
Peligro Muy Alto	1.402	7.50%
Peligro Alto	4.759	25.46
Peligro Medio	8.191	43.81
Peligro Bajo	4.343	23.23
<b>TOTAL</b>	<b>18.695</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Levantamiento catastral de la zona de estudio.

Los fenómenos por deslizamiento se presentan anualmente especialmente en períodos de invierno, principalmente entre febrero a abril, donde las fuertes precipitaciones provocan una sobresaturación de agua y consecuentemente los fenómenos de remoción en masa como los deslizamientos y derrumbes.

En el mapa de Susceptibilidad a peligros por deslizamientos estudio realizado, se establecen 4 zonas de susceptibilidad a deslizamientos, calificadas como peligro muy alto, peligro alto, peligro medio y peligro bajo, donde se corroboran las zonas de riesgos descritas en el estudio anterior y se pueden observar más a detalle las zonas de susceptibilidad a deslizamientos.

**Figura N° 5** Mapa de niveles de susceptibilidad de peligro ante deslizamiento.



**Fuente:** Levantamiento catastral de la zona de estudio.

#### **2.5.2.4 Metodología para evaluar la vulnerabilidad física y funcional.**

Tomando como base el documento de —Metodología para el Análisis de Vulnerabilidades a nivel municipal (Jairo, 2012), menciona que se asignará los mismos valores establecidos para el cálculo de la vulnerabilidad física, frente a la amenaza de inundación y amenaza de deslizamiento, en el cual se asigna diferentes valores a los indicadores dependiendo del tipo de amenaza, en razón que dependiendo de la Amenaza el comportamiento físico de las edificaciones puede variar; así se otorga un valor mínimo de cero a los indicadores que demuestran mayor seguridad y un valor máximo de diez a los indicadores que demuestran mayor vulnerabilidad.

Para objeto de este estudio se incluirá la dimensión funcional con sus respectivos indicadores y escalas, y se realizará una modificación específicamente en el valor mínimo que en la mencionada metodología es igual a 0 (cero), y que para objetos de este estudio se lo reemplazará con un valor mínimo de 1 (uno), así como para la Amenaza Sísmica en la escala cualitativa (5 pisos o más) se reemplazará al valor de 1(uno), por un valor de 10 (diez).

Este criterio fue considerado tomando en cuenta; PRIMERO: Ante la presencia de cualquier tipo de amenaza, ninguna estructura es totalmente segura, pues el comportamiento de las estructuras dependerá significativamente de la magnitud o intensidad con la que se presente el evento adverso por lo que al considerar el valor 0 (cero) para determinados indicadores estructurales y funcionales y realizar la ponderación de cada uno de ellos, obtendríamos un valor ponderado de cero para dichos indicadores, categorizándolas como seguras a pesar de poseer cierto nivel de vulnerabilidad

Para el cálculo de la vulnerabilidad funcional, se asignarán valores a cada uno de los indicadores, así como también pesos para su ponderación, cuya asignación se lo realizará de acuerdo al criterio del autor, tomando en consideración que los indicadores que podrían generar mayor grado o nivel de vulnerabilidad de acuerdo a cada amenaza, serán a los que se les asigne mayor peso.

**Tabla N° 4** Indicadores de la dimensión estructural

INDICADOR	ESCALA		
	CUALITATIVA	VALORES	
		Amenaza de deslizamiento	Amenaza de inundación
Sistema estructural	Concreto Armado	5	1
	Estructura Metálica	5	1
	Estructura de madera	10	10
	Mixta(Madera/Concreto)	10	5
Tipo de Materiales en Paredes	Pared de ladrillo	5	1
	Pared de Bloquete	5	5
	Pared de Adobe	10	5
	Pared de Tapial/Madera	10	5
Tipo de Cubierta	Cubierta de Calamina	NA	1
	Losa de concreto Armado	NA	1
	Vigas de Madera y Teja	NA	5
	Vigas de Madera y Palma	NA	5
Sistema de entrepisos	Losa de concreto armado	NA	NA
	Vigas y entramado de madera	NA	NA
	Entramado madera/caña	NA	NA
Número de Pisos	1 piso	10	10
	2 pisos	5	5
	3 pisos a mas	1	1
Año de Construcción	Antes de 1970	10	10
	Entre 1971 y 1980	5	5
	Entre 1981 y 1990	5	5
	Entre 1991 y 2014	1	1
Estado de conservación	Bueno	1	1
	Regular	5	5
	malo	5	5
	Muy Malo	10	10
Característica del suelo	Firme, Seco	1	1

bajo la edificación	Pantanosos	10	10
	Húmedo, blando, relleno	5	5
Topografía del sitio	A nivel, terreno plano	1	5
	Bajo nivel de la calzada	10	10
	Sobre nivel de la calzada	1	1
	Escarpe positivo o negativo	10	1
Forma de la Construcción	Regular	NA	NA
	irregular	NA	NA

**Fuente:** Metodología para el Análisis de Vulnerabilidad a Nivel Municipal-Quito 2012.

**Tabla N° 5** Características de indicadores de vulnerabilidad de las edificaciones

INDICADOR	ESCALA CUALITATIVA	DESCRIPCION IMPORTANCIA DEL INDICADOR
Sistema estructural	Concreto Armado Estructura Metálica Estructura de madera Mixta(Madera/Concreto)	Las edificaciones de hormigón armado se consideran menos vulnerables que las de madera, pared portante, o mixtas.
Tipo de Materiales en Paredes	Pared de ladrillo Pared de Bloquete Pared de Adobe Pared de Tapial/Madera	El tipo de material en paredes define por un lado si la estructura es de paredes portantes o si más bien obedece a tipologías menos vulnerables. Así una pared de ladrillo que es un material resistente es menos vulnerable que una pared de tapial, bareque o madera.
Tipo de Cubierta	Cubierta de Calamina Losa de concreto Armado Vigas de Madera y Teja Vigas de Madera y Palma	La cubierta de una estructura no solo proporciona confinamiento al sistema estructural, sino califica la debilidad de la misma frente a eventos adversos extremos. Así una cubierta de hormigón armado es menos vulnerable que una de caña y zinc.

Sistema de entrepisos	<p>Losa de concreto armado</p> <p>Vigas y entramado de madera</p> <p>Entramado madera/caña</p>	<p>El sistema de entrepisos confina el resto de elementos estructurales y proporciona resistencia ante cierto tipo de fallas. Son menos vulnerables las de hormigón armado que las de madera caña o mixta.</p>
Número de Pisos	<p>1 piso</p> <p>2 pisos</p> <p>3 pisos a mas</p>	<p>Si la estructura es más alta, típicamente es más vulnerable que las de un piso, pues requiere mayores esfuerzos y cuidados para presentar un buen comportamiento.</p>
Año de Construcción	<p>Antes de 1970</p> <p>Entre 1971 y 1980</p> <p>Entre 1981 y 1990</p> <p>Entre 1991 y 2014</p>	<p>El año de construcción está asociado con la existencia de códigos de construcción adecuados (inexistentes antes 1970) e inadecuadamente aplicados (antes de 1980).</p>
Estado de conservación	<p>Bueno</p> <p>Regular</p> <p>malo</p> <p>Muy Malo</p>	<p>El grado de conservación califica el posible deterioro de las propiedades mecánicas de los materiales y de su resistencia a las amenazas. Así una edificación con una buena conservación, es menos vulnerable que una con una mala conservación.</p>
Característica del suelo bajo la edificación	<p>Firme, Seco</p> <p>Pantanosos</p> <p>Húmedo, blando, relleno</p>	<p>El suelo donde está construida es susceptible de facilitar que la amenaza afecte la edificación. Así un suelo firme y seco implica menor vulnerabilidad que un suelo húmedo.</p>
Topografía del sitio	<p>A nivel, terreno plano</p> <p>Bajo nivel de la calzada</p> <p>Sobre nivel de la calzada</p> <p>Escarpe positivo o negativo</p>	<p>Si el terreno donde está construida es escarpado genera mayor vulnerabilidades en la edificación, mientras que el terreno a nivel disminuye la vulnerabilidad. Toda vez que un escarpe es una clara evidencia de la existencia de deslizamientos antiguos, y por ende de un sitio susceptible a los mismos.</p>

Forma de la Construcción	Regular irregular	Una forma regular en una edificación presenta menos vulnerabilidad que una forma irregular, para algunas amenazas.
--------------------------	----------------------	--

**Fuente:** Metodología para el Análisis de Vulnerabilidad a Nivel Municipal-Quito 2012

**Tabla N° 6** Indicadores de la dimensión funcional

INDICADOR	ESCALA		
	CUALITATIVA	VALORES	
		Amenaza de deslizamiento	Amenaza de inundación
Diseño de Origen	Uso residencial	10	10
	Uso mixto	5	5
	Uso comercial	5	5
	Uso publico	1	1
Características de la edificación	Propio	1	1
	Comodato	1	1
	arrendado	10	10
Jornada de labores	De 1 a 7 horas	1	1
	8 horas	5	5
	De 9 a más horas	10	10
Transferencia del Riesgo	No poseen ningún seguro	10	10
	Posee seguro parcial	5	5
	Posee seguro total	1	1
Organización Interna	Ninguna organización	10	10
	Comité organizador no funciona	10	10
	Comité organizado y funciona		1

**Fuente:** Metodología para el Análisis de Vulnerabilidad a Nivel Municipal-Quito 2012

**Tabla N° 7** Características de Variables e Indicadores de Vulnerabilidad funcional de la edificación.

INDICADOR	ESCALA CUALITATIVA	DESCRIPCION IMPORTANCIA DE LA VARIABLE E INDICADOR
Diseño de Origen	Uso residencial Uso mixto Uso comercial Uso publico	El uso que se le dé a la edificación según su diseñado influye en la generación de la vulnerabilidad debido a la resistencia estructural de la edificación. Así las edificaciones que fueron diseñadas originalmente para uso público se consideran con menos vulnerabilidad que las diseñadas para uso residencial, mixto o comercial.
Características de la edificación	Propio Comodato arrendado	Edificación general vulnerabilidad a nivel funcional, Así una institución que funcione en una edificación propia es menos vulnerable que una que funcione en una arrendada ya que aumenta la posibilidad de direccionar recursos económicos hacia una mejor organización institucional o transferencia del riesgo.
Jornada de labores	De 1 a 7 horas 8 horas De 9 a más horas	Una jornada laboral larga o corta dentro de una edificación influye en la generación de vulnerabilidad. Así una edificación donde las personas permanecen menos de 7 horas es menos vulnerable que una donde permanecen un tiempo mayor a 9 horas debido al tiempo de exposición ante cualquier evento adverso.
Transferencia del Riesgo	No poseen ningún seguro Posee seguro parcial Posee seguro total	Influye en gran medida para la existencia o no de vulnerabilidad. Así una edificación que posee un seguro ante eventos adversos, es menos vulnerable que otra que no posee un seguro, ya que la existencia de un seguro parcial o total permite recuperar la inversión o parte de ella y por ende permitirá una lenta o rápida recuperación luego de un evento adverso.
Organización Interna	Ninguna organización Comité organizador no funciona Comité organizado y funciona	La organización en una edificación para actuar en caso de una emergencia y/o desastres influye en la generación de vulnerabilidad, Así una institución correctamente organizada (Comité de Emergencias Institucional implementado) es menos vulnerabilidad que una sin ningún tipo de organización, ya que aumenta la capacidad de reacción de las

		personas ante eventos adversos.
--	--	---------------------------------

**Fuente:** Metodología para el Análisis de Vulnerabilidad a Nivel Municipal-Quito 2012.

### Ponderación de Factores y asignación de pesos.

**Tabla N° 8** Ponderación de Vulnerabilidad Física ante Inundaciones

<b>AMENAZA DE INUNDACION</b>			
<b>INDICADOR</b>	<b>VALORES POSIBLES</b>	<b>PONDERACION</b>	<b>VALOR MAXIMO</b>
Sistema estructural	1,5,10	0.5	5
Material de paredes	1,5,10	1.1	11
Tipo de cubierta	1,5,10	0.3	3
Número de pisos	1,5,10	1.1	11
Año de construcción	1,5,10	0.5	5
Estado de conservación	1,5,10	0.5	5
Características del suelo bajo edificado	1,5,10	3	30
Topografía del sitio	1,5,10	3	30
<b>TOTAL</b>		<b>10</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Metodología para el Análisis de Vulnerabilidad a Nivel Municipal-Quito 2012

**Tabla N° 9** Ponderación de Vulnerabilidad Física ante Deslizamientos

<b>AMENAZA DE DESLIZAMIENTO</b>			
<b>INDICADOR</b>	<b>VALORES POSIBLES</b>	<b>PONDERACION</b>	<b>VALOR MAXIMO</b>
Sistema estructural	1,5,10	0.8	8
Material de paredes	1,5,10	0.8	8
Tipo de cubierta	1,5,10	0.8	8
Número de pisos	1,5,10	0.8	8
Año de construcción	1,5,10	0.8	8
Estado de conservación	1,5,10	0.8	8



Características del suelo bajo edificado	1,5,10	2	20
Topografía del sitio	1,5,10	4	40
<b>TOTAL</b>		<b>10</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Metodología para el Análisis de Vulnerabilidad a Nivel Municipal-Quito 2012.

**Tabla N° 10** Ponderación de Vulnerabilidad Funcional ante la amenaza de inundaciones

<b>AMENAZA DE INUNDACION</b>			
<b>INDICADOR</b>	<b>VALORES POSIBLES</b>	<b>PONDERACION</b>	<b>VALOR MAXIMO</b>
Diseño de origen	1,5,10	1.5	15
Características de la edificación	1,5,10	1.5	15
Organización Interna	1,5,10	2.5	25
Horario de Labores	1,5,10	2.5	25
Transferencia del Riesgo	1,5,10	2.0	20
<b>TOTAL</b>		<b>10</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Metodología para el Análisis de Vulnerabilidad a Nivel Municipal-Quito 2012

**Tabla N° 11** Ponderación de Vulnerabilidad Funcional ante la amenaza de Deslizamiento

<b>AMENAZA DE DESLIZAMIENTO</b>			
<b>INDICADOR</b>	<b>VALORES POSIBLES</b>	<b>PONDERACION</b>	<b>VALOR MAXIMO</b>
Diseño de origen	1,5,10	1.5	15
Características de la edificación	1,5,10	1.5	15
Organización Interna	1,5,10	2.5	25
Horario de Labores	1,5,10	2.5	25
Transferencia del Riesgo	1,5,10	2.0	20

<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>100</b>
--------------	-----------	------------

**Fuente:** Metodología para el Análisis de Vulnerabilidad a Nivel Municipal-Quito 2012

**Rangos para determinar el nivel de vulnerabilidad física y funcional de cada edificación.**

**Tabla N° 12** Nivel de Vulnerabilidad

Nivel de vulnerabilidad	Puntaje (Rango)
Muy alto	De 98 a 100
Alto	De 75 a 97
Medio	De 53 a 74
Bajo	De 0 a 52

**Fuente:** Metodología para el análisis de vulnerabilidad y riesgo ante inundaciones y sismos de las edificaciones en centros urbanos.

Además, para el levantamiento de la información necesaria en este estudio, se elaboró un formato de entrevistas que fue aplicada en las instituciones públicas esenciales. (Ver anexo 10).

### **2.5.2.5 Medidas de reducción de riesgos**

Se procedió a revisar diferentes bibliografías a fin de compilar información acerca de las medidas de reducción de riesgos propuestas, específicamente en lo concerniente a la vulnerabilidad física tenemos:

#### **2.5.2.5.1 Medidas de reducción del riesgo ante inundaciones**

Para reducir el riesgo existen dos tipos de medidas generales que se pueden realizar, las Estructurales y no Estructurales:

**Medidas estructurales.** - Planes de manejo de cuencas que incluyen adecuación hidráulica de cauces, protección de las márgenes y construcción de obras de drenaje de aguas residuales y lluvias, entre otros.

**Medidas no estructurales.** - Programas de delimitación y demarcación de rondas hidráulicas y zonas de preservación ambiental, reasentamientos por recuperación de corredores ecológicos, programas de mantenimiento y limpieza de los cauces y sistemas de drenaje, planes de monitoreo y sistemas de alerta, planes de emergencia y contingencia, programas educativos y de divulgación y organización comunitaria, planes de ordenamiento territorial.

#### **2.5.2.5.2 Medidas de reducción del riesgo ante deslizamientos**

Para reducir el riesgo existen dos tipos de medidas generales que se pueden realizar, las Estructurales y no Estructurales:

**Medidas estructurales.** - Las medidas estructurales se refieren a la intervención física mediante el desarrollo o refuerzo de obras de ingeniería, que pueden ser aplicadas directamente sobre la amenaza o sobre la vulnerabilidad.

Reducción de la amenaza. - a través de medidas estructurales, que tienden a controlar o encausar el curso físico de un evento, o reducir la magnitud y frecuencia del mismo, entre las cuales se encuentran: anclajes y pernos en roca, muros de contención, gaviones, muros en tierra reforzada, drenes, filtros, zanjas de coronación, cunetas y canales periféricos, etc.

Reducción de la vulnerabilidad estructural. - Consiste en la reducción al mínimo posible de daños materiales mediante la modificación de la resistencia y modificando los niveles de exposición de los elementos expuestos y tienen como objetivo mitigar el riesgo.

**Medidas no estructurales.** - Corresponde a todas aquellas acciones más de tipo educativas o de aplicación legislativa de gestión, organización, etc., que se adelantan para disminuir los efectos de un evento, por lo general se ven como una complementación de las medidas estructurales, y son promovidas al interior de la comunidad para su organización, así tenemos:

Mapas de zonificación de amenaza y riesgo.

Estudio y Reglamentación, que permite restringir el uso del suelo.

### **2.5.3 Marco conceptual**

Para iniciar con esta investigación es necesario considerara ciertos conceptos y términos relacionados a la línea de estudio con el fin de conceptualizar la gestión de riesgos, a través de diversos documentos y estudio anteriores, loa cuales han servido de base para entender un poco más la materia.

#### **2.5.3.1 Riesgo**

Es la probabilidad de ocurrencia de un evento con consecuencias económicas, sociales adverso con consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio particular y en un tiempo de exposición determinado.

#### **Riesgo de desastres**

Es la posible pérdida que ocasionaría un desastre en términos de vidas, las condiciones de salud, los medios de sustento, los bienes y los servicios y que podrían ocurrir en una comunidad o sociedad particular en un periodo específico de tiempo en el futuro.

Podemos resumir y señalar, al mismo tiempo, que una planificación estratégica de la prevención y atención de desastres tiene dos objetivos generales: por un lado, minimizar los desastres, los mismos que se lograrán mediante el planeamiento, organización, dirección y control de las actividades y acciones relacionadas con las siguientes.

La Prevención (Antes): la estimación del Riesgo y la Reducción del Riesgo.

La Respuesta (Durante): ante las emergencias (incluye la atención propiamente dicha, la evaluación de daños y la rehabilitación).

La Reconstrucción (Después)

#### **Factores de riesgo**

El riesgo deriva de la relación dinámica entre las amenazas y las Vulnerabilidades de una sociedad o un componente en particular de las mismas.

El riesgo se ha conceptualizado en una función matemática, para fines de evaluación cuantitativa, en donde el riesgo es una función convolucion de la

amenaza y de la vulnerabilidad, es decir que una condiciona a la otra y se materializa en el riesgo.

Este concepto matemático permite establecer una relación intrínseca entre la amenaza y la vulnerabilidad, explicándose que no es vulnerable si no existe amenaza y que a su vez no se está amenazada si no es vulnerable.

$R = \text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad}$  (Cardona)

Esta ecuación es la referencia básica para la estimación del riesgo, donde cada una de las variables: Amenaza y Vulnerabilidad y consecuente el Riesgo se expresa en términos de probabilidad.

### **Gestión del riesgo**

Proceso que implica un conjunto de actividades planificadas que se realizan con el fin de reducir o eliminar o hacer frente a una situación de emergencia o desastre en caso de que estos se presenten. (SNGR, 2010).

### **Gestión del riesgo de desastres.**

El proceso sistemático de utilizar directrices administrativas, organizaciones, destrezas y capacidades operativas para ejecutar políticas y fortalecer las capacidades de afrontamiento, con el fin de reducir el impacto adverso de las amenazas naturales y posibilidad de que ocurra un desastre. (NNUU-EIRD, 2009)

### **Áreas de la Gestión de Riesgo de Desastres y Componentes.**

La Gestión del Riesgo de Desastres abarca las siguientes áreas y Componentes (USAID- OFDA.LAC, 2009):

**Tabla N° 13** Áreas y componentes de la Gestión del Riesgo

<b>AREAS</b>	<b>COMPONENTES</b>
Evaluación del riesgo	Estudios de amenaza y vulnerabilidad
Reducción y transferencia del riesgo	Prevención y mitigación, transferencia y financiamiento
Manejo de eventos adversos	Preparación, alerta y respuesta
recuperación	Rehabilitación y reconstrucción

**Fuente:** Curso de reducción del riesgo de desastres USAID-OFDALAC, 2009

### **Evaluación del riesgo**

Una metodología para determinar la naturaleza y el grado de riesgo a través del análisis de posibles amenazas y la evaluación de las condiciones existentes de vulnerabilidad que conjuntamente podrían dañar potencialmente a la población, la propiedad, los servicios y los medios de sustento expuestos, al igual que el entorno del cual dependen.

#### **2.5.3.2 Amenaza/Peligro**

Fenómeno natural, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que puede causar la muerte, lesiones u otros impactos en la salud, daños materiales, pérdidas de medios de subsistencia, interrupción de la actividad social y económica o degradación ambiental.

Las amenazas o peligros según la estrategia internacional para la reducción de desastres de las naciones unidas se clasifican en:

Amenazas socio-natural: entre ellas comprenden las amenazas hidrometeorológicas, con como son los ciclones-huracanes, olas de frío y calor; geológicas, como son: sismos erupciones volcánicas, tsunamis; biológicas, como son: plagas, enfermedades epidémicas

#### **2.5.3.3 Inundación**

**Centro Nacional de prevención de desastres - (CNPD, 2006)**, Es aquel evento que debido a la precipitación, oleaje, marea de tormenta, o falla de alguna estructura hidráulica, provoca un incremento en el nivel de la superficie libre del agua, de los ríos o el mar mismo, generando invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no la hay y que generalmente causan daños en la población, agricultura e infraestructura.

Existen dos tipos de inundaciones

**Inundaciones fluviales:** se genera cuando se desborda el agua del cauce normal de los ríos sobre las planicies, normalmente libres de agua.

**Inundaciones pluviales:** Son aquellas que se producen por la acumulación de agua de lluvia, nieve o granizo en áreas de topografía plana, que normalmente se

encuentran secas, pero que han llegado a su máximo grado de infiltración, Organización Panamericana de la Salud - (OPS, 2004).

#### **2.5.3.4 Deslizamiento**

Es un tipo de corrimiento o movimiento de masa de tierra, provocado por la inestabilidad de un talud. Se produce cuando una gran masa de terreno se convierte en zona inestable y se desliza con respecto a una zona estable, a través de una superficie o franja de terreno de pequeño espesor. Los deslizamientos se producen cuando en la franja se alcanza la tensión tangencial máxima en todos sus puntos.

#### **2.5.3.5 Vulnerabilidad.**

La vulnerabilidad presenta varias definiciones, dependiendo del contexto en el que es utilizada. Una de las más relevantes es aquella que señala: “la promoción de un elemento (o de un conjunto de elementos) a sufrir ataques y daños en caso de manifestaciones destructores y/o a generar condiciones propicias a su ocurrencia o el agravamiento de sus efectos (Dr Ercore, 1994).

Tipos o Factores de Vulnerabilidad:

**Factores ambientales.** - Son aquellos relacionados con el uso de los recursos naturales y nuestra convivencia con los ecosistemas territoriales y globales que son el sustento de las acciones que realizamos a corto, mediano y largo plazo.

**Factores Económicos.** - Se trata de factores relacionados con la creación acumulación y distribución de la riqueza y el proceso de producción, adquisición e intercambios de bienes que caracteriza los diferentes territorios. (OIT-EIRD/NNUU, 2008).

**Factores educativos.** - Es la correspondencia entre los contenidos y métodos de educación y las herramientas conceptuales y prácticas que requieren para participar activamente en la vida de esa localidad y contribuir a una relación armónica entre población y su entorno natural.

Una comunidad educada e informada será menos vulnerable a los riesgos y desastres (Módulos de Capacitación de Gestión del Riesgo Local).

**Vulnerabilidad física.** - Se refiere al nivel de daño potencial o grado de pérdida que puede sufrir un elemento en términos de su exposición y resistencia contra la magnitud de la amenaza. También, se puede definir como el grado en que un

sistema o parte del sistema, pueden reaccionar adversamente ante la materialización de la amenaza. La respuesta está condicionada a la capacidad del sistema de absorber y recuperarse después de ocurrido el deslizamiento (Cifuentes Zaldúa, 2011).

**Factores físicos.** - Tiene que ver, entre otros aspectos, con la ubicación física del asentamiento o con las cualidades o condiciones técnicas – materiales de ocupación o aprovechamiento del ambiente y sus recursos.

**Factor o vulnerabilidad estructural.** - Se refiere a la susceptibilidad que la estructura presenta frente a posibles daños en aquellas partes del establecimiento hospitalario que lo mantienen en pie ante un sismo intenso. Esto incluye cimiento, columnas, muros, vigas y losas

Facto o Vulnerabilidad físico-estructural. - Se refiere a las características físicas de construcción, o condiciones técnicas con que fue elaborada de una edificación y que inciden directamente en el comportamiento estructural de la edificación frente a una amenaza.

**Factor o vulnerabilidad funcional.** - Se refiere a la susceptibilidad que presenta una edificación en cuanto a los aspectos de organización y distribución física de los servicios, los recursos humanos, financieros e insumos disponibles, así como la capacidad organizativa y de respuesta de la institución. (CISMID, PERÚ).

#### **2.5.3.6 Desastre**

Según (Villalón Semanat, 2003) menciona que una seria interrupción en el funcionamiento de una comunidad o sociedad que ocasiona una gran cantidad de muertes al igual que perdidas e impactos materiales, económicos y ambientales que exceden la capacidad de la comunidad o la sociedad afectada para hacer frente a la situación mediante el uso de propio recursos.

**Evaluación de vulnerabilidad.** - Procesos sistemáticos de análisis de información sobre población, edificios, infraestructura, áreas geográficas seleccionadas para identificar quién, qué, con qué características y dónde son susceptibles a daños por efecto de amenazas. (USAID-OFDA.LAC 2009).



Análisis de Amenazas/Peligros. - Estudios de identificación, mapeo, evaluación y monitoreo de una(s) amenaza(s) para determinar su potencialidad, origen, características y comportamiento (NNUU-EIRD, 2004)

#### **2.5.3.7 Reducción del riesgo:**

El concepto y la práctica de reducir el riesgo de desastres mediante esfuerzos sistemáticos dirigidos al análisis y a la gestión de los factores causales de los desastres, lo que incluye la reducción del grado de exposición a las amenazas, la disminución de la vulnerabilidad de la población y la propiedad, una gestión sensata de los suelos y del medio ambiente, y el mejoramiento de la preparación ante los eventos adversos. (NNUU-EIRD, 2009).

**Prevención.** - Medidas y acciones dispuestas con anticipación que buscan evitar riesgos en torno a amenazas y vulnerabilidades. (SNGR 2010).

**Mitigación.** - Medidas y actividades de intervención dirigidas a reducir o disminuir el riesgo. (SNGR 2010).

#### **2.5.3.8 Transferencia del riesgo**

El proceso de trasladar formal o informalmente las consecuencias financieras de un riesgo en particular de una parte a otra, mediante el cual una familia, comunidad, empresa o autoridad estatal obtendrá recursos de la otra parte después que se produzca un desastre, a cambio de beneficios sociales o financieros continuos o compensatorios que se brindan a la otra parte. (NNUU-EIRD, 2009).

Financiamiento del riesgo de desastres. - Los mecanismos de financiamiento del riesgo permiten pagar las pérdidas en el mediano a largo plazo a través de alguna facilidad de crédito. Estos mecanismos proveen una cobertura eficiente en costos y Multi-anual que ayuda con la estabilización de las primas y aumenta la disponibilidad de fondos para fines de aseguramiento. (USAID-OFDA.LAC, 2009).

#### **2.5.3.9 Manejo de eventos adversos.**

Ejecución de acciones necesarias para tener una respuesta a tiempo, después de la ocurrencia de un evento. (USAID-OFDA.LAC, 2009).

**Preparación.** - Conjunto de medidas y actividades que organizan y facilitan oportunamente la respuesta en una emergencia o desastre. (SNGR 2010).

**Alerta.** - Estado declarado con el fin de tomar decisiones específicas, debido a la probable ocurrencia de un evento adverso. (SNGR, 2010).

**Respuesta.** - El suministro de servicios de emergencia y de asistencia pública durante o inmediatamente después de la ocurrencia de un desastre, con el propósito de salvar vidas, reducir los impactos a la salud, velar por la seguridad pública y satisfacer las necesidades básicas de subsistencia de la población afectada. (NNUU-EIRD, 2009).

#### **2.5.3.10 Recuperación**

La restauración y el mejoramiento, cuando sea necesario, de los planteles, instalaciones, medios de sustento y condiciones de vida de las comunidades afectadas por los desastres, lo que incluye esfuerzos para reducir los factores del riesgo de desastres. (NNUU-EIRD, 2009).

**Rehabilitación.** - Restablecer a corto plazo las condiciones normales de vida, mediante la reparación de los servicios vitales indispensables. (SNGR, 2010).

**Reconstrucción.** - Es el proceso de recuperación a mediano y largo plazo, del daño físico, social y económico, a un nivel de desarrollo igual o superior al existente antes del desastre. (SNGR 2010).

#### **2.5.4 Marco Histórico**

Según (Del Carmen Pizarro D. , 2011), menciona que las variaciones que ha experimentado el comportamiento hidráulico de la Quebrada Serrano con respecto a la ocurrencia de caudales extremos ( $Q_{max} = 235.90 \text{ m}^3/\text{seg}$  frente a la zona urbana), se ha traducido en un acelerado proceso de erosión del lecho y taludes que conforman el cauce, produciéndose ligeros desplazamientos que afectan a la zona urbana ribereña asentada en ambos márgenes, sin embargo, durante los primeros meses del presente año, como nunca antes había sucedido las aguas de la quebrada Serrano alcanzaron niveles altos generando el inminente peligro de inundación de la zona urbana de la ciudad de Saposoa, como consecuencia de la baja pendiente, así como de la sinuosidad del cauce.

Gran parte de la población urbana ribereña, recuerda eventos extremos ocurridos los años 1974 y 1985, por lo que el área resulta vulnerable a las inundaciones, tal como la ocurrida en el mes de Febrero del presente año, así como a la pérdida de terreno urbano ribereño por efecto de la erosión de sus márgenes, lo que ocasiono grandes

pérdidas económicas a la población urbana. La situación se describe como crítica debido al cambio climático que viene ocurriendo en la región San Martín, lo que se traduce en prolongadas sequías, así como la ocurrencia de descargas violentas que ocasionan inundaciones de áreas ribereñas a lo largo de la quebrada Serrano, siendo una de ellas, la ciudad de Saposoa.

La quebrada Serrano, conforma un valle no muy extenso, la cuenca es de forma ligeramente redondeada y presenta un cauce cuya longitud es relativamente corta 13.157 km lo que motiva que ante la ocurrencia de precipitaciones intensas, éstas se traduzcan en escurrimiento en corto tiempo, motivando la presencia de descargas violentas con el alto riesgo de ocurrencia de erosión del cauce y sus márgenes, así como de inundaciones sobre todo en la parte baja de la cuenca afectando a ambas márgenes el área ribereña donde se asienta la ciudad de Saposoa.

A la fecha, se encuentra organizado el “Comité Vecinal Barrio Puerto Tocache”, debidamente reconocido por la Municipalidad Provincial de Huallaga. Este comité viene apoyando a la gestión municipal para la ejecución del proyecto de defensa ribereña.

## **2.6 Hipótesis A Demostrar**

El análisis de la vulnerabilidad físico estructural y funcional influye en el incremento de la manifestación de peligro en edificación pública y privada ante el riesgo de deslizamiento e inundaciones en la zona urbana de la ciudad de Saposoa.

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1 Materiales**

##### **3.1.1 Recursos Humanos**

01 Tesista

01 Asesor

02 personas de apoyo

##### **3.1.2 Recursos Materiales**

Software (Windows, Word, Excel, AutoCAD)

Útiles de oficina

Textos de la especialidad

Muestras de Suelo

Palanas

##### **3.1.3 Recursos de Equipos**

Computadora

Impresora

Cámara fotográfica

Encuestas

##### **3.1.4 Otros recursos**

Vehículos

Combustible

Ploteo de planos

Fotocopias

## **3.2 Metodología**

### **3.2.1 Universo, Muestra Población**

El universo estará conformado por la totalidad de las edificaciones públicas y privadas que serán ubicadas en la zona urbana de la ciudad de Saposoá; la muestra está por el tipo de investigación, se realizara una edificación de tres zonas de muestreo simple al azar, que es un tipo de muestreo probabilístico o aleatorio, permitiendo seleccionar las unidades muestrales, de manera aleatoria.

**Población:** Se ha realizado el análisis de la vulnerabilidad física estructural y funcional en instituciones públicas del área urbana de la ciudad de Saposoá, que para objetos de este estudio se ha considerado desarrollarlo en las edificaciones aledañas a la quebrada serrano, que tienen como características comunes, las competencias y funciones de carácter política, administrativo y operativo para el funcionamiento de la ciudad.

**Distribución de la muestra:** Para el caso de este estudio se ha determinado un muestreo simple al azar, que es un tipo de muestreo probabilístico o aleatorio, que nos permite seleccionar las unidades muestrales, de manera aleatoria de los diversos estratos o secciones que tienen características comunes, como es el caso de las instituciones públicas esenciales asentadas en la ciudad de Saposoá.

### **3.2.2 Sistema de Variables**

#### **Variable independiente**

Estudio de la vulnerabilidad físico estructural y funcional en edificaciones públicas y privadas ante el riesgo de deslizamientos e inundaciones.

**Tabla N° 14** Variable Independiente

VARIABLE	DEFINICION	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA
				CUALITATIVO
VULNERABILIDAD FISICA	Grado de susceptibilidad de una o un grupo de edificaciones, a sufrir daños parciales o totales, representados en bienes materiales y en vidas humanas	ESTRUCTURAL	SISTEMA ESTRUCTURAL	CONCRETO ARMADO
				EXTRUCTURA DE MADERA
				MIXTA (MADERA/HORMIGON)
			TIPO DE MATERIAL EN PAREDES	PARED DE LADRILLO
				PARED DE ADOBE
				PARED DE TAPIAL
			TIPO DE CUBIERTA	LOSA DE HORMIGON ARMADO
				VIGAS DE MADERA
				VIGAS DE MADERA Y TEJA
			NUMERO DE PISOS	1 PISO
		2 PISO		
		3 PISO O MAS		
		AÑOS DE CONSTRUCCION	10 AÑOS	
			20 AÑOS	
			30 AÑOS	
		ESTADO DE CONSERVACION	BUENO	
			REGULAR	
			MALO	
		FUNCIONAL	DISEÑO DE ORIGEN	USO RESIDENCIAL
				USO COMERCIAL
USO PUBLICO				
CARACTERISTICAS DE LA EDIFICACION	PROPIO			
				ALQUILADO

**Fuente:** Metodología para el Análisis de Vulnerabilidad a Nivel Municipal-Quito 2012

**Tabla N° 15** Variable dependiente

VARIABLE	DEFINICION	DIMENSION	INDICADOR	DESCRIP.
RIESGO DE DESASTRES	Posibles pérdidas que ocasionaría un desastres en términos de vidas, las condiciones de salud, los medios de sustento, los bienes y los servicios, que podían ocurrir en una comunidad. (Terminología sobre reducción de riesgo de desastres, EIRD/NNUU, 2009)	INUNDACIONES	Numero de eventos registrados	
			Frecuencia del evento	
			Zona y áreas de exposición a la amenaza en el sector urbana de la ciudad de Saposoa	

**Fuente:** Metodología para el Análisis de Vulnerabilidad a Nivel Municipal-Quito 2012

### 3.2.3 Diseño Experimental de la Investigación

#### **Considerando donde se encuentra los datos a recolectar:**

Según el emplazamiento de la fuente de datos, se prevé que la recolección de datos se tomara en cada sector, haciendo visitas y encuestas directamente permitiendo seleccionar las unidades muestrales de manera aleatoria.

#### **Considerando la temporalidad de los datos a recolectar:**

Según la temporalidad, la presente investigación considera a utilizarse en este estudio es el no experimental, ya que se realizará sin manipular deliberadamente las variables, es decir se observarán los fenómenos tal como se presentan y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos; ya que en el presente estudio

se relaciona la situación actual de la vulnerabilidad física y funcional de las instituciones públicas y privadas ante eventos adversos (inundaciones).

Utilizando el método analítico, ya que para conocer las condiciones de vulnerabilidad física estructural y funcional de las edificaciones públicas y privadas, se procederá a descomponer el todo en sus partes hasta llegar a conocer sus elementos a fin de poder revisarlos ordenadamente cada uno de ellos, permitiendo conocer el grado de vulnerabilidad presente en cada infraestructura.

También se utilizará el descriptivo, ya que nos permite describir de manera detallada la estructura física de las edificaciones y cierta parte de los aspectos funcionales de la misma, lo que nos permitirá especificar las propiedades más importantes a fin de describir lo que se investiga.

#### **3.2.4 Diseño de Instrumentos.**

A continuación, se describe el proceso a seguir para el desarrollo de la investigación.

##### **3.2.4.1 Fuentes secundarias**

Fuentes de información:

Las siguientes instituciones son generadoras de información básica para este estudio:

Ministerio de salud de la provincia de Huallaga

Sub dirección de educación Huallaga

Centro de estudios y prevención de desastres de peri (PREDES)

Municipalidad provincial de Huallaga – Saposoa.

##### **3.2.4.2 Fuentes Primarias**

Para el desarrollo de este estudio, se elaboraron entrevistas dirigidas a personas habitantes de las viviendas en la zona de estudio y de personas responsables de las diferentes instituciones públicas aledañas a la quebrada Serrano.

De la misma manea a fin de corroborar datos obtenidos en las diferentes encuestas aplicadas, así como para la comprobación de los datos catastrales, se realizaron



recorridos de observación, que permitieron obtener datos de campo importantes para el desarrollo de este estudio.

### **3.2.5** Procesamiento de Información.

**Procesamiento:** el procesamiento de la información contenida en este estudio se lo desarrollo en programas informáticos como el software Word, Excel y AutoCAD.

#### **Análisis de la información: promedios y porcentajes**

Presentación de resultados: la presentación de los diferentes resultados obtenidos en el presente estudio se lo realizo en tablas y gráficos estadísticos mapas temáticos a escala utilizando el programa de AutoCAD pata la representación de mapas temáticos.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Análisis Global

Para la presentación de resultados se ira disgregando cada una de las preguntas formuladas en la entrevista, lo que nos permitirá realizar el análisis correspondiente, así como la presentación de los resultados obtenidos, que para objeto de este estudio se considerará únicamente el aspecto físico y funcional de las instituciones, así tenemos:

#### 4.1.1 Vulnerabilidad Física

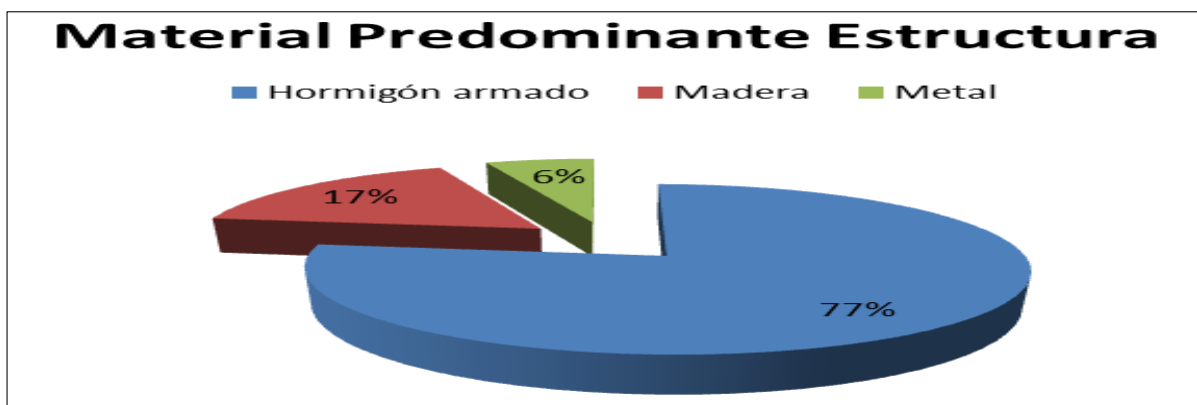
**Pregunta 6.1 ¿Cuál es el material predominante en la estructura de la edificación?**

**Cuadro N° 14** Material Predominante Estructura – Edificaciones área Urbana, encuesta

TIPO	N°	%
Materiales Predominante Estructura		
Hormigón armado	221	77
Madera	8	17
Metal	5	6
<b>TOTAL</b>	<b>286</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio.

**Gráfico N° 3** Material Predominante Estructura



**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio

**Análisis:** Como se observa en el gráfico, la mayoría de las instituciones, poseen estructura de hormigón armado como material predominante de la edificación,

debido principalmente a que se trata de edificaciones relativamente nuevas, lo cual evidencia que dichas edificaciones poseen una estructura que podrían ser resistente, sin embargo, debemos aclarar que no se ha considerado el cumplimiento de normas de construcción.

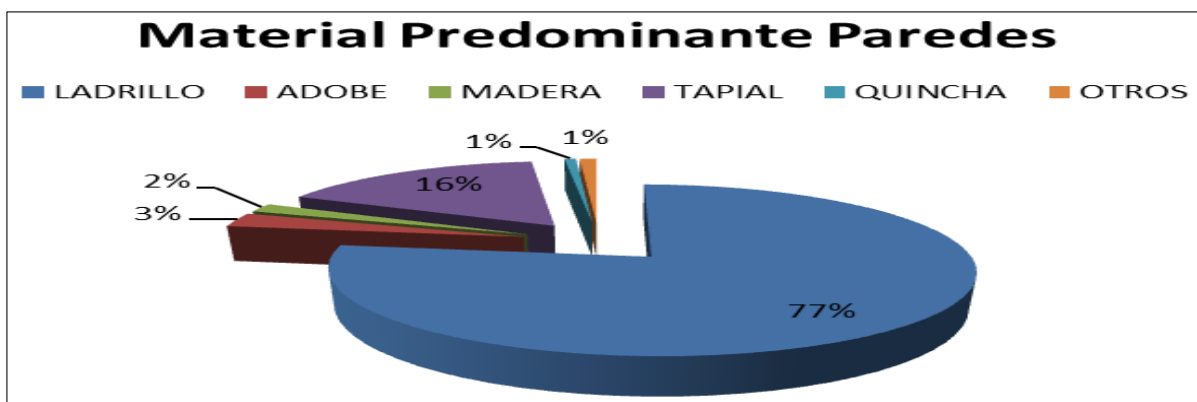
**Pregunta 6.2 ¿Cuál es el material predominante en las paredes de la edificación?**

**Cuadro N° 15** Material Predominante en las Paredes – Edificaciones área Urbana, Encuestas

TIPO	N°	%
Material Predominante en las Paredes		
Ladrillo	221	77
Adobe	8	3
Madera	5	2
Tapial	47	16
Quincha	2	1
Otros	3	1
<b>TOTAL</b>	286	100

**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio.

**Gráfico N° 4** Material Predominante Paredes



**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio

**Análisis:** Como se observa en el gráfico, la mayoría de las instituciones han sido construidas con ladrillo como material predominante en las paredes, lo cual

evidencia que la mayoría de las edificaciones poseen paredes que podrían ser resistentes.

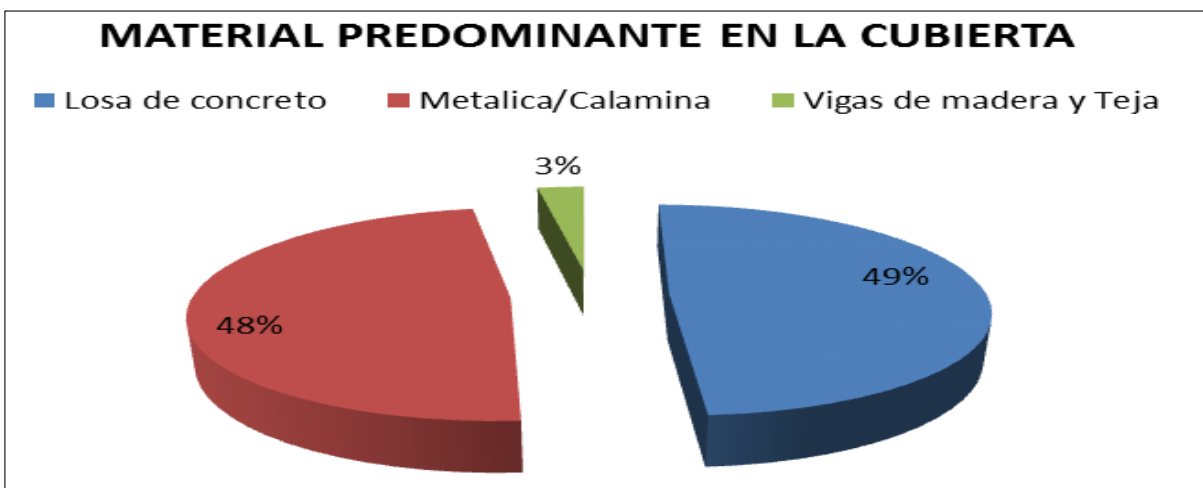
**Pregunta 6.3 ¿Cuál es el material predominante en la cubierta de la edificación?**

**Cuadro N° 16** Material Predominante Cubierta – Edificaciones área Urbana, Encuestas

MATERIAL PREDOMINANTE EN LA CUBIERTA		
TIPO DE MATERIAL	N°	%
Losa de concreto	140	49%
Metálica/Calamina	138	48%
Vigas de madera y Teja	8	3%
<b>TOTAL</b>	286	100

**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio

**Gráfico N° 5** Material Predominante en la Cubierta



**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio.

**Análisis:** Como se observa en el gráfico, la mayoría de las instituciones poseen losa de hormigón armado como material predominante en la cubierta de la edificación, lo cual demuestra que las edificaciones tienen una cubierta resistente y se podría considerar que tiene un adecuado confinamiento del sistema estructural.

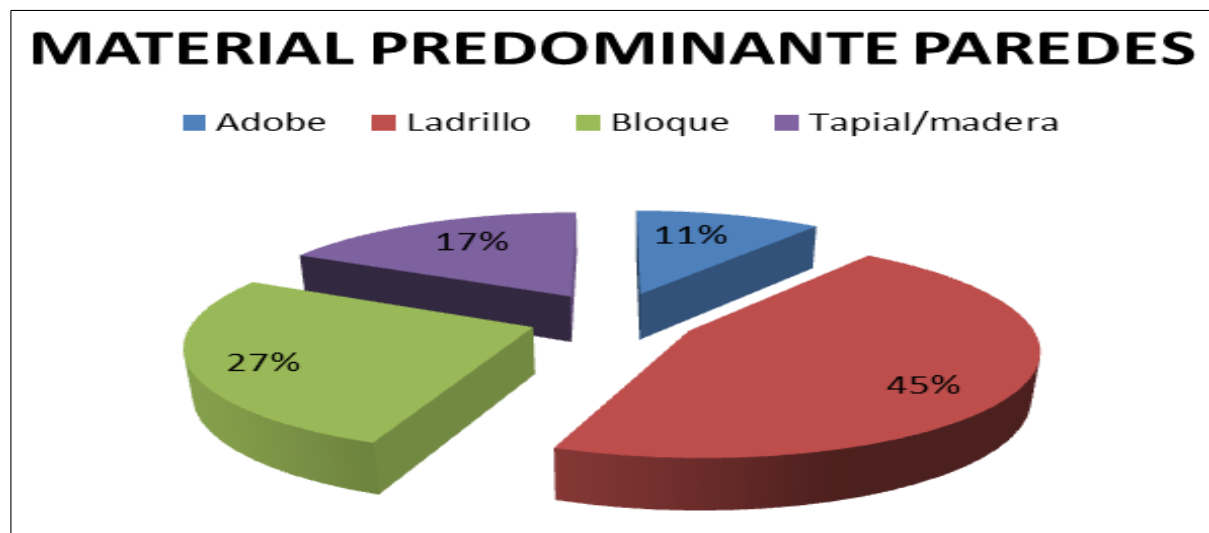
**Pregunta 6.4 ¿Cuál es el material del sistema de entrepisos de la edificación?**

**Cuadro N° 17** Material Predominante Paredes– Edificaciones área Urbana, Encuestas

MATERIAL PREDOMINANTE PAREDES		
TIPO	N°	%
Adobe	30	10%
Ladrillo	130	45%
Bloque	76	27%
Tapial/madera	50	17%
<b>TOTAL</b>	<b>286</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio

**Gráfico N° 6** Material Predominante Paredes



**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio

**Análisis:** Como se observa en el gráfico, la mayor parte de las instituciones, poseen hormigón armado como material predominante en el entrepiso de la edificación, lo cual demuestra que dichas edificaciones podrían tener una resistencia adecuada que contribuya conjuntamente con la cubierta, a brindar un apropiado confinamiento del sistema estructural.

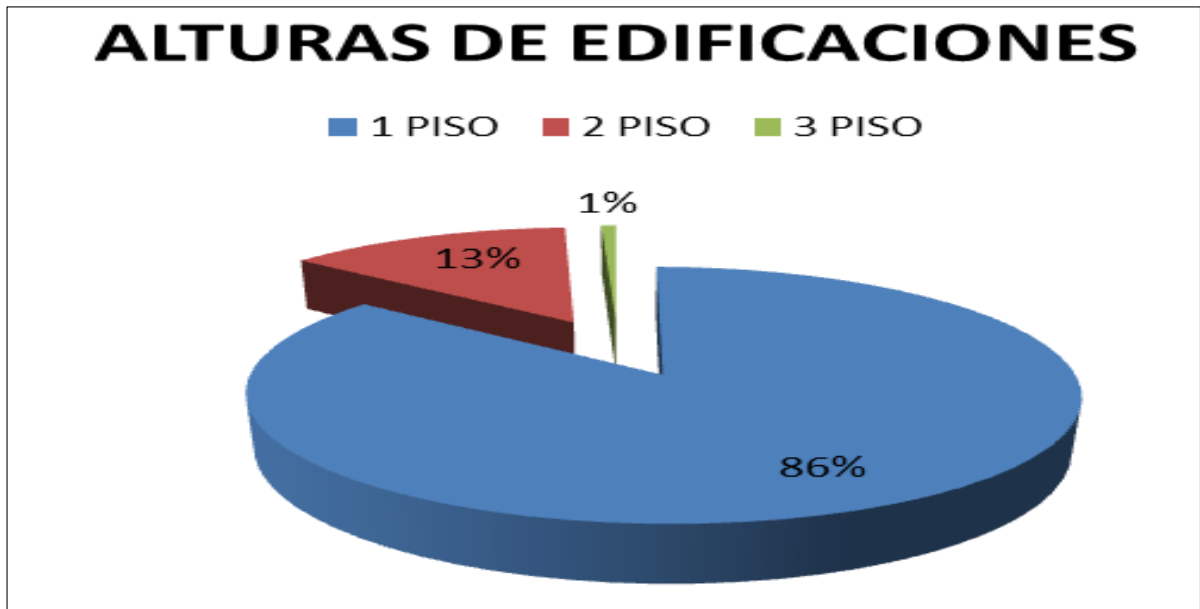
**Pregunta 6.5 ¿Cuántos pisos tiene la edificación?**

**Cuadro N° 18** Altura de Edificaciones – Edificaciones área Urbana, Encuestas

ALTURAS DE EDIFICACION		
TIPO	N°	%
1 PISO	245	86%
2 PISO	39	14%
3 PISO	2	1%
<b>TOTAL</b>	<b>286</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio

**Gráfico N° 7** Altura de Edificaciones



**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio

**Análisis:** Como se observa en el gráfico, la mayor parte de las instituciones, poseen 2 niveles o pisos, lo cual demuestra que las edificaciones mantienen un tamaño promedio en su altura, que podrían brindar una apropiada condición de seguridad.

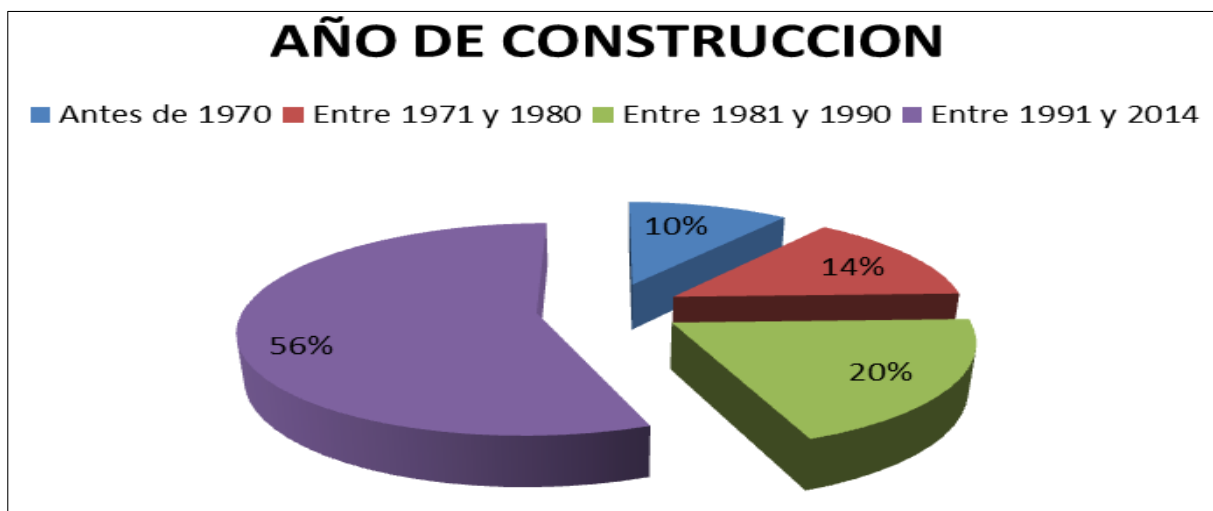
**Pregunta 6.6 ¿en qué año fue construida las instituciones donde funciona su institución?**

**Cuadro N° 19** Año de construcción – Edificaciones área Urbana, Encuestas

AÑO DE CONSTRUCCION		
AÑOS	N°	%
Antes de 1970	30	10%
Entre 1971 y 1980	40	14%
Entre 1981 y 1990	56	20%
Entre 1991 y 2014	160	56%
<b>TOTAL</b>	<b>286</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio

**Gráfico N° 8** Año de construcción



**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio

**Análisis:** Como se observa en la mayoría de las instituciones, han sido construidas entre 1981 y 1990 y entre 1991 y 2013 respectivamente, lo cual evidencia que las edificaciones podrían haber sido construidas con técnicas de construcción adecuadas o cuando menos básicas, que le permitirían mantener su resistencia y seguridad.

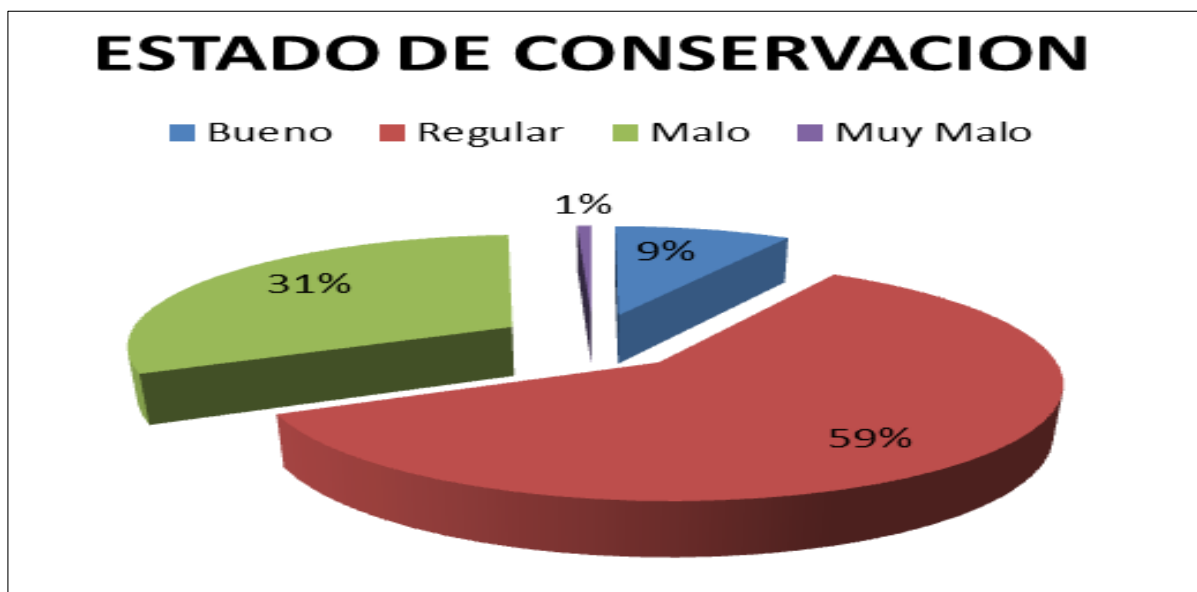
**Pregunta 6.7 ¿Cuál es el estado de conservación de las instalaciones?**

**Cuadro N° 20** Estado de conservación – Edificaciones área Urbana, Encuestas

ESTADO DE CONSERVACION		
ESTADO	N°	%
Bueno	25	9%
Regular	170	59%
Malo	89	31%
Muy Malo	2	1%
<b>TOTAL</b>	<b>286</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio

**Gráfico N° 9** Estado de Conservación



**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio

**Análisis:** Como se observa en el gráfico la mayoría de las instituciones mantienen un estado de conservación bueno, lo cual demuestra que las edificaciones no se han visto afectadas significativamente por el deterioro de las instalaciones, lo que permitiría conservar las propiedades mecánicas de los materiales y por ende su resistencia.



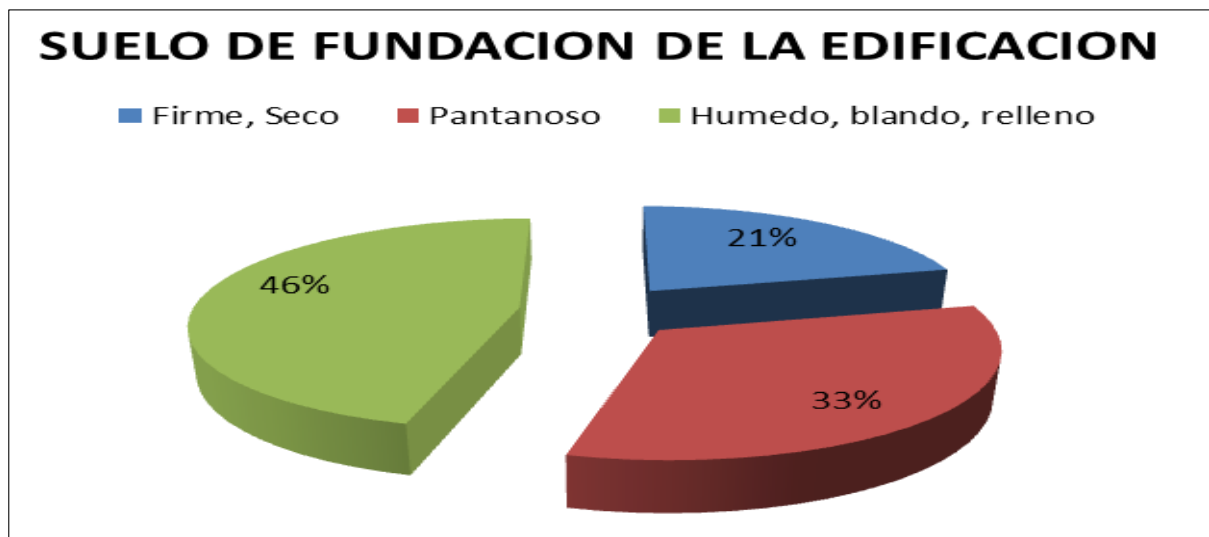
**Pregunta 6.8 ¿Cuál es la característica del suelo bajo la edificación?**

**Cuadro N° 21** Suelo de Fundación – Edificaciones área Urbana, Encuestas

SUELO DE FUNDACION DE LA EDIFICACION		
TIPO DE SUELO	N°	%
Firme, Seco	61	21%
Pantanosos	94	33%
Húmedo, blando, relleno	131	46%
<b>TOTAL</b>	<b>286</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio

**Gráfico N° 10** Suelo de Fundación de la Edificación



**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio

**Análisis:** Como se observa en el gráfico, la mayor parte de las instituciones han sido construidas sobre un suelo firme seco, lo cual nos indica que las edificaciones podrían encontrarse asentadas sobre un suelo con propiedades mecánicas adecuadas, que les permitiría incrementar la resistencia de la estructura.

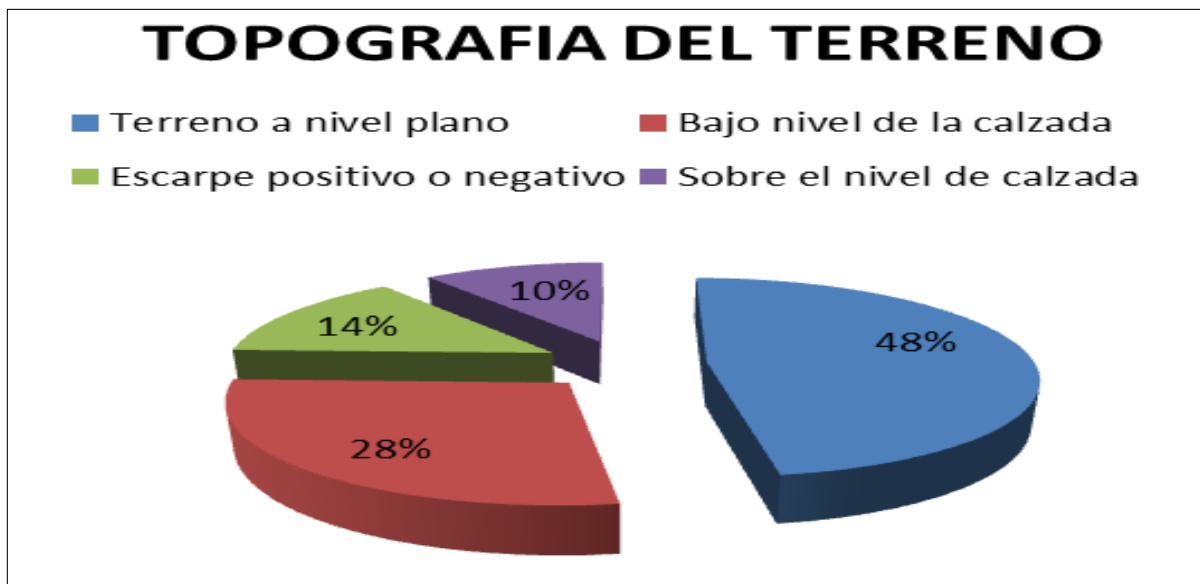
**Pregunta 6.9 ¿Cuál es la Topografía del sitio donde funciona su institución?**

**Cuadro N° 22** Topografía del Terreno – Edificaciones área Urbana, Encuestas

TOPOGRAFIA DEL TERRENO		
TIPO DE TERRENO	N°	%
Terreno a nivel plano	136	48%
Bajo nivel de la calzada	80	28%
Escarpe positivo o negativo	40	14%
Sobre el nivel de calzada	30	10%
<b>TOTAL</b>	<b>286</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio

**Gráfico N° 11** Topografía del Terreno.



**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio

**Análisis:** Como se observa en el gráfico, la mayoría de las instituciones han sido construidos sobre un terreno a nivel plano, lo cual evidencia que las edificaciones podrían haber sido levantadas sobre terrenos resistentes, permitiendo de esta manera disminuir el nivel de vulnerabilidad de la construcción.

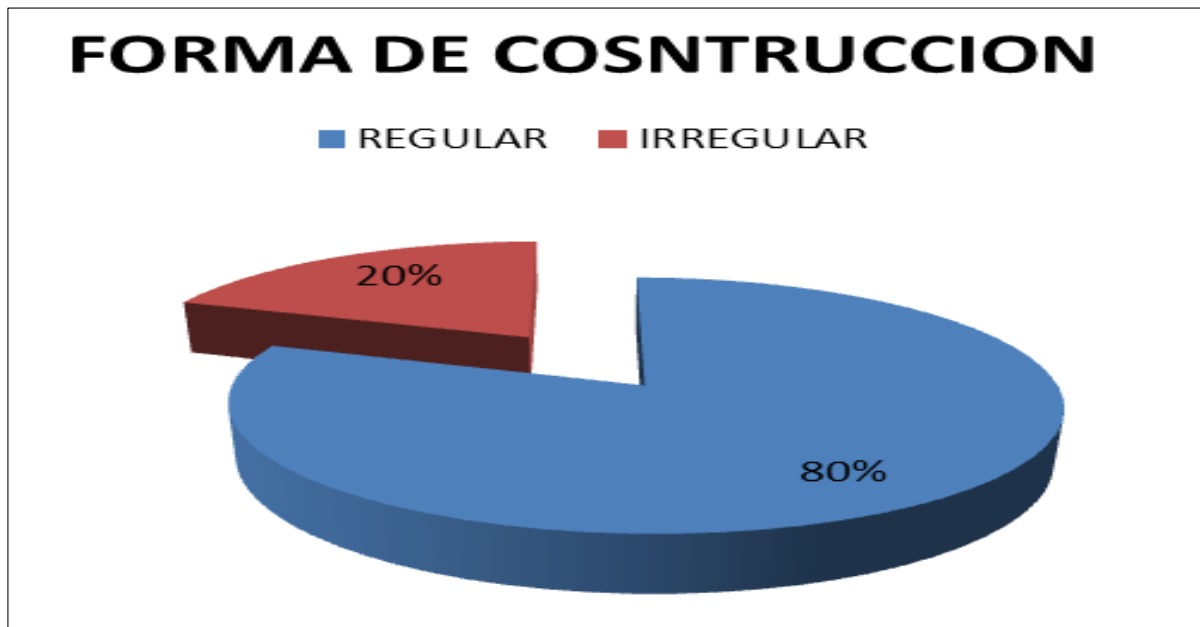
**Pregunta 6.10 ¿Cuál es la forma de la Construcción de la edificación?**

**Cuadro N° 23** Forma de Construcción – Edificaciones área Urbana, Encuestas

FORMA DE CONSTRUCCION		
FORMA	N°	%
REGULAR	230	80%
IRREGULAR	56	20%
<b>TOTAL</b>	<b>286</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio

**Gráfico N° 12** Forma de Construcción



**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio

**Análisis:** Como se observa en el grafico la mayor parte de las instituciones, poseen una forma de construcción regular, debido a que cuentan con una estructura simétrica en planta y elevación, que disminuirá el nivel de vulnerabilidad de la construcción.

#### 4.1.2 Vulnerabilidad Funcional

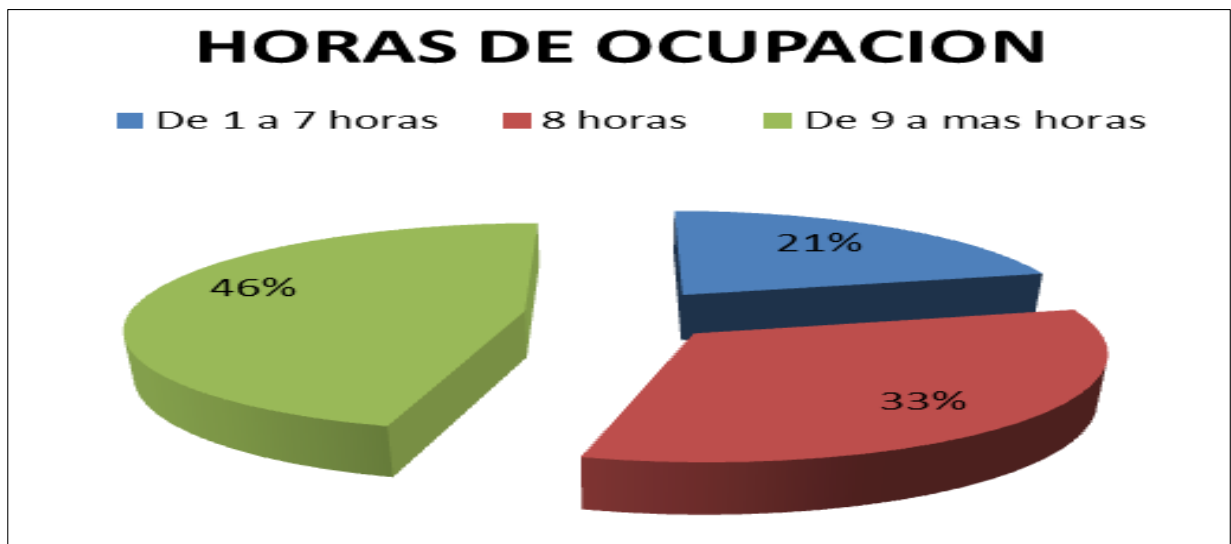
##### Pregunta 7.1 ¿Cuál es el promedio de ocupación diaria de su Institución?

**Cuadro N° 24** Horas de Ocupación – Edificaciones área Urbana, Encuestas

HORAS DE OCUPACION		
HORAS	N°	%
De 1 a 7 horas	61	21%
8 horas	94	33%
De 9 a más horas	131	46%
<b>TOTAL</b>	<b>286</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio

**Gráfico N° 13** Horas de Ocupación de los ambientes



**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio

**Análisis:** como se observa en el gráfico, en la mayoría de las instituciones las personas (funcionarios, estudiantes, personal de seguridad, servicios) permanecen como promedio 8 horas diarias dentro de las instalaciones, lo cual implica que las personas se encontrarían expuestas durante un periodo largo y uniforme de tiempo.

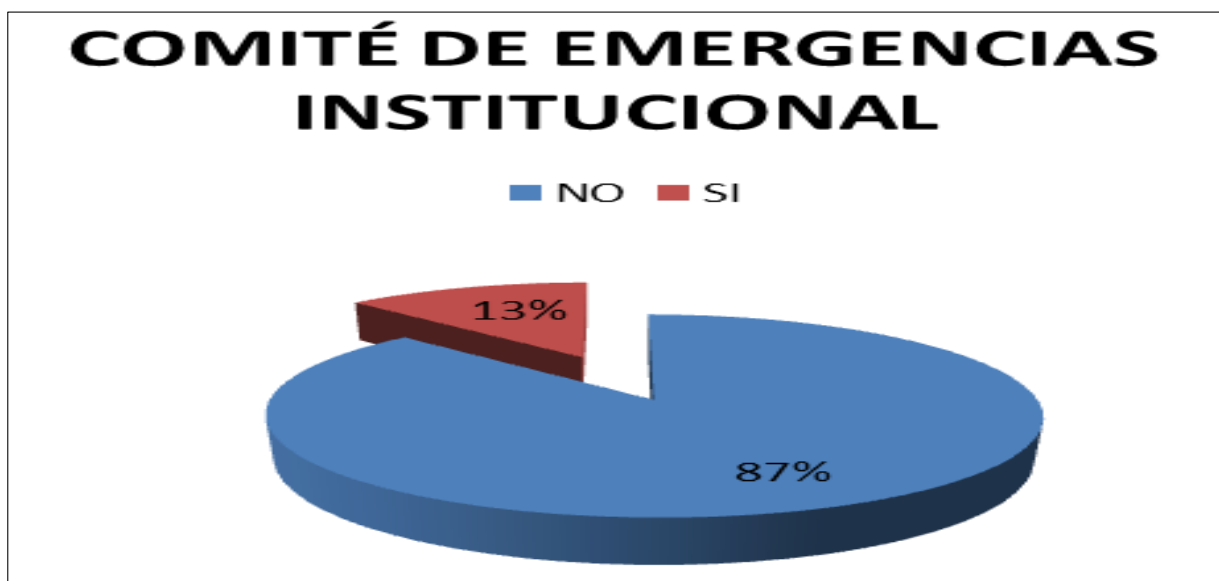
**Pregunta 7.2 ¿conoce usted, si su institución cuenta con un comité de Emergencias Institucional?**

**Cuadro N° 25** Comité de Emergencias Institucionales – Edificaciones área Urbana, Encuestas

COMITÉ DE EMERGENCIAS INSTITUCIONAL		
COMITÉ	N°	%
NO	250	87%
SI	36	13%
TOTAL	286	100

**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio

**Gráfico N° 14** Comité de Emergencias Institucionales – Edificaciones área Urbana, Encuestas



**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio

**Análisis:** Como se observa en el gráfico, la mayoría de instituciones no posee un comité de emergencias institucional o su comité no funciona, es decir que las edificaciones podrían no contar con la organización apropiada, que permita a sus usuarios actuar de manera adecuada ante un evento adverso.

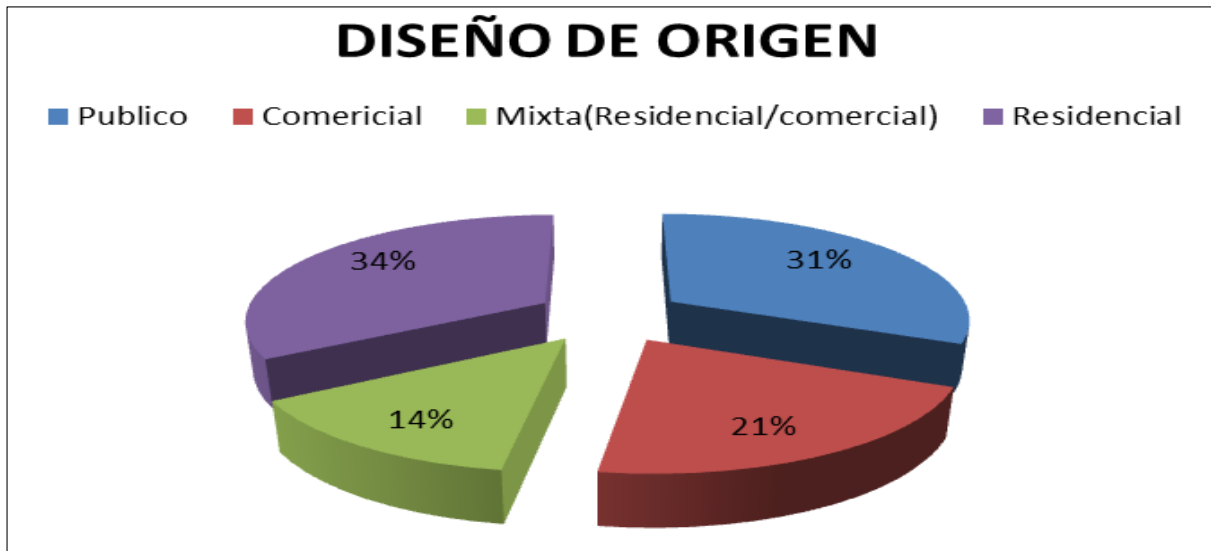
**Pregunta 7.3 ¿Conoce usted si la edificación donde funciona su institución fue diseñada para los fines que se encuentra cumpliendo?**

**Cuadro N° 26** Diseño de Origen – Edificaciones área Urbana, Encuestas

DISEÑO DE ORIGEN		
DISEÑO	N°	%
Publico	90	31%
Comercial	60	21%
Mixta(Residencial/comercial)	40	14%
Residencial	96	34%
<b>TOTAL</b>	<b>286</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio

**Gráfico N° 15** Diseño de Origen



**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio

**Análisis:** como se observa en el gráfico, la mayoría de las instituciones fueron diseñadas para uso público, es decir que las edificaciones podrían tener las características estructurales adecuadas y/o básicas para su funcionamiento y resistencia.

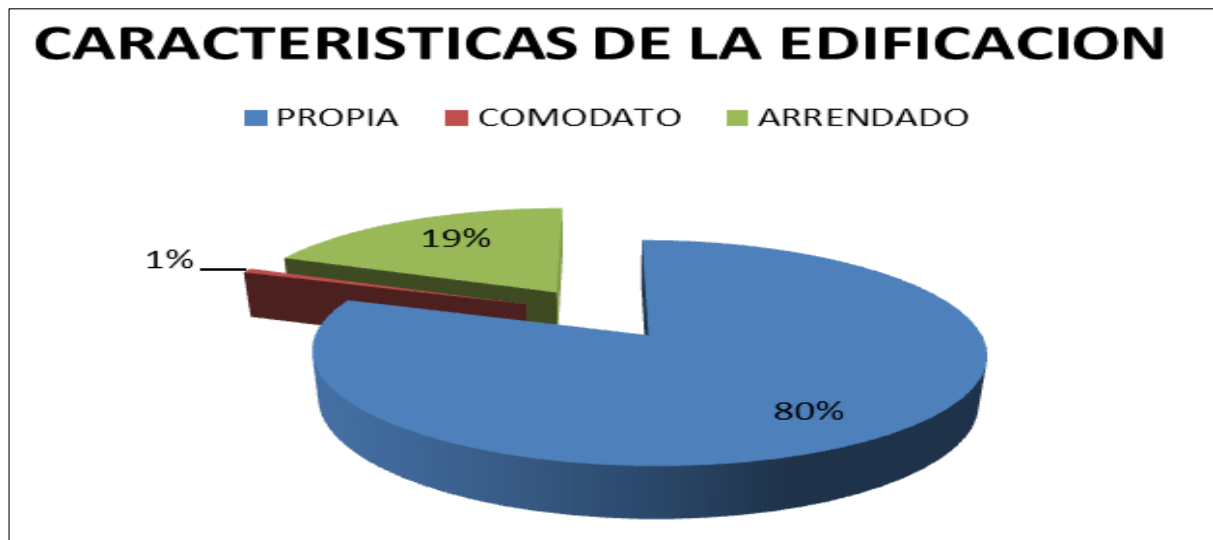
**Pregunta 7.4 ¿Las instalaciones donde funciona su institución es? Propio, arrendado, comodato.**

**Cuadro N° 27** Características de la Edificación – Edificaciones área Urbana, Encuestas

CARACTERISTICAS DE LA EDIFICACION		
EDIFICACION	N°	%
PROPIA	230	80%
COMODATO	2	1%
ARRENDADO	54	19%
<b>TOTAL</b>	<b>286</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio

**Gráfico N° 16** Características de la edificación



**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio

**Análisis:** Como se observa en el gráfico, la mayoría de las instituciones cuentan con instalaciones propias, es decir que las edificaciones no necesitan direccionar recursos económicos para gastos de arriendo, lo cual permitirá direccionar dichos recursos hacia una mejor organización y/o transferencia del riesgo.

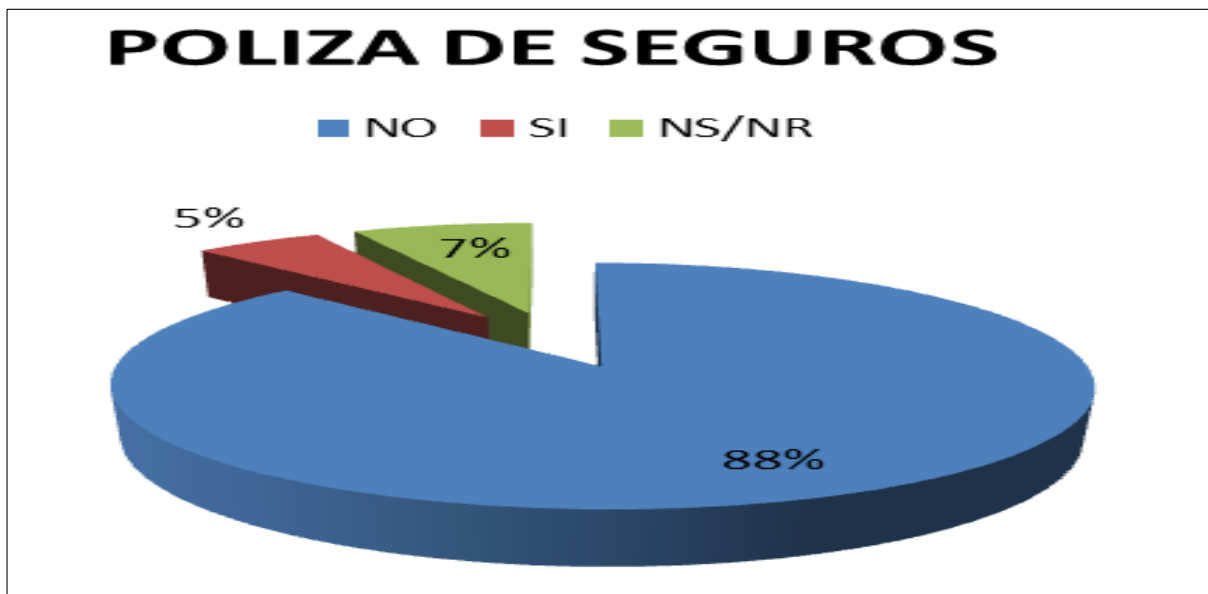
**Pregunta 7.5 ¿Su institución cuenta con una póliza de seguros ante eventos adversos (desastres)?**

**Cuadro N° 28** Póliza de Seguros – Edificaciones área Urbana, Encuestas

POLIZA DE SEGUROS		
SEGUROS	N°	%
NO	250	87%
SI	15	5%
NS/NR	21	7%
<b>TOTAL</b>	<b>286</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio

**Gráfico N° 17** Póliza de Seguros



**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio

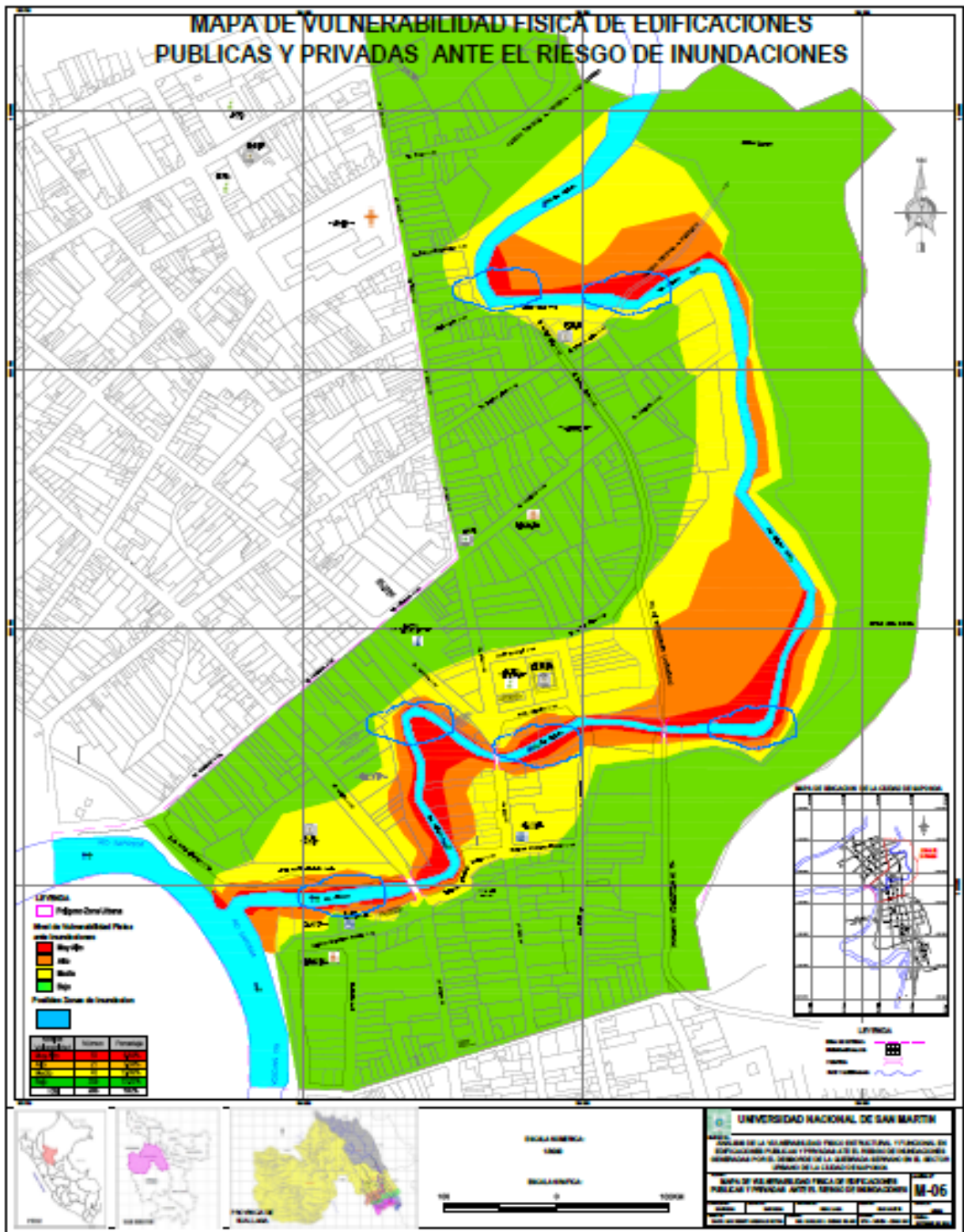
**Análisis:** Como se observa en el gráfico, la mayoría de las instituciones no cuenta con pólizas de seguro, es decir que las edificaciones no se encuentran protegidas ante eventos adversos, lo cual impediría recuperar la inversión realizada en la edificación, luego de ocurrido un siniestro.



#### **4.2 Resultado de entrevistas aplicadas en las instituciones públicas en la zona urbana de la ciudad de Saposoa.**

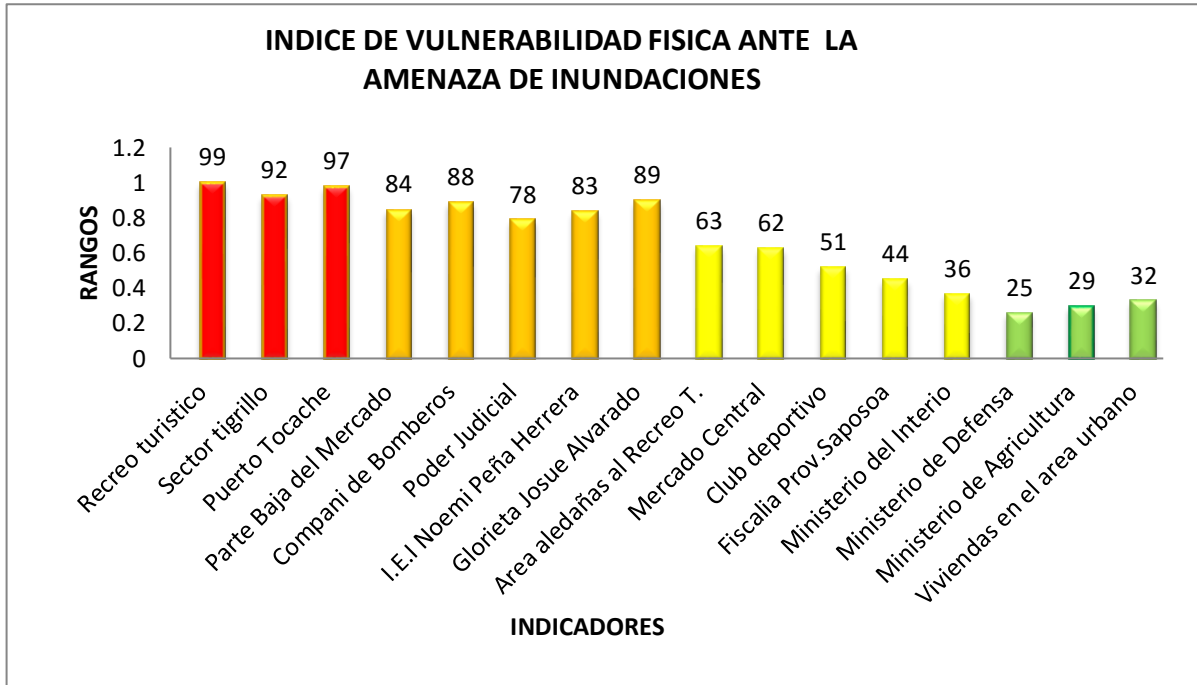
En esta parte del estudio, se realiza la presentación de los resultados obtenidos en las encuestas aplicadas, correspondiente a la dimensión física y funcional de cada una de las edificaciones públicas y privadas consideradas para el presente estudio, cuya base de datos se presenta de manera detallada en los **Anexos 13 al 17**, lo que nos permitirá identificar el nivel de vulnerabilidad presente en cada una de las instituciones, como se muestra en los gráficos y mapas que a continuación se presentan:

**Figura N° 6** Mapa de Vulnerabilidad Física de Edificaciones Públicas y Privadas en la zona urbana ante la amenaza de Inundaciones



**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio

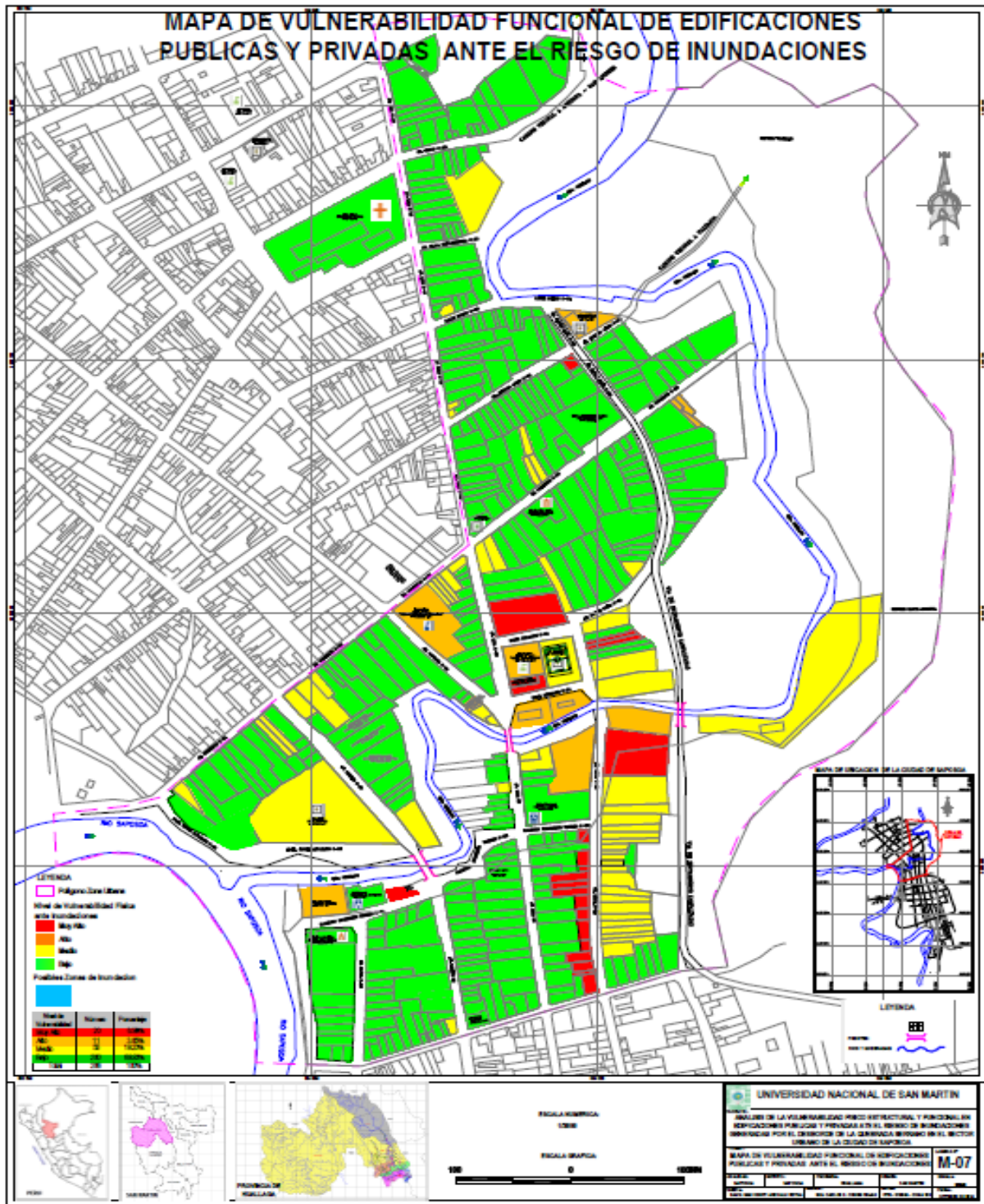
**Gráfico N° 18** Vulnerabilidad Física de Instituciones Públicas y Privadas de la zona urbana de la ciudad de Saposoa



**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio

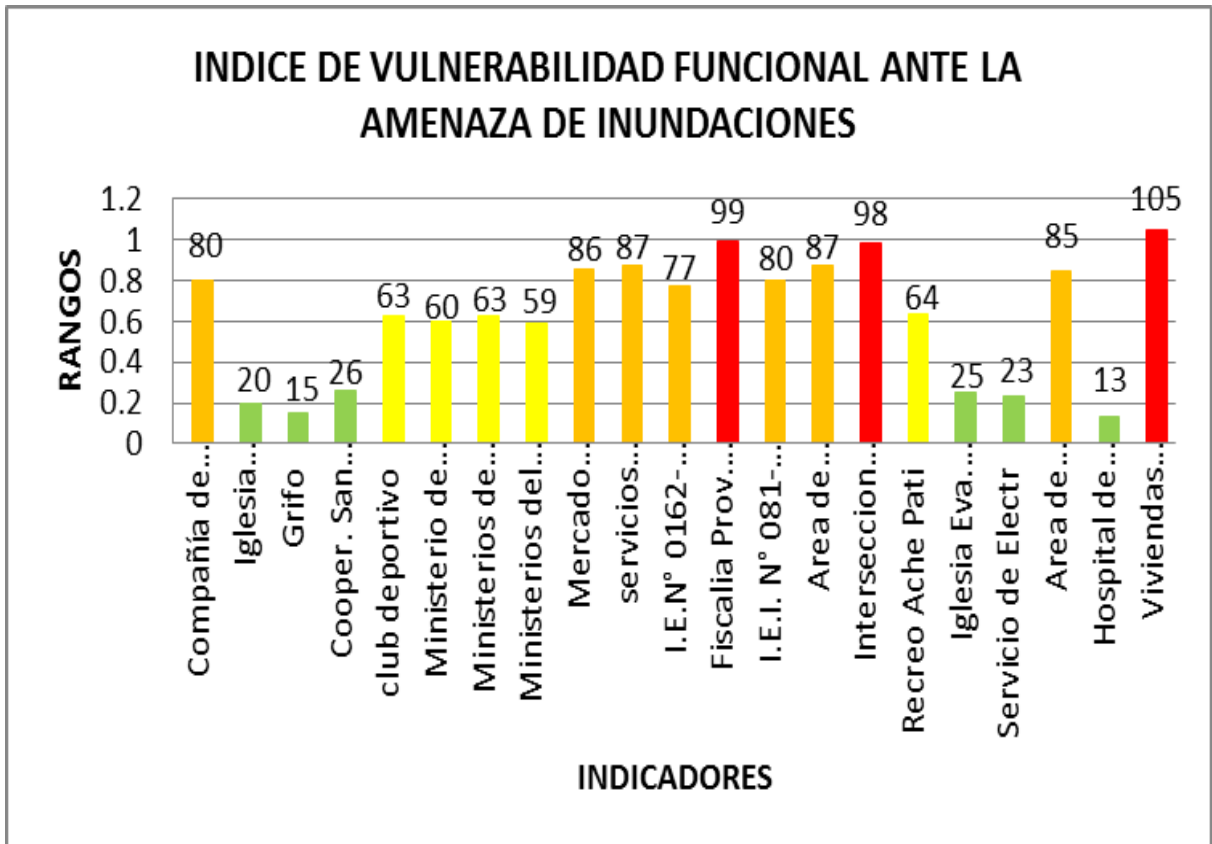
**Análisis:** Para el establecimiento de la vulnerabilidad física de instituciones públicas y privadas ante el riesgo inundaciones en la zona urbana de la ciudad de Saposoa, al no existir estudios anteriores sobre la amenaza de inundaciones, se ha elaborado un Layer ubicando polígonos en los sitios de posiblemente podrían ocurrir inundaciones, en base a la geomorfología del sitio y revisión bibliográfica, especialmente en base al —estudio de suelos de la “Instalación de los Servicios de Encausamiento de la quebrada Serrano, Sector Tigrillo”, en cual se da a conocer que el área donde se asientan las edificaciones están en continua humedad por presentar material orgánico. Además se ha tomado en cuenta el no equipamiento en su totalidad de un sistema de alcantarillado en buenas condiciones, en cual influencia en épocas de precipitación y grandes avenidas; la doble funcionalidad que tiene esta, puesto que además de drenar el agua lluvia, también conduce aguas servidas y residuos sólidos urbanos (desechos), que son arrojados constantemente en la zona de estudio, es que se puede establecer que en la zona urbana de la ciudad de Saposoa, sector de la quebrada Serrano si existe riesgo de inundaciones.

**Figura N° 7** Mapa de vulnerabilidad Funcional de Edificaciones Públicas y Privadas en la zona urbana ante la amenaza de Inundaciones.



**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio

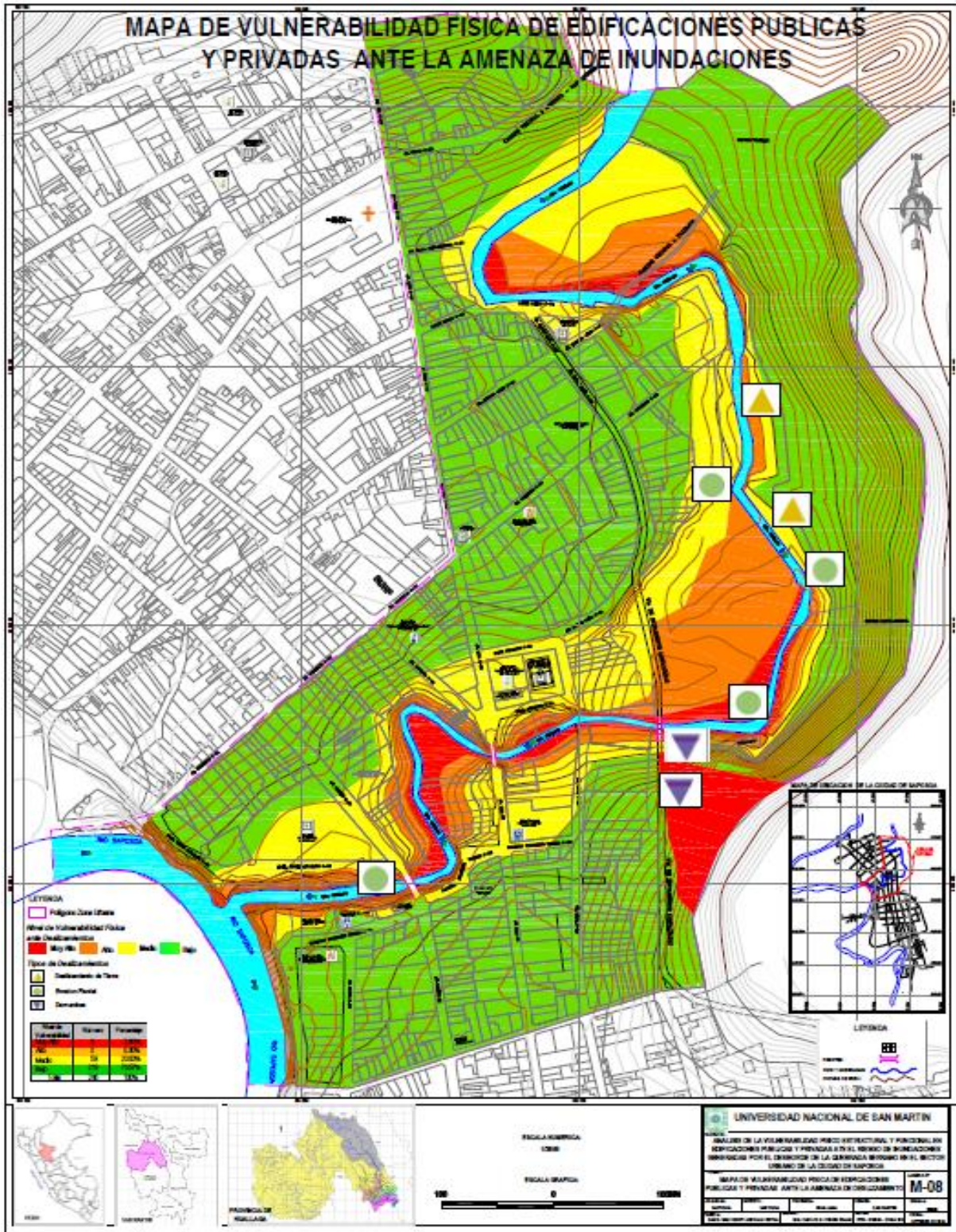
**Gráfico N° 19** Vulnerabilidad funcional de Instituciones Públicas y Privadas de la zona urbana de la ciudad de Saposoa



**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio

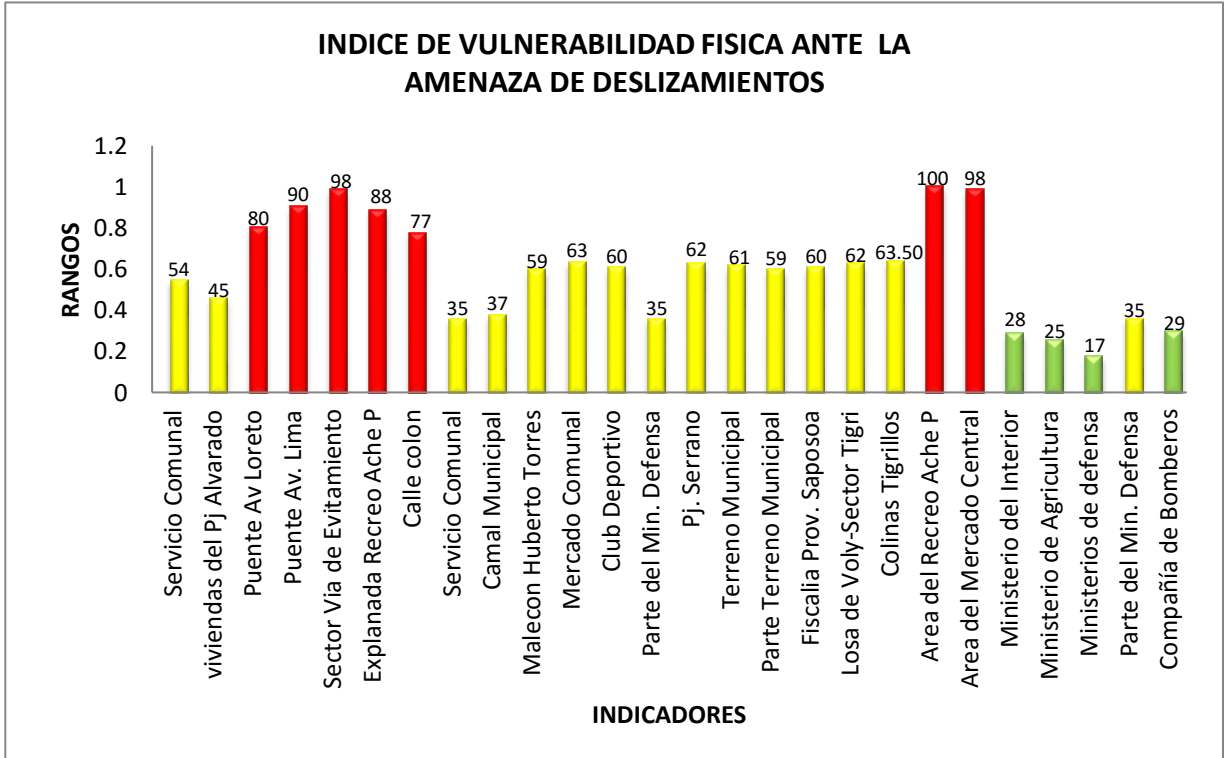


**Figura N° 8** Mapa de vulnerabilidad Física de Edificaciones Publicas y Privadas en la zona urbana ante la amenaza de Deslizamiento.



**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio

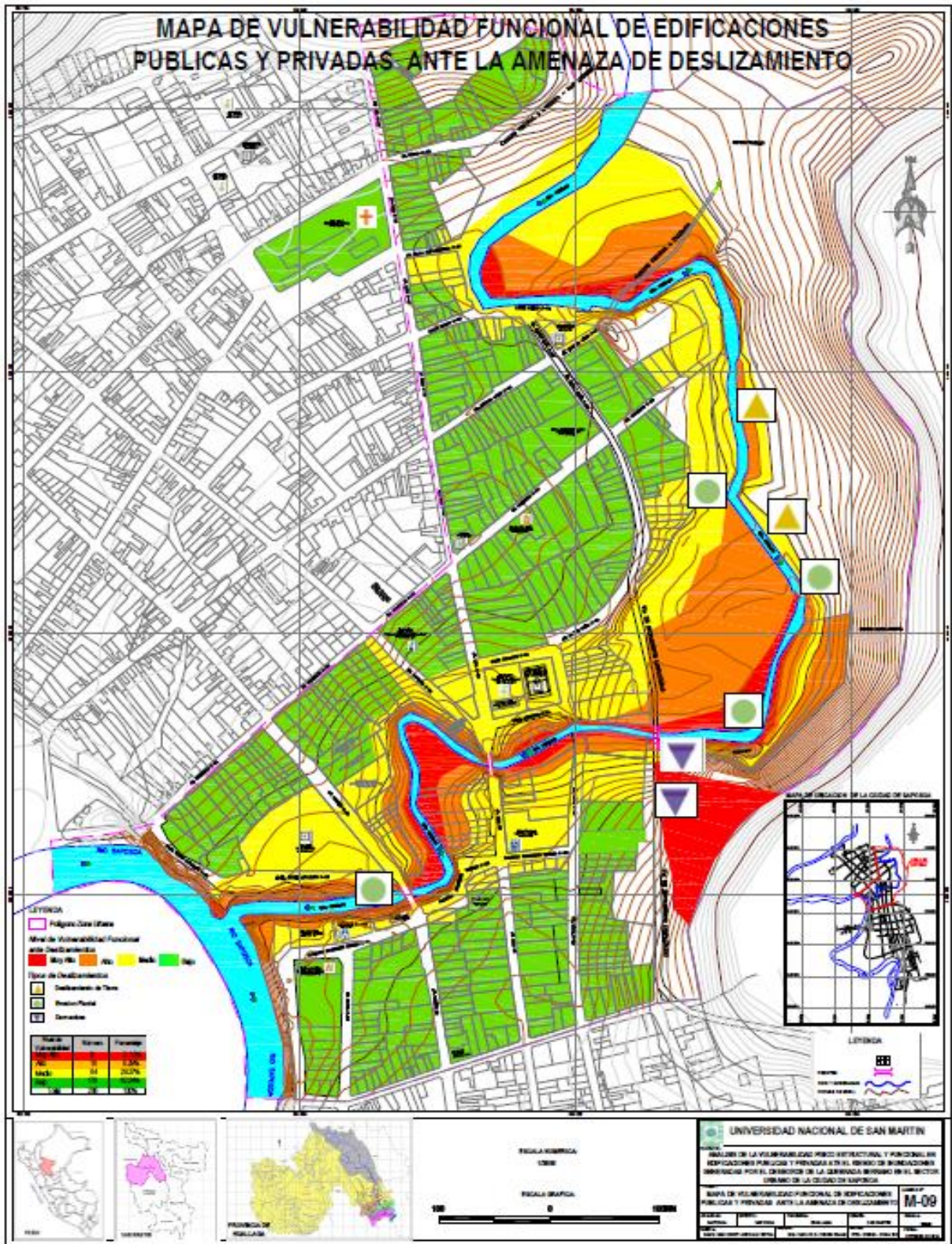
**Gráfico N° 20** Vulnerabilidad Física de Instituciones Públicas y Privadas de la zona urbana de la ciudad de Saposoa ante la amenaza de deslizamiento.



**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio



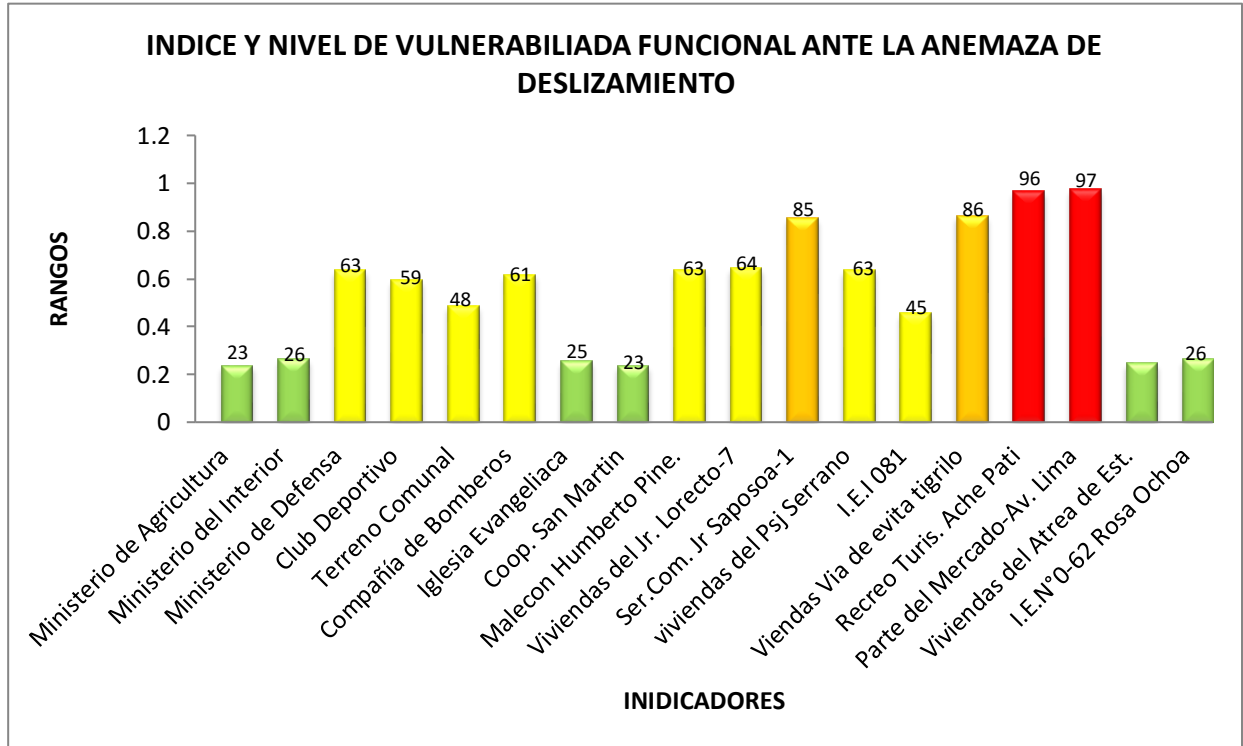
**Figura N° 9** Mapa vulnerabilidad funcional de edificaciones públicas y privadas en la zona urbana ante la amenaza de deslizamiento.



**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio



**Gráfico N° 21** Vulnerabilidad Funcional de Instituciones Públicas y Privadas de la zona urbana de la ciudad de Saposoa ante la amenaza de deslizamiento.



**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio

## V. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

Análisis del nivel de vulnerabilidad física y funcional de las edificaciones públicas y privadas en el sector urbano de la ciudad de Saposoa.

### 5.1 Selección de alternativas

**Tabla N° 16** Nivel de vulnerabilidad física ante la amenaza de inundaciones

Nivel de vulnerabilidad	Número	Porcentaje	Caracterización
Bajo	206	28.6%	Son edificaciones que tiene un índice de vulnerabilidad entre (22 y 32,9), debido a que la mayoría de los indicadores de la dimensión estructural, podrían tener las características adecuadas para su resistencia ante inundaciones, no así en su sistema estructural, año de construcción, número de pisos, estado de conservación, topografía del sitio, que únicamente conservan características básicas de resistencia, y que en algunas Instituciones influyen, en el crecimiento de la vulnerabilidad hasta el límite superior del rango establecido para este nivel.
Medio	40	51.2%	Son edificaciones, que tienen un índice de vulnerabilidad entre (34 y 64) ya que presentan sistema estructural (estructura de madera), año de construcción (después de 1990), así como la número de pisos (1 piso), características del suelo bajo la edificación (húmedo blando o relleno), topografía del sitio provocando desborde, derrumbes, lo cual influye significativamente en el aumento de la Vulnerabilidad ante inundaciones.
Alto	21	84.40%	Son edificaciones que tiene un índice de vulnerabilidad entre (68,5 y 90), puesto que presentan su diseño de origen (uso residencial), organización interna (poder judicial, compañía de bomberos), mercado municipal transferencia del riesgo (no posee ningún seguro), así como característica de la edificación (arrendado, propias) lo cual influye significativamente en el aumento de la vulnerabilidad.
Muy Alto	19	96%	Son edificaciones que tiene un índice de vulnerabilidad entre (91 y 100.00), y son áreas que están directamente comprometidos con alta posibilidad de producir daños elevados, puesto que presentan la característica del suelo bajo la edificación y a la topografía del sitio (bajo el nivel de la calzada), así como sistema estructural (mixta madera/hormigón), tipo de material en paredes (pared de tapial) año de construcción (mediados de 1970 al 1990), estado de conservación (, regular a malo), entre ellas sector tigrillo, puesto Tocache y el recreo Ache Pati, lo cual influye significativamente en el aumento de la vulnerabilidad ante las inundaciones

**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio

**Tabla N° 17** Nivel de vulnerabilidad física ante la amenaza de deslizamiento

Nivel de vulnerabilidad	Numero	Porcentaje	Caracterización
Bajo	219	24.75%	Son edificaciones que tiene un índice de vulnerabilidad entre (16,4 y 30,8), debido a que los indicadores de la dimensión estructural, podrían tener las características adecuadas para su resistencia ante deslizamientos, no así en su sistema estructural, tipo de material en paredes, año de construcción, número de pisos y estado de conservación, que únicamente conservan características básica de resistencia y que en algunas edificaciones influyen en el crecimiento de la vulnerabilidad hasta el límite superior del rango establecido para este nivel.
Medio	59	52.7%	Son edificaciones, que tienen un índice de vulnerabilidad entre (34,8 y 63,6) ya que presentan sistema estructural (estructura de madera), tipo de material en paredes (pared de adobe), año de construcción (antes de 1970), así como la topografía del sitio (escarpe positivo o negativo), lo cual influye significativamente en el aumento de la vulnerabilidad ante deslizamientos.
Alto	0	0%	No existen instituciones en este nivel
Muy Alto	8	90.14%	Son edificaciones que tiene un índice de vulnerabilidad entre (75,8 y 100.00), y son áreas que están directamente comprometidos con alta posibilidad de producir daños elevados, puesto que presentan la característica del suelo bajo la edificación y a la topografía del sitio (bajo el nivel de la calzada), así como sistema estructural (mixta madera/hormigón), tipo de material en paredes (pared de tapial) año de construcción (Antes de 1970), estado de conservación (malo), lo cual influye significativamente en el aumento de la vulnerabilidad ante los movimientos en masa.

**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio

**Tabla N° 18** Nivel de vulnerabilidad funcional ante la amenaza de inundaciones

Nivel de vulnerabilidad	Numero	Porcentaje	Caracterización
Bajo	195	20.33%	Son edificaciones que tiene un índice de vulnerabilidad de (26), debido a que los indicadores de la dimensión funcional, podrían tener las características adecuadas y/o básicas para su funcionamiento ante la amenaza de inundaciones, no así en la diseño de origen y organización interna, que influyen en el crecimiento de la vulnerabilidad hasta el límite superior del rango establecido para este nivel.
Medio	58	61.8%	Son edificaciones, que tienen un índice de vulnerabilidad entre (53 y 64) ya que presentan, organización interna (ninguna organización), transferencia del riesgo (no posee ningún seguro), lo cual influye significativamente en el aumento de la vulnerabilidad, hasta el límite superior del rango establecido para este nivel.
Alto	13	83.14%	Son edificaciones que tiene un índice de vulnerabilidad entre (75 y 87,5), puesto que presentan su diseño de origen (uso residencial), organización interna (ninguna organización) transferencia del riesgo (no posee ningún seguro), así como característica de la edificación (arrendado) y jornada de labores (mayora a 9 horas) lo cual influye en el aumento de la vulnerabilidad.
Muy Alto	20	100.66%	Son edificaciones que tiene un índice de vulnerabilidad entre (98 y 110), presentan su diseño de origen (uso recreacional y comercial), organización interna (ninguna organización) transferencia del riesgo (no posee ningún seguro), así como característica de la edificación (arrendado) y jornada de labores (continua) lo cual influye significativamente en el aumento de la vulnerabilidad.

**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio

**Tabla N° 19** Nivel de vulnerabilidad funcional ante la amenaza de deslizamiento

Nivel de vulnerabilidad	Numero	Porcentaje	Caracterización
Bajo	178	24.5%	Son edificaciones que tiene un índice de vulnerabilidad de (26), debido a que los indicadores de la dimensión funcional, podrían tener las características adecuadas y/o básicas para su funcionamiento ante la amenaza de deslizamientos, no así en la diseño de origen y organización interna, que influyen en el crecimiento de la vulnerabilidad hasta el límite superior del rango establecido para este nivel al estar alejadas de la quebrada.
Medio	84	58.25%	Son edificaciones, que tienen un índice de vulnerabilidad entre (38 y 64) ya que presentan, organización interna (ninguna organización), transferencia del riesgo (no posee ningún seguro), lo cual influye significativamente en el aumento de la vulnerabilidad, hasta el límite superior del rango establecido para este nivel se encuentran en esta zona (Mercado Municipal, Ministerio de defensa, I.E.I. 081 y áreas deportiva)
Alto	18	85.5%	Son edificaciones que tiene un índice de vulnerabilidad entre (73 y 87,5), puesto que presentan su diseño de origen (uso residencial), organización interna (ninguna organización) transferencia del riesgo (no posee ningún seguro), así como característica de la edificación (propia) y jornada de labores (mayora a 9 horas, zona comercial) lo cual influye significativamente en el aumento de la vulnerabilidad.
Muy Alto	6	96.5%	Son edificaciones que tiene un índice de vulnerabilidad entre (88 y 97), puesto que presentan su diseño de origen (uso residencial y recreacional), organización interna (ninguna organización) transferencia del riesgo (no posee ningún seguro), así como característica de la edificación (arrendado y propias) lo cual influye significativamente en el aumento de la vulnerabilidad.

**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio

**Tabla N° 20** Caracterización de las Amenazas (deslizamiento e Inundaciones), de la zona urbana

<b>DIMENSION</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>DESCRIPCION</b>
<b>DESLIZAMIENTOS</b>	Numero de eventos registrados	A pesar de haber existido deslizamientos dentro del área urbana, no existe un registro o base de datos amplio en el que se pueda determinar el nivel de afectación
	Recurrencia del evento	No se registra pero se puede determinar que ocurre en periodos lluviosos.
	Zonas y área de exposición de amenaza en el área urbana de la ciudad de Saposoa	De acuerdo al estudio se han determinado tres zonas de susceptibilidad de deslizamiento, en donde se encuentra el cerro Altamira y sector tigrillo dentro de la zona alta; ninguna amenaza dentro de la zona media, mercado, camal municipal, local de bomberos, recreo Ache Pati, vía de Evitamiento dentro de la zona baja. <i>.(ver mapa de peligros de deslizamientos)</i>
<b>INUNDACIONES</b>	Numero de eventos registrados	Según datos recopilados, en los últimos 10 años, se han presentado 06 inundaciones que han provocado destrucción de estructuras y cierre de vías en el área de estudio.
	Recurrencia del evento	En base a los datos recopilados en el presente estudio se ha determinado en promedio cerca de 1 inundación por año, especialmente en los meses de febrero a abril y que son los meses de mayor precipitación en la región
	Zonas y área de exposición de amenaza en el área urbana de la ciudad de Saposoa	En base al estudio realizado se han determinado 3 zonas de susceptibilidad de inundaciones, en donde se encuentra el sector tigrillo, malecón del puerto Tocache esto dentro de la zona alta; ninguna amenaza grande de inundación en la zona media, malecón Humberto Torres, Recreo turístico Ache Pati, parte del mercado central, pasaje Serrano C-1, Avenida lima C-07, puente vía de Evitamiento estos dentro de la zona baja. <i>(ver mapa de peligros de inundación)</i>

**Fuente:** Resultados de la investigación de las encuestas realizadas

## 5.2 Contrastación de hipótesis

Al ser una hipótesis descriptiva, la comprobación se va a realizar con ideas a defender basada en la descripción de las variables con sus indicadores las cuales se detallan a continuación:

**Cuadro N° 29** Constatación de la hipótesis

VARIABLE INDEPENDIENTE	VARIABLE DEPENDIENTE
<p><b><i>Vulnerabilidad física estructural</i></b></p> <p>La mayoría de las edificaciones poseen un nivel bajo de vulnerabilidad física ante deslizamiento inundaciones debido a que dichas edificaciones son relativamente nuevas y poseen características estructurales resistentes (concreto armado), que podrían permitir mantener un soporte relativo ante un evento adverso. Mientras que un limitado número de edificaciones públicas y privadas tienen un nivel medio de vulnerabilidad física, lo cual nos permite establecer de manera general que las Edificaciones públicas y privadas del área urbana de la ciudad de Saposoa posee un Nivel <b>Alto, Medio-Bajo</b>, de vulnerabilidad física.</p>	<p>En base al estudio realizado de esta investigación se ha determinado como zona de Riesgos geológico el cual se puede establecer zonas de susceptibilidad de Deslizamiento, en donde se encuentra el cerro Altamira y sector tigrillo dentro de la zona alta; ninguna amenaza dentro de la zona media, mercado, camal municipal, local de bomberos, recreo Ache Pati, vía de Evitamiento dentro de la zona baja susceptibilidad de deslizamiento.</p>
<p><b><i>Vulnerabilidad funcional</i></b></p> <p>En lo que se refiere al aspecto funcional, la mayoría de las edificaciones tiene un Nivel <b>Medio</b> del vulnerabilidad ante eventos adversos (deslizamiento e inundaciones), debido a que dichas edificaciones cuentan con características funcionales mínimas en cuanto a la seguridad, lo que limitaría la continuidad de su habitacionalidad y funcionamiento ante un evento adverso. Mientras que un reducido número de edificaciones e instituciones en el área de influencia tienen un nivel de Alto a muy Alto de vulnerabilidad funcional, lo cual nos permite establecer de manera general que las Edificaciones públicas y privadas del área urbana de la ciudad de Saposoa poseen un Nivel <b>Medio – Muy Alto</b>, de vulnerabilidad física.</p>	<p>En base al estudio realizado se han determinado 3 zonas de susceptibilidad de Inundaciones, en donde se encuentra el sector tigrillo, malecón del puerto Tocache esto dentro de la <b>zona alta</b>; ninguna amenaza grande de inundación en la <b>zona media</b>, malecón Humberto Torres, Recreo turístico Ache Pati, parte del mercado central, pasaje Serrano C-1, Avenida lima C-07, puente vía de Evitamiento estos dentro de la <b>zona baja, susceptibilidad de inundaciones.</b></p>

**Fuente:** Datos del levantamiento catastral de la zona de estudio

**ANALISIS:** Si bien se ha identificado de manera general un Nivel **Muy Alto-Medio-Bajo** de Vulnerabilidad Física en las Edificaciones Públicas y Privadas ante eventos adversos (deslizamientos e inundaciones) en base a la información recopilada, también se ha establecido la existencia de un alto grado de amenazas de deslizamiento e inundaciones, según el registro histórico de eventos ocurridos en el área de estudio, lo que podría influir en el incremento del riesgo de las edificaciones.

Caso especial es el Nivel **Bajo-Medio-Alto-Muy Alto** de vulnerabilidad funcional identificado en las edificaciones Públicas y Privadas que, relacionado con alto grado de amenaza de deslizamiento e inundaciones, influirá significativamente en el incremento del riesgo de las edificaciones.



## **VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 Conclusiones**

El presente trabajo, se llevó a cabo un diagnóstico situacional del área de estudio, se elaboró un registro histórico de eventos ocurridos (deslizamiento e inundaciones) y una descripción de las zonas de amenazas y susceptibilidad a eventos adversos; además se identificaron los diferentes factores de vulnerabilidad físico estructural y funcional de las instituciones públicas y viviendas privadas esenciales; el conocimiento de los niveles vulnerabilidad físico estructural y funcional existente a través de parámetros cualitativos y cuantitativos, llegando a establecer las siguientes conclusiones:

La zona urbana de la ciudad de Saposoa capital de la provincia de Huallaga, concentra los principales servicios, infraestructuras, así como las decisiones político – administrativas del sector urbano de la ciudad de Saposoa, posee un índice de dependencia de 56%, el área se desarrolla económicamente en su mayor parte en base a empleos en el comercio al por mayor y menor, administración pública y proporción base a la agricultura y ganadería. En cuanto a los servicios básicos, cuenta con una amplia cobertura de agua potable, electricidad, alcantarillado, recolección de desechos sólidos, que en su mayoría sobrepasa el 90% de cobertura dentro del área urbana.

De acuerdo a los datos históricos recopilados, la zona urbana de la quebrada serrano del distrito de Saposoa se ha visto afectada por recientes ocasiones (1995, , 1999, 2013, y 2014) por inundaciones, identificando sitios susceptibles de inundaciones con son la parte alta, baja y centra de la zona urbana de la ciudad de Saposoa en el área que circula la quebrada serrano, conllevando a esta también movimiento de masa (deslizamientos) que ocurren en las superficies de las laderas y sitios con pendientes pronunciadas a lo largo de la quebrada.

Todos estos eventos han causado impactos en el área de estudio, principalmente en la infraestructura y viviendas.

De acuerdo al estudio geológico de la instalación del servicio de encausamiento de la quebrada Serrano, se determinó una zona de susceptibilidad propensa a inundaciones, en donde se encuentra el sector tigrillo.

Del análisis de la vulnerabilidad físico estructural y funcional realizada a las instituciones públicas y viviendas privadas esenciales de la zona urbana de la ciudad de Saposoa se puede establecer lo siguiente:

La mayoría de las instituciones poseen un nivel **bajo** de vulnerabilidad física ante deslizamientos e inundaciones, debido a que dichas edificaciones son relativamente nuevas y poseen características estructurales resistentes (hormigón armado), que podrían permitir mantener un soporte relativo ante un evento adverso.

Un nivel de vulnerabilidad física **Alto**, presentan una cantidad reducida de instituciones como el Ministerio de defensa, jardín de niños, mercado de abastos, que podrían verse afectados ante un deslizamiento, debido a que se encuentra ubicado en un escarpe y el terreno sobre el cual se encuentran asentadas el húmedo, blando o relleno.

En lo que se refiere al aspecto funcional, la mayoría de instituciones tienen un nivel **Medio** de vulnerabilidad ante eventos adversos (deslizamiento e inundaciones), debido a que dichas edificaciones cuentan con características funcionales mínimas en cuanto a la seguridad, lo que podría limitar la continuidad de su funcionamiento ante el evento adverso.

Un nivel de vulnerabilidad funcional **Alto** y **Muy Alto**, presenta una cantidad considerable de instituciones y viviendas privadas, tales como: Puente de Jr. Comercio, Viviendas adyacentes al Jr. Comercio, Losa deportiva, I.E.I. N°081, Local de la Fiscalía y Parte del Recreo Ache Pati, que podrían verse afectadas ante un evento adverso (deslizamiento e inundaciones), debido a su diseño de origen, organización interna y transferencia de riesgo y jornada de labores.

## 6.2 Recomendaciones

Realizada la evaluación y el cálculo de la vulnerabilidad físico estructural y funcional de las instituciones públicas y viviendas privadas esenciales de la zona urbana de la ciudad de Saposoa, y a fin de contribuir a la reducción y mitigación de vulnerabilidad en todas las instituciones públicas y privadas de esta área en peligro, se plantean las siguientes recomendaciones:

Se debe aplicar el modelo de entrevista utilizada para el presente estudio al resto de instituciones públicas y privadas, a fin de obtener información relevante de cada una de las instituciones públicas y privadas de la zona urbana de la ciudad de Saposoa, que permita realizar una evaluación de la vulnerabilidad físico estructura y funcional existente en el sector público y privado, que tiene una considerable afluencia de personas y que constituyen elementos importante para el funcionamiento de la ciudad, tales como sector comercial y agrícola.

Debido a que el plan de acondicionamiento territorial de la ciudad de Saposoa se encuentra en mala organización, debería incrementar el control en el cumplimiento de las normas de construcción vigentes, así también establecer como requisito indispensable bajo normativa local, la elaboración de estudios de riesgo antes de iniciar la construcción de una edificación, lo cual permitirá minimizar el número de víctimas y a la vez pérdidas materiales ante la ocurrencia de un evento adverso.

Siendo el Instituto Nacional de defensa civil y el PREDES (Centro de estudios y prevención de desastres), siendo la primera el órgano rector en la materia, debería coordinar con el resto de instituciones vinculados a la gestión de riesgo, a fin de elaborar planes de emergencia Institucionales ante eventos adversos, así como realizar el respectivo seguimiento para que sean aplicados, desarrollados y actualizados continuamente.

Establecer estrategias de intervención en las instituciones identificadas con un nivel de vulnerabilidad físico estructural y funcional **MEDIO-ALTO-MUY ALTO**, que incorporen medidas de reducción de la vulnerabilidad, fortalecimiento del sistema estructural y funcional de las edificaciones, lo que permitirá contribuir a la seguridad del sector urbano de la ciudad de Saposoa.

Elaborar un programa de Gestión Integral del Riesgo para las instituciones públicas de zona urbana de la ciudad de Saposoa.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Benavente, I., Gomez, I., & Fernandez, I. (2004). *Estudio del mapa de peligros de la ciudad del Cusco. Cusco, Perú.*
2. Cifuentes Zaldúa, D. L. (2011). *Modelos de vulnerabilidad Física de estructuras de unos y dos pisos, asociados a deslizamiento. Bogotá, Colombia.*
3. CNPD. (2006). *Evaluación de la vulnerabilidad física y social. México.*
4. Del Carmen Pizarro, D. (2011). *“Instalación de los servicios de encauzamiento de la quebrada Serrano, Sector Tigrillo. Hydroconsult. Saposoa, Perú.*
5. Del Carmen Pizarro, J. (2011). *Instalación de los servicios de encausamiento de la quebrada serrano. Tigrillo, Saposoa, peru.*
6. Ercore. (1994). *La vulnerabilidad de área urbanizadas, conceptos, tipologías y modos de análisis.*
7. Gamba Alfonso, L. F. (2012). *Análisis de vulnerabilidad-salud ocupacional.*
8. Hernández Atencia, Y. (2013). *Caracterización y Análisis de la amenaza y vulnerabilidad física de taludes y laderas, inestables en la microcuenca de la quebrada Cay, Ibagué,. Universidad de Tolima. Tolima, Colombia.*
9. INDC. (2006). *Instituto Nacional de Defensa Civil, Manual básico para la estimación del Riesgo. Perú.*
10. INEI. (2011). *Censos Nacionales, XI de Población y VI de Vivienda . Perú.*
11. Jairo, E. m. (2012). *Metodología para el Análisis de Vulnerabilidades a nivel municipal. Quito, Ecuador.*
12. Lozano Cortijo, O. (2008, Noviembre). *Metodología para el análisis de vulnerabilidad y riesgo ante inundaciones y sismos de las edificaciones en centros urbanos”, PREDES. 1. Lima, Perú.*
13. MPH. (2012). *Tomado referencia del plan de incentivos de la Provincia de Huallaga. Huallaga, Perú.*

14. OPS. (2004). *Organización Panamericana de la Salud, Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud. 2, 153 pág. Washington, EE.UU.* Recuperado de: [www.paho.org/desastres](http://www.paho.org/desastres)
15. Reátegui, R., Valles, W., & Gil, D. (1990). *Diagnósticos locales de vulnerabilidad y riesgo en la cuenca del río Cumbaza, sector San Juan y San Martín de Cumbaza*-. Tarapoto, Perú.
16. Salgado Montoya, R. A. (2008). *Análisis Integral del Riesgo a deslizamientos e inundaciones en la Microcuenca del río Gila. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Copan, Costa Rica.*
17. Tigrillo (2011). *Estudio de suelo del proyecto, Instalación de los Servicios de Encausamiento de la quebrada Serrano., Saposoa, Perú.*
18. SENAMHI. (1999 - 2008). *Información Meteorológica Estación CO . Saposoa, Perú.*
19. Villalón Semanat, M. S. (2003). *Guía para la elaboración de inventarios de elementos en Riesgo en áreas vulnerables.*
20. Yee S, J. C. (2008). *Zonificación de áreas susceptibles y niveles de vulnerabilidad ante amenazas del tipo movimiento de masa y desborde por crecidas en el trayecto urbano de la quebrada milla. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.*

## VIII. ANEXOS

Anexo N° 1 Mapa de Ubicación de la Ciudad de Saposoa.

**Anexo N° 2** Mapa Hidrológico de la Ciudad de Saposoa.

**Anexo N° 3 Mapa Geomorfológico y Ubicación del Sector Crítico.**



**Anexo N° 4** Mapa de uso actual del suelo.

**Anexo N° 5** Mapa de conservación de viviendas.

**Anexo N° 6** Mapa de niveles de vulnerabilidad ante amenaza de inundaciones.

**Anexo N° 7** Mapa de niveles de susceptibilidad de peligro ante deslizamiento en la zona urbana de la ciudad de Saposoa.

**Anexo N° 8** Mapa de vulnerabilidad física de edificaciones públicas y privadas ante el riesgo de inundaciones.

**Anexo N° 9** Mapa de vulnerabilidad funcional de edificaciones públicas y privadas ante el riesgo de inundaciones.

**Anexo N° 10** Mapa de vulnerabilidad física de edificaciones públicas y privadas ante la amenaza de deslizamiento.

**Anexo N° 11** Mapa de vulnerabilidad funcional de edificaciones públicas y privadas ante la amenaza de deslizamiento



**Anexo N° 12** Formato de entrevistas a las edificaciones públicas y privadas de la zona urbana de la ciudad de Saposoa.

**Anexo N° 13** Base de datos de vulnerabilidad física ante la amenaza de inundación.

**Anexo N° 14** Base de datos de vulnerabilidad física ante la amenaza de deslizamiento.

**Anexo N° 15** Base de datos de vulnerabilidad funcional ante la amenaza de deslizamiento.

**Anexo N° 16** Base de datos de vulnerabilidad funcional ante la amenaza de deslizamiento.

## Anexo N° 17 Presupuesto utilizado en el estudio.

<b>PARTIDA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNID.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Precio Parcial</b>	<b>TOTAL</b>
01.00	TRABAJO DE CAMPO					2.600.00
01.01	Levantamiento de información	Km	2.00	800.00	1.600.00	
01.02	Estudio de suelos	Est.	1.00	1,000.00	1.000.00	
02.00	TRABAJOS DE GABINETE					3.200.00
02.01	Elaboración de Planos	Unid.	10.00	50.00	500.00	
02.02	Copias de Planos	Unid.	30.00	10.00	300.00	
02.03	Digitación de Informe	Est.	1.00	-	500.00	
02.04	Impresión	Est.	1.00	-	700.00	
02.05	Materiales de Escritorio y Dibujo	Est.	1.00	-	500.00	
02.06	Viáticos y Asignaciones	Est.	1.00	-	500.00	
02.07	Fotografías	Est.	1.00	-	200.00	
<b>TOTAL</b>						<b>5.800.00</b>

**Anexo N° 18** Cronograma de trabajo desarrollado.

<b>N°</b>	<b>DESCRIPCION DE ACTIVIDADES</b>	<b>1º MES</b>	<b>2º MES</b>	<b>3º MES</b>
1	Recopilación y análisis de Información Básica.			
2	Reconocimiento de Campo.	■		
3	Estudio de suelos.		■	
4	Trabajo de Gabinete.		■	
5	Elaboración de borrador de Informe.		■	
6	Sustentación de Tesis.			■
7	Impresión y Publicación.			■

**Anexo N° 19** Ayuda de Estudio de Suelos del Sector Tigrillo de la Quebrada Serrano



## PANEL FOTOGRÁFICO

Fotografías de edificaciones del área de estudio con un nivel de vulnerabilidad física **Muy Alto-Alto.**

**Foto 1:** Imagen del Jr. Lima, Vista I.E.I.0181  
(Antes)



**Foto 2:** Imagen del Jr. Lima, Vista I.E.I.0181  
(Después)



**Foto 3:** Imagen del mercado Central  
(Antes)



**Foto 4:** Imagen del mercado Central  
(Después)



**Foto 5:** Imagen del Recreo Ache Pati (Antes)



**Foto 6:** Imagen del Recreo Ache Pati (Después)



Fotografías de edificaciones del área de estudio con un nivel de vulnerabilidad física **Medio-Bajo**

**Foto 7:** Imagen del Jr. comercio



**Foto 8:** Imagen Electro Oriente Filia-Saposa





**Foto 9:** Se aprecia local de Bomberos y Camal Municipal



**Foto 10:** Imagen de una vivienda vulnerable



**Foto 11:** Imagen Puerto Tocache Zona Vulnerable

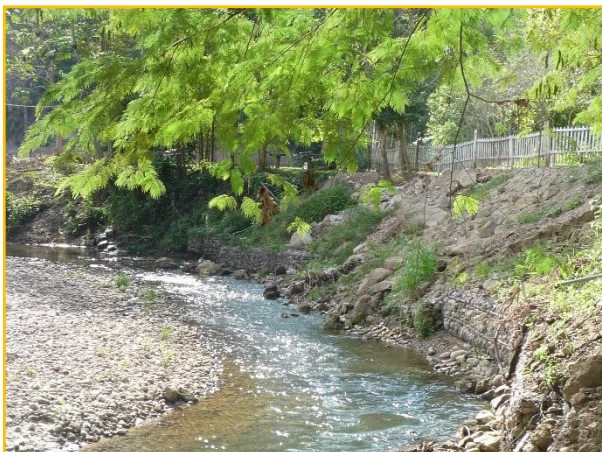


**Foto 12:** Imagen de viviendas en la zona Urbana



**Fotografías de la Quebrada Serrano**

**Foto 13:** Imagen Cerca al Recreo Ache Pati (Antes de un Evento-inundación)



**Foto 14:** Imagen del Recreo Ache Pati (Después de un Evento-inundación)





**Foto 15:** Imagen de Quebrada erosionada



**Foto 16:** Puente sobre la Quebrada, Jr. Loreto



**Foto 17:** Imagen de Quebrada parte central



**Foto 18:** Vista de la quebrada Cerca al Mercado

