

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y DE INGENIERÍA CIVIL**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERÍA CIVIL**



**PROYECTO DE TESIS**

---

**ANALISIS Y EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DEL RIESGO  
SÍSMICO DE LAS VIVIENDAS EN EL DISTRITO DE CALLERIA,  
PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO DEL DEPARTAMENTO DE  
UCAYALI, 2022**

---

**AUTORES :**

**PUCALLPA – PERÚ  
2022**

## **I. GENERALIDADES.**

### **1.1. TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:**

Análisis y evaluación de la vulnerabilidad del riesgo sísmico de las viviendas en el distrito de Calleria, Provincia de Coronel Portillo del Departamento de Ucayali, 2022

### **1.2. TESISISTA(S):**

### **1.3. AÑO CRONOLÓGICO:**

2022

## **II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **2.1. DESCRIPCION Y FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA**

En marzo de 2019, el Servicio Sismológico de Estados Unidos (USGS por su sigla en inglés) dio a conocer un reporte en el que informa sobre las zonas de Sudamérica donde hay mayores probabilidades de movimientos telúricos durante los próximos 100 años; se trata del resultado de un trabajo conjunto entre científicos del país norteamericano y de la región analizada, indicó que los países con altos peligros son: Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú. Para el caso de Chile, señaló que el riesgo también es elevado, no obstante, al tener edificaciones mejor preparadas la vulnerabilidad ante los sismos es menor en comparación con los países del norte debido a los códigos de construcción modernos y estrictos (1)

Los terremotos podrían estar asociados con el cambio climático, esto es lo que se planteó en la conferencia de Climate Forcing en Londres sobre fallas Geológicas y Geomorfológicas, se indica que el cambio climático sí podría ser responsable por sacar de balance y producir efectos y reacciones en la corteza terrestre. Evidencias de la sensibilidad geológica en el planeta a los cambios en el ambiente, son datos que han estado en vigencia por años, pero es ahora, con el tema del cambio climático a nivel global que se hace pública la información. Los cambios en el ambiente, según comenta Bill McGuire, del University College London (UCL), no necesitan ser enormes para que tengan un efecto tremendo: se produzca una erupción volcánica, un terremoto o una reacción a nivel del mar (2).

América Latina y el Caribe se cuentan entre las regiones más expuestas a terremotos en el mundo y también las más vulnerables por sus miles de tugurios contruidos alrededor de cerros y ríos, en el cuál se encuentran Santiago, La Paz, Lima, Quito, Bogotá, Caracas y todos los países centroamericanos (3)

Así mismo, es importante destacar que el Perú forma parte del cinturón de fuego del Pacífico, por consiguiente, el territorio peruano está en una zona de alta actividad tectónica y sísmica. Los sismos más recientes ocurridos en la selva peruana tuvieron como epicentro la localidad de Masisea en agosto del 2011, cerca de la ciudad de Pucallpa y la de Loreto de magnitud 8 grados a escala de Richter (4).

Por lo que, es necesario determinar el riesgo sísmico en que se encuentran las viviendas de la ciudad de Pucallpa, con los resultados se busca plantear mejoras en su estructuración y proceso constructivo, con el propósito de procurar disminuir la Evaluación de riesgo sísmico de este tipo de viviendas en el futuro. También es necesario destacar que la capital del Departamento de Ucayali se incrementó exponencialmente en las últimas décadas, incremento poco controlado y planificado del área urbana. La población con menores recursos frente a su necesidad de vivienda, construye sus viviendas con sus reducidos medios económicos. Esto implica, sin la asesoría técnica profesional adecuada en el proyecto como en la construcción, ni con el correspondiente permiso municipal; lo que constituye en su mayoría viviendas de alto riesgo sísmico (5)

La descripción de tal realidad problemática nos conllevó a plantear las siguientes interrogantes:

## **2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **Problema general**

¿Cuál es la vulnerabilidad del riesgo sísmico de las viviendas en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo del departamento de Ucayali, 2022?

**Problemas específicos:**

- ¿Cuál es el nivel de peligro de las viviendas en el distrito de Callería de la Provincia de Coronel Portillo del Departamento de Ucayali, 2022?
- ¿Cuál es el nivel de riesgo de las viviendas en el distrito de Callería de la Provincia de Coronel Portillo del Departamento de Ucayali, 2022?
- ¿Cuál es el riesgo sísmico, en la dimensión vulnerabilidad física de las viviendas en el distrito de Callería de la Provincia de Coronel Portillo del Departamento de Ucayali, 2022?
- ¿Cuál es el riesgo sísmico, en la dimensión vulnerabilidad social de las viviendas en el distrito de Callería de la Provincia de Coronel Portillo del Departamento de Ucayali, 2022?
- ¿Cuál es el riesgo sísmico, en la dimensión vulnerabilidad económica de las viviendas en el distrito de Callería de la Provincia de Coronel Portillo del Departamento de Ucayali, 2022?
- ¿Cuál es el riesgo sísmico, en la dimensión vulnerabilidad ambiental de las viviendas en el distrito de Callería de la Provincia de Coronel Portillo del Departamento de Ucayali, 2022?
- ¿Las zonas más vulnerables de las viviendas en el distrito de Callería de la Provincia de Coronel Portillo del Departamento de Ucayali, 2022, podrá soportar un sismo de gran magnitud?

**2.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.****Objetivo General:**

Analizar, evaluar y estimar la influencia de la vulnerabilidad del riesgo sísmico de las viviendas en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo del departamento de Ucayali, 2022.

**Objetivos específicos:**

- Establecer el nivel de peligro de las viviendas en el distrito de Callería de la Provincia de Coronel Portillo del Departamento de Ucayali, 2022
- Evaluar el nivel de riesgo de las viviendas en el distrito de Callería de la Provincia de Coronel Portillo del Departamento de Ucayali, 2022
- Valorar el riesgo sísmico, en la dimensión vulnerabilidad física de las viviendas en el distrito de Callería de la Provincia de Coronel Portillo del Departamento de Ucayali, 2022
- Estimar el riesgo sísmico, en la dimensión vulnerabilidad social de las viviendas en el distrito de Callería de la Provincia de Coronel Portillo del Departamento de Ucayali, 2022
- Valorar el riesgo sísmico, en la dimensión vulnerabilidad económica de las viviendas en el distrito de Callería de la Provincia de Coronel Portillo del Departamento de Ucayali, 2022
- Estimar el riesgo sísmico, en la dimensión vulnerabilidad ambiental de las viviendas en el distrito de Callería de la Provincia de Coronel Portillo del Departamento de Ucayali, 2022.
- Realizar el análisis estructural de algunas de las viviendas en el distrito de Callería de la Provincia de Coronel Portillo del Departamento de Ucayali, 2022, haciendo énfasis en las zonas más vulnerables y estimar su capacidad de resistencia y rigidez ante acciones sísmicas para poder estimar los posibles riesgos sísmicos que pueden dañar las estructuras.

**2.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

En los últimos años la ingeniería ha ido desarrollando técnicas innovadoras para la investigación en ingeniería estructural, estas técnicas están basadas en leyes físicas y dinámicas que en conjunto aportan

significativamente a la preservación de estructuras frente a la actividad sísmica de la tierra. Existen métodos matemáticos y empíricos desarrollados los cuales son aplicables a la evaluación de estructuras reales para que de esta manera se logre explicar la energía que se transmite en los elementos que en conjunto resisten a la fuerza sísmica, entre los métodos que existen, tenemos el método del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastre – CENEPRED, con su Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales, que es un método cualitativo, y el método de elementos finitos que es método cuantitativo. (DÍAZ QUIROZ, 2019).

Porque; los impactos socio económico y ambiental ocasionado por fenómenos de origen natural se han incrementado, entre otros factores debido al inadecuado crecimiento y/o localización de las actividades humanas en ámbitos geográficos inseguros, reduciendo la eficiencia productiva, así como las capacidades de desarrollo sostenible; por lo que conviene la incorporación y uso del procedimiento técnico del análisis y/o evaluación de riesgos en la planificación económica, física y social en el Perú.

Así mismo, el valor metodológico del presente estudio radica por que será una contribución a prevenir y/o reducir los impactos negativos que puedan ocasionar los desastres en lo concerniente a lo social, económico y ambiental, y podrá ser una herramienta básica para la gestión del riesgo sísmico en el ámbito de la jurisdicción del distrito de Callería.

## **2.5. LIMITACIONES Y ALCANCES**

Entre las limitaciones para desarrollar el estudio de investigación, destacan:

Acceso a la información académica y estadística de carácter local.

No se cuenta con estudios que sirvan como antecedentes del contexto local.

Desconfianza de los dueños de las viviendas seleccionadas para la muestra, por lo que se informará detalladamente sobre los riesgos a los propietarios.

El alcance del estudio será para la ciudad de Pucallpa, ya que las características geográficas del mismo son distintas a las demás regiones naturales que el país presenta.

## **2.6. HIPÓTESIS**

### **Hipótesis General:**

La vulnerabilidad del riesgo sísmico de las viviendas en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo del departamento de Ucayali, 2022 ante la probable ocurrencia de un sismo de gran magnitud, resulta ser insegura y con alto grado de vulnerabilidad.

### **Hipótesis Específicas:**

- Vulnerabilidad del riesgo sísmico de las viviendas en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo del departamento de Ucayali, 2022 evaluado por el método del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastre - (CENEPRED), resulta ser insegura.
- La vulnerabilidad del riesgo sísmico de las viviendas en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo del departamento de Ucayali, 2022 evaluado por el método Pushover, resulta tener un alto grado de vulnerabilidad.



## **2.7. SISTEMA DE VARIABLES- DIMENSIONES E INDICADORES**

### **Variable Independiente:**

- Evaluación de la Vulnerabilidad del riesgo sísmico de las viviendas en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo del departamento de Ucayali, 2022.
- Análisis y Evaluación estructural de las viviendas en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo del departamento de Ucayali, 2022.
- Evaluación de la resistencia a la compresión del concreto de las viviendas en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo del departamento de Ucayali, 2022.

### **Indicadores:**

- Vulnerabilidad física
- Vulnerabilidad social
- Vulnerabilidad económica
- Vulnerabilidad ambiental
- Desplazamiento entre piso.
- Resistencia a la compresión del concreto,

de las viviendas en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo del departamento de Ucayali, 2022.

### **Variable Dependiente:**

- Índice de la Vulnerabilidad del riesgo sísmico de las viviendas en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo del departamento de Ucayali, 2022.

- Comportamiento sísmico de las estructuras de las viviendas en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo del departamento de Ucayali, 2022.
- Características de los elementos estructurales de las viviendas en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo del departamento de Ucayali, 2022.

### Indicadores:

Rango de la vulnerabilidad del riesgo sísmico de las viviendas en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo del departamento de Ucayali, 2022 (Baja, Media y Alta).

## 2.8. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LA VARIABLE, DIMENSIONES E INDICADOR

HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA MEDICIÓN O UNIDAD DE MEDIDA
<b>HIPÓTESIS GENERAL:</b>	<b>VI:</b>			
La vulnerabilidad del riesgo sísmico de las viviendas en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo del departamento de Ucayali, 2022 ante la probable ocurrencia de un sismo de gran magnitud, resulta ser	Evaluación de la Vulnerabilidad del riesgo sísmico de las viviendas en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo del	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características generales para los factores de exposición, fragilidad y resiliencia de las viviendas</li> <li>• Variaciones dimensionales en los elementos estructurales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vulnerabilidad física.</li> <li>• Vulnerabilidad social.</li> <li>• Vulnerabilidad económica.</li> <li>• Vulnerabilidad ambiental.</li> <li>• Desplazamiento entre piso.</li> <li>• Resistencia a la compresión del concreto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Categórico / ordinal</li> <li>• m</li> <li>• Kg/cm<sup>2</sup></li> <li>• Tn</li> <li>• %</li> </ul>

insegura y con alto grado de vulnerabilidad.	departamento de Ucayali, 2022.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad estructural.</li> </ul>		
	<b>VD:</b>			
	Índice de la Vulnerabilidad del riesgo sísmico de las viviendas en el distrito de Calleria, provincia de Coronel Portillo del departamento de Ucayali, 2022.			
<b>HIPÓTESIS 1:</b>	<b>VI:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características generales para los factores de exposición, fragilidad y resiliencia de las viviendas, analizando dimensiones físicas, social, económico y ambiental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vulnerabilidad física.</li> <li>• Vulnerabilidad social.</li> <li>• Vulnerabilidad económica.</li> <li>• Vulnerabilidad ambiental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Categórico / ordinal</li> </ul>
Vulnerabilidad del riesgo sísmico de las viviendas en el distrito de Calleria, provincia de Coronel Portillo del departamento de Ucayali, 2022 evaluado por el método del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastre - (CENEPRED), resulta ser insegura.	Análisis y Evaluación estructural de las viviendas en el distrito de Calleria, provincia de Coronel Portillo del departamento de Ucayali, 2022.			

	<b>VD:</b>  Comportamiento sísmico de las estructuras de las viviendas en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo del departamento de Ucayali, 2022.			
<b>HIPÓTESIS 2:</b>  La vulnerabilidad del riesgo sísmico de las viviendas en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo del departamento de Ucayali, 2022 evaluado por el método Pushover, resulta tener un alto grado de vulnerabilidad.	<b>VI:</b>  Evaluación de la resistencia a la compresión del concreto de las viviendas en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo del departamento de Ucayali, 2022.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variaciones dimensionales en los elementos estructurales.</li> <li>• Calidad estructural.</li> <li>• Resistencia a la compresión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desplazamiento entre piso.</li> <li>• Resistencia a la compresión del concreto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• m</li> <li>• Kg/cm<sup>2</sup></li> <li>• Tn</li> <li>• %</li> </ul>
	<b>VD:</b>			
	Características de los elementos estructurales de			

	<p>las viviendas en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo del departamento de Ucayali, 2022.</p>			
--	---	--	--	--

### **III. MARCO TEÓRICO**

#### **3.1. ANTECEDENTES O REVISIÓN DE ESTUDIOS REALIZADOS**

##### **Antecedentes del contexto internacional:**

Loor E. Vulnerabilidad sísmica en viviendas de zona rural: El caso Santa Marianita – Manta – Ecuador. Entre los factores que inciden en la construcción de viviendas estructuralmente vulnerables se encuentran las condiciones socioeconómicas de los sectores rurales, la escasa planificación, regulación y control para promover asentamientos humanos y la ineficiente aplicación de las técnicas constructivas con materiales locales. Por tanto, el objetivo de esta investigación se basa en determinar el índice de vulnerabilidad de viviendas rurales de la parroquia Santa Marianita de la ciudad de Manta-Ecuador, puesto que al estar ubicada en una zona costera de alta sismicidad es importante estudiar este parámetro, analizando las características técnicas de las viviendas, tales como errores arquitectónicos, estructurales y constructivos. La mayoría de estas viviendas carecen de las características antes mencionadas, con materiales de baja calidad y elaboradas por los mismos habitantes de la zona. Para la investigación se trabajó con una muestra de 25 viviendas ubicadas en las zonas abruptas de la parroquia rural, debido a que es la zona de mayor impacto según su morfología. La información de campo se recolectó por medio del formulario FEMA-154, determinando la vulnerabilidad y peligrosidad sísmica de las viviendas encuestadas, los principales daños se encuentran a nivel de mampostería, seguido de la cimentación y elementos estructurales como columnas y vigas. Los resultados obtenidos permitieron proponer recomendaciones de rehabilitación para las viviendas rurales con índices S menores a 2 y en la concientización de los habitantes al momento de ejecutar una obra (6).

Navia J. y Barrera E. Bogotá – Colombia; realizó un estudio titulado: Determinación del índice de vulnerabilidad sísmica en viviendas de interés social de uno y dos pisos construidas con mampostería estructural en la ciudad de Bogotá. Conclusiones: El índice de vulnerabilidad sísmica promedio (de todas las muestras trabajadas) obtenido en el presente trabajo fue de 6.10, por lo cual según la metodología aplicada en este trabajo se clasifica a estas viviendas como de vulnerabilidad baja, pero para llegar a una globalización de este valor en la ciudad de Bogotá se tomaron tres variables significativas que fueron: el número de viviendas existentes en Bogotá, número de viviendas piratas y número de viviendas de interés social (Metrovivienda). En la calificación del factor 1, se tomó el valor de C (20), porque solo el 46% de las viviendas construidas en Bogotá están cumpliendo con los requerimientos de la norma NSR-98. (7)

#### **Antecedentes del contexto nacional:**

Arévalo A. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones en el A.H. San José, distrito de San Martín de Porres. El presente proyecto de investigación emplea dos métodos con la finalidad de diagnosticar el riesgo y comportamiento sísmico, en viviendas construidas de manera informal dentro del asentamiento humano San José, situado en el distrito de San Martín de Porres, ciudad de Lima. Estos procedimientos se aplicaron a una muestra de 07 edificaciones caracterizadas por usar el mismo sistema constructivo, albañilería confinada. La primera metodología utilizada es de enfoque cualitativo, elaborada en campo mediante fichas de encuesta, que describen las características estructurales, arquitectónicas y procesos constructivos. Seguidamente, en gabinete se desarrolló en función a la densidad de muros y muros al volteo, la estimación de la vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico de las viviendas seleccionadas. La siguiente metodología presenta un enfoque cuantitativo, analiza el

comportamiento sísmico mediante el software Etabs 2016, calculando la fuerza cortante basal, desplazamientos del centro de masa y desplazamientos relativos de entrepiso, acorde al Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Los resultados alcanzados al aplicar estos procedimientos, permiten determinar el nivel existente de vulnerabilidad sísmica en estructuras, que se encuentran comprometidas frente a la presencia de un sismo, incrementando su fragilidad debido a que nuestra región se encuentra dentro de una zona de alta sismicidad. Finalmente, se proponen recomendaciones con el propósito de disminuir la construcción de edificaciones sin asesoramiento a cargo de ingenieros especialistas y fomentar una política de viviendas seguras en asentamientos humanos (8).

Noel J., Evaluación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método italiano para determinar el riesgo sísmico en las viviendas de adobe de la quinta los Virreyes del Rímac. Para llevar a cabo esta investigación, se tuvo que ir a la quinta Los Virreyes, del distrito limeño del Rímac, lugar del que se pudo obtener datos detallados sobre las 23 viviendas, así como una muestra la cual permitió conocer sus características constructivas. Con el fin de evaluar la vulnerabilidad sísmica, se aplicó el método italiano, el cual consta de once parámetros considerados en la calificación de la estructura; así mismo, los valores del coeficiente de calibración serán colocados según la calidad que presente cada una de las viviendas. Estos valores comprenden desde A, que significa que la calidad es óptima, hasta D, que es desfavorable. A su vez, se verán afectados por los factores de peso  $W_i$ , que varía entre 0.25 y 1.5. Finalmente, se dividió el resultado por 3.825 para obtener un índice de vulnerabilidad. En la presente investigación, se tiene como objetivo evaluar la vulnerabilidad sísmica, aplicando el método italiano del índice de vulnerabilidad, para determinar el riesgo sísmico en las viviendas de adobe de la quinta Los Virreyes del Rímac. Como resultado, se llegó a determinar que el 100 % las viviendas se encuentran



en un rango de vulnerabilidad mayor a 15%, pero menor a 35% y en un nivel de peligro sísmico bajo. Se concluyó que las viviendas de la quinta Los Virreyes del Rímac evaluadas con el método italiano presentan un nivel de vulnerabilidad sísmica medio y un nivel de riesgo sísmico medio (9).

Santos Quispe D., Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas en el distrito de Chilca en el 2017. El distrito de Chilca, perteneciente a la provincia de Huancayo, lugar donde se realizó la investigación, tiene antecedentes de haber sufrido daños por movimientos sísmicos, los cuales fueron originados por la presencia de la falla geológica del Huaytapallana, que en la actualidad se encuentra en un silencio sísmico de 50 años. En las últimas décadas, la población del distrito de Chilca y su necesidad de tener una vivienda, fue aumentando exponencialmente. Al no contar con los recursos económicos suficientes, optan por construir de manera personal o la realizan mediante terceras personas, que no cuentan con conocimientos adecuados para la construcción de una vivienda. Para la investigación se realizó el Análisis de la Vulnerabilidad Sísmica usando tres metodologías: Método cualitativo – ATC 21, Método de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica y Método de INDECI. Métodos que permiten la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas. Así mismo, se contrastó los límites de distorsión de entrepiso (deriva) de una vivienda de albañilería mediante un análisis estático sísmico, y también la resistencia última de los muros de una vivienda de adobe. Ambos análisis fueron contrastados por la Norma E.0.30, Diseño Sismoresistente, y Norma E0.80, Diseño y Construcción con tierra reforzada (10).

Arias R., y Vargas J., Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las autoconstrucciones informales de viviendas en el distrito de Lircay – Angaraes. La investigación genera una metodología simple para determinar el peligro

sísmico de autoconstrucciones informales de viviendas en el distrito de Lircay. Para ello se ha detallado las características técnicas, así como las faltas arquitectónicas, constructivas y viviendas edificadas inadecuadamente. La totalidad de las viviendas informales requiere de un bosquejo arquitectónico, estructural y se edifican con insumos de baja calidad. Así mismo estas viviendas son cimentadas habitualmente por los propios pobladores de la zona, quienes no tienen las reservas indispensables para una virtuosa praxis edificante. Para la selección de la zona de estudio se acudió al plano catastral del Distrito de Lircay, donde se intentó ubicar zonas de incomparable ambiente, características del suelo y el relieve. Es así que se ubicó al barrio Virgen del Carmen en el cual se concibe construcciones con fuertes pendientes. En el presente plan se ejecutó el sondeo a 30 viviendas en el barrio referido, se cogió las viviendas cercanas e informales. La información de campo se cogió en fichas de indagación, en las que se coleccionó datos de ubicación, proceso constructivo, estructuración, y disposición de la edificación. A continuación, el trabajo de gabinete se solucionó la información en fichas de reporte donde se reduce las características técnicas, elaborando un análisis sísmico resumido por moderado de la viscosidad de muros, estipulando la vulnerabilidad, contingencia y riesgo sísmico de las viviendas encuestadas. Luego con la información obtenida se detalló los principales defectos constructivos encontrados en las viviendas encuestadas. Los resultados adquiridos colaboraron a la preparación de un cuaderno para la ejecución y sostenimiento de las viviendas. Palabras Claves: Viviendas, Vulnerable y Sismo (11).

Mesta C., Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones comunes en la Ciudad de Pimentel. La vulnerabilidad sísmica es definida como la predisposición intrínseca de la estructura a sufrir daño debido a eventos sísmicos, y está directamente relacionada con los materiales y el proceso constructivo empleado. El método elegido, el índice de vulnerabilidad (Benedetti

y Petrini), identifica los parámetros más importantes que controlan el daño en los edificios causado por un terremoto, asignándoles un valor numérico que va aumentando conforme se aprecian mayores fallas y defectos. Los objetivos planteados manifiestan la importancia de reconocer las zonas de alta, media y baja vulnerabilidad en el ámbito de estudio. La aplicación de la metodología permitió crear una base de datos de las edificaciones existentes, especificando sus características estructurales y constructivas, llegando a la conclusión de que una gran cantidad de ellas poseen niveles de vulnerabilidad en el rango de medio a alto. Para la exposición de los resultados, se hace uso de aplicaciones de Sistema de Información Geográfica (SIG), elaborando mapas temáticos que permiten visualizar cuáles son las zonas que poseen las construcciones más defectuosas en la ciudad de Pimentel. Aunque no es un objetivo central del estudio abordar los temas de peligro y riesgo sísmico, también se muestra el cálculo de escenarios de daño, lo cual brindará una idea general y aproximada de las consecuencias que conllevaría la acción de tres sismos de diferente intensidad (frecuente, ocasional y raro) en la zona de estudio (12).

Gutiérrez V., Nivel de riesgo sísmico en el distrito de chorrillos, departamento de Lima. Para este estudio, se engloba tres aspectos principales: peligro sísmico, la vulnerabilidad física y la estimación de riesgo sísmico en todo el ámbito distrital y a nivel de cuatro ámbitos sectoriales, los mismos que fueron seleccionados en base a criterios viales. Se determinó de manera detallada el comportamiento del suelo frente a un sismo, hallándose así las aceleraciones máximas del terreno, la cual se será interpretada como nivel del peligro sísmico del área de estudio. La vulnerabilidad física del distrito de chorrillos se basó en el diagnóstico físico del área de estudio en base a variables (características técnicas de las edificaciones y la población), tales como: densidad poblacional, año de construcción, número de pisos, material de construcción, estado de conservación y emplazamiento. Para la evaluación de la vulnerabilidad se aplicó

dos metodologías: cualitativa y heurística, obteniéndose así el plano de riesgo sísmico como resultado final (13).

Laucata J. Trujillo – Perú; realizó un estudio titulado: Vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo. La investigación genera una metodología simple para determinar el riesgo sísmico de viviendas informales de albañilería confinada en la ciudad de Trujillo. Para recolectar la información para este trabajo de tesis se encuestaron 30 viviendas en 02 distritos de la ciudad de Trujillo, que se seleccionaron por sus características morfológicas y por la presencia de viviendas informales de albañilería. Los resultados obtenidos contribuyeron a la elaboración de una cartilla para la construcción y mantenimiento de las viviendas de albañilería confinada de la costa peruana, zona de alto peligro sísmico (14).

Blondet M., Muñoz A., Tarque N., Mosqueira M., Lima – Perú; realizaron el estudio titulado: Estimación del riesgo sísmico de viviendas informales de albañilería confinada. Esta metodología fue aplicada a una muestra de 270 viviendas distribuidas en 5 ciudades de la costa peruana. Los resultados obtenidos contribuyeron al desarrollo de una cartilla para la construcción y mantenimiento de viviendas de albañilería confinada en zonas de alto peligro sísmico, la cartilla presenta información gráfica y con lenguaje sencillo. Se espera que, con una adecuada difusión, esta cartilla pueda servir para que los pobladores y albañiles puedan construir viviendas sismorresistentes de albañilería confinada (15)

#### **Antecedentes del contexto local:**

(BRYAN ALEJANDRO CRUZ JIMENEZ, MARVIN MARTIN RIOS RENGIFO, 2019) en su tesis titulada: “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de los pabellones de aulas N°1 y N°2 de la Universidad Nacional de Ucayali”, se

concluyó que ambos pabellones de aulas en las direcciones “y” (tipología de albañilería) y “x” (tipología de concreto armado) tienen vulnerabilidad sísmica alta.

### **3.2. BASES TEÓRICAS.**

#### **Sismo.**

Es un proceso paulatino, progresivo y constante de liberación súbita de energía mecánica debido a los cambios en el estado de esfuerzos, de las deformaciones y de los desplazamientos resultantes, regidos además por la resistencia de los materiales rocosos de la corteza terrestre, bien sea en zonas de interacción de placas tectónicas, como dentro de ellas.

#### **Epicentro.**

Es el punto superficial exacto que representa la proyección del hipocentro o foco sísmico.

#### **Foco sísmico o hipocentro.**

Es la ubicación precisa donde ocurre la actividad sísmica, el lugar donde es liberada la energía mediante ondas sísmicas vibratorias y se pronuncia en la profundidad del suelo.

#### **Medida de los sismos.**

Los movimientos sísmicos pueden ser medidos de manera cualitativa (depende del nivel de destrucción que genera un sismo) y cuantitativa (depende de la cantidad de energía liberada).

Se tiene 2 parámetros para la medición de sismos:

**a) Intensidad sísmica.** - Es la perspectiva con la que se siente un movimiento sísmico, la medición se realiza de manera cualitativa con la escala de Mercalli, que se designa valores con números romanos, desde I hasta XII, de acuerdo a los daños en las edificaciones y el impacto que tiene en la población. Siendo I

el valor más bajo, por no presentar daño alguno, y XII el valor más alto por causar daños muy graves.

**b) Magnitud sísmica.** - Mide cuantitativamente la energía liberada de un sismo y se realiza utilizando un registro sismográfico para determinar de manera gráfica la magnitud a través de la escala de Richter, el cual depende de la amplitud y la distancia entre intervalos de la onda S y P, en un tiempo determinado.

Cabe resaltar que la magnitud de un movimiento sísmico puede generar diferentes intensidades, el cual depende de la distancia en que se encuentre una zona con respecto al epicentro del sismo.

### **Tipos de sismos.**

En el Perú, se agrupan de acuerdo al rango de intensidad que pueda generar el movimiento sísmico de acuerdo a las regiones y son:

a) Sismo de intensidad nula:

En el Perú se consideran a las regiones donde no se han sentido sismos de intensidad IV en la escala de Mercalli (MM).

b) Sismo de intensidad baja:

Agrupar a las regiones en que la frecuencia de los sismos con intensidad IV en la escala de Mercalli, son casi nulas. c) Sismo de intensidad media:

Este grupo considera a las regiones en las cuales la frecuencia de sismos con intensidad IV en escala de Mercalli es regular.

d) Sismo de intensidad alta:

En este punto, se considera a las regiones en las cuales la frecuencia de sismos con intensidad mayores a IV en la escala MM es regular o alta.

### **Riesgo sísmico**

El riesgo, la prevención y reducción del riesgo de desastre son las principales condiciones para garantizar el desarrollo territorial sostenible como base para un crecimiento económico y el mejoramiento de la calidad de la vida de la

población, y constituyen aspectos fundamentales en los planes de zonificación y acondicionamiento territorial.

### **Aceptabilidad o tolerancia de riesgos**

La aplicación de medidas preventivas no garantiza una confiabilidad del 100% de que no se presenten consecuencias, razón por la cual el riesgo no puede eliminarse totalmente. Su valor por pequeño que sea, nunca será nulo; por lo tanto, siempre existe un límite hasta el cual se considera que el riesgo es controlable y a partir del cual no se justifica aplicar medidas preventivas.

A todo valor que supere dicho límite se le cataloga como un riesgo incontrolable, y su diferencia con el mismo se le considera como un riesgo admisible o aceptable. Por ejemplo, las obras de ingeniería que se realizan para impedir o controlar ciertos fenómenos, siempre han sido diseñadas para soportar como máximo un evento cuya probabilidad de ocurrencia se considera lo suficientemente baja, con el fin de que la obra pueda ser efectiva en la gran mayoría de los casos, es decir para los eventos más frecuentes.

Esto significa que pueden presentarse eventos poco probables que no podrían ser controlados y para los cuales resultaría injustificado realizar inversiones mayores.

Para realizar la evaluación de la consecuencia y daño se debe tener en cuenta la posición del mismo en la matriz de medidas cualitativas de consecuencia y daño, según la celda que ocupa, aplicando los siguientes criterios:

- Si las consecuencias se ubican en la zona de daño bajo, significa que su Frecuencia es baja, es decir los posibles daños por el riesgo es Aceptable, lo cual permite al Gobierno Regional o Local o Institución, asumirlo, es decir, el riesgo se encuentra en un nivel que puede aceptarlo sin necesidad de tomar otras medidas de control diferentes a las que se poseen.
- Si el daño se ubica en la zona de daño muy alta, su consecuencia es muy alta y su frecuencia muy alta, es decir los posibles daños por el riesgo es Inadmisible, por tanto es aconsejable reducir la actividad que genera el riesgo

en la medida que sea posible, de lo contrario se deben implementar controles de prevención para evitar la probabilidad del riesgo, de protección para disminuir el Impacto o compartir o transferir el riesgo si es posible a través de pólizas de seguros u otras opciones que estén disponibles.

- Si el Daño se sitúa en cualquiera de las otras zonas (medio o alto) se deben tomar medidas para llevar los daños a la zona de menor nivel en lo posible. Las medidas dependen de la celda en la cual se ubica el daño, así: los daños de frecuencia baja y consecuencia alta se previenen; los daños con frecuencia media y consecuencia alta, es decir los posibles daños por el riesgo es Tolerable, se reduce o se comparte el daño, si es posible; también es viable combinar estas medidas con evitar el daño cuando éste presente una consecuencia alta y media, y la frecuencia sea media o alta, es decir los posibles daños por el riesgo es Inaceptable.
- Cuando la probabilidad del daño sea media y su frecuencia baja, se debe realizar un análisis del costo - beneficio o costo - efectividad con el que se pueda decidir entre reducir el riesgo, asumirlo o compartirlo.
- Cuando el daño tenga una consecuencia baja y frecuencia muy alta se debe tratar de compartir el riesgo y evitar la emergencia en caso de que éste se presente. Siempre que el riesgo sea calificado con impacto frecuente el Gobierno Regional o Local o institución debe diseñar planes de operaciones o de contingencia, para protegerse en caso de su ocurrencia.

Así pues, desarrollada la primera etapa de identificación, se procede a estimar la frecuencia de ocurrencia del riesgo inherente y los daños, frente a cada uno de los eventos o escenarios de riesgo, lo mismo que el impacto en caso de materializarse mediante los riesgos asociados. Esta etapa de medición, tiene como objetivo conceptuar sobre la racionalidad del riesgo o riesgos identificados, proceder a listarlos con el criterio de mayor a menor puntaje, con lo cual se dispondrá de una base para decidir sobre la prioridad de tratamiento.



Posteriormente se hará un compendio con los riesgos identificados en la zona de estudio, el cual constituirá el soporte y priorización de las actividades, acciones y proyectos de inversión para la Prevención y Reducción de Riesgos de Desastres.

### **Vulnerabilidad sísmica.**

Según Sandy (1986), la vulnerabilidad sísmica la define como: “propiedad intrínseca de la estructura, una característica de su propio comportamiento ante la acción de un sismo descrito a través de una ley causa-efecto, donde la causa es el sismo y el efecto es el daño”. Entonces, la vulnerabilidad sísmica es la capacidad de resistencia de una edificación ante la eventual ocurrencia de una actividad sísmica. Depende del daño que pueda generar un sismo a la estructura, se puede analizar el nivel de vulnerabilidad que presenta. Así mismo, la vulnerabilidad sísmica se evalúa de manera independiente del peligro, es decir, una edificación puede ser vulnerable pero no estar en peligro el cual depende de la ubicación de la edificación.

La vulnerabilidad sísmica de una edificación se puede presentar de dos maneras:

#### **a) Vulnerabilidad estructural:**

Es el nivel de vulnerabilidad de los elementos estructurales (cimientos, columnas, muros portantes, vigas, losas macizas y aligeradas, diseñados para transmitir fuerzas verticales y horizontales), componentes que pueden resultar gravemente dañados ante un sismo, debilitando la resistencia y estabilidad de la edificación.

#### **b) Vulnerabilidad no estructural:**

Es el nivel de vulnerabilidad de los elementos no estructurales; de acuerdo a su ubicación, pueden generar daños en los habitantes ante un sismo. Los elementos no estructurales pueden agruparse en categorías: arquitectónicos (tabiques, ventanas, techos, puertas, cerramientos, cielos rasos, etc.),

instalaciones (plomería, calefacción, aire acondicionado, conexiones eléctricas, etc.) o equipos (equipos médicos, equipos mecánicos, muebles, etc.).

### **Clasificación de la vulnerabilidad:**

- a) Vulnerabilidad muy alta;** Se presenta en edificaciones que tienen grandes debilidades estructurales, en las que se estima que las pérdidas y daños ocasionados a las personas y a la infraestructura serían enormes; como producto de la ocurrencia de un sismo, que tendrían como efecto: colapso de edificaciones y destrucción de líneas vitales, serios daños a la integridad física de las personas, alto número de damnificados, numerosas pérdidas humanas, etc.
- b) Vulnerabilidad alta;** Se presenta en edificaciones con debilidad estructural, en las que, por las características de infraestructura se estima que las pérdidas y daños ocasionados a las personas y a la infraestructura serían altas. Ante un sismo, podrían generar numerosas pérdidas humanas, pérdidas económicas, etc.
- c) Vulnerabilidad media;** Se presenta en edificaciones con algunas manifestaciones con debilidad estructural. Ante la ocurrencia de un sismo, produciría daños regulares a las personas; y los elementos estructurales de una edificación resultarían ligeramente dañados. Una vivienda con una vulnerabilidad sísmica media, genera pérdidas económicas mínimas.
- d) Vulnerabilidad baja;** Se presenta en edificaciones con gran resistencia estructural, ante un eventual movimiento sísmico, no generaría pérdidas de ningún tipo.

### **Análisis de los factores de la vulnerabilidad**

Los factores de la vulnerabilidad son tres, la exposición, la fragilidad y la resiliencia, de acuerdo a lo señalado en el Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales del CENEPRED.

**a) Exposición;** está referida a las decisiones y prácticas que ubican al ser humano y sus medios de vida en la zona de impacto de un peligro. La exposición se genera por una relación inapropiada con el ambiente, que se puede deber a procesos no planificados de crecimiento demográfico, a un proceso migratorio desordenado, al proceso de urbanización sin un adecuado manejo del territorio y/o políticas de desarrollo económico no sostenibles (CENEPRED, 2015).

**b) Fragilidad;** está referida a las condiciones de desventaja o debilidad relativa del ser humano y sus medios de vida frente a un peligro. En general, está centrada en las condiciones físicas de una comunidad o sociedad y es de origen interno, por ejemplo: formas de construcción, no seguimiento de normativa vigente sobre construcción y/o materiales, entre otros. A mayor fragilidad, mayor vulnerabilidad.

**c) Resiliencia;** está referida al nivel de asimilación o capacidad de recuperación del ser humano y sus medios de vida frente a la ocurrencia de un peligro. Está asociada a condiciones sociales y de organización de la población. A mayor resiliencia, menor vulnerabilidad.

### **Elementos expuestos**

La Exposición, está referida a las decisiones y prácticas que ubican al ser humano y sus medios de vida en la zona de impacto de un peligro. La exposición se genera por una relación no apropiada con el ambiente, que se puede deber a procesos no planificados de crecimiento demográfico, a un proceso migratorio desordenado, al proceso de urbanización sin un adecuado manejo del territorio y/o a políticas de desarrollo económico no sostenibles. A mayor exposición, mayor vulnerabilidad.

#### **a) Dimensión social**

Se determina la población expuesta dentro del área de influencia del fenómeno de origen natural, identificando la población vulnerable y no vulnerable, para posteriormente incorporar el análisis de la fragilidad social y

resiliencia social en la población vulnerable. Esto ayuda a identificar los niveles de vulnerabilidad social.

**b) Dimensión económica**

Se determina las actividades económicas e infraestructura expuesta dentro del área de influencia del fenómeno de origen natural, identificando los elementos expuestos vulnerables y no vulnerables, para posteriormente incorporar el análisis de la fragilidad económica y resiliencia económica. Esto ayuda a identificar los niveles de vulnerabilidad económica.

**c) Dimensión ambiental**

Se determina los recursos naturales renovables y no renovables expuestos dentro del área de influencia del fenómeno de origen natural, identificando los recursos naturales vulnerables y no vulnerables, para posteriormente incorporar el análisis de la fragilidad ambiental y resiliencia ambiental. Esto ayuda a identificar los niveles de vulnerabilidad ambiental:

**Peligro Sísmico:**

Los sismos se definen como un proceso paulatino, progresivo y constante de liberación súbita de energía mecánica debido a los cambios en el estado de esfuerzos, de las deformaciones y de los desplazamientos resultantes, regidos además por la resistencia de los materiales rocosos de la corteza terrestre, bien sea en zonas de interacción de placas tectónicas, como dentro de ellas. Una parte de la energía liberada lo hace en forma de ondas sísmicas y otra parte se transforma en calor, debido a la fricción en el plano de la falla. Su efecto inmediato es la transmisión de esa energía mecánica liberada mediante vibración del terreno aledaño al foco y de su difusión posterior mediante ondas sísmicas de diversos tipos (corpóreas y superficiales), a través de la corteza y a veces del manto terrestre (12)

### **Medidas Estructurales**

Cualquier construcción física para reducir o evitar los riesgos o la aplicación de técnicas de ingeniería para lograr la resistencia y la resiliencia de las estructuras o de los sistemas frente a los peligros (12).

### **Procedimiento constructivo**

Según el libro Análisis, Diseño y Construcción en Albañilería del Ing. Arango, el procedimiento constructivo debe considerarse lo siguiente: el espesor recomendable de las hiladas por adhesión, para condiciones normales de asentado está entre 9 y 12 mm. Este debe ocurrir en la junta sobre la unidad más grande. El espesor exacto de la junta se precisará en función de calibrar la altura de las hiladas, para que sean submúltiplos de la altura del muro. Son inaceptables, juntas de mortero excesivas porque reducen la resistencia a la compresión y al corte de la albañilería. Tampoco lo son aquellas insignificantes, porque reducen la resistencia a la tracción.

### **3.3. DEFINICION DE TERMINOS BASICOS**

- **Amenaza:** Peligro Inminente
- **Autoconstrucción:** Con la palabra auto-construcción en el campo de la ingeniería se indican las estrategias dirigidas a sustituir con operadores aficionados las empresas artesanales o industriales que, en una estructura productiva desarrollada, se ocupan normalmente de realizar los edificios para futuros usuarios.
- **Cálculo del riesgo:** corresponde a un análisis y una combinación de datos teóricos y empíricos con respecto a la probabilidad del peligro identificado, es decir la fuerza e intensidad de ocurrencia; así como el análisis de vulnerabilidad o la capacidad de resistencia de los elementos expuestos al peligro (población, viviendas, infraestructura, etc.), dentro de una determinada área geográfica.

- **Construcción:** En los campos de la arquitectura e ingeniería, la construcción es el arte o técnica de fabricar edificios e infraestructuras. En un sentido más amplio, se denomina construcción a todo aquello que exige, antes de hacerse, disponer de un proyecto y una planificación predeterminada. También se denomina construcción a una obra ya construida o edificada, además a la edificación o infraestructura en proceso de realización, e incluso a toda la zona adyacente usada en la ejecución de la misma.
- **Estimación del Riesgo:** Es el conjunto de acciones y procedimientos que se realizan en un determinado grupo poblacional o área geográfica, a fin de levantar información sobre la identificación de los peligros naturales y/o tecnológicos y el análisis de las condiciones de vulnerabilidad, para determinar o calcular el riesgo esperado (probabilidades de daños: pérdidas de vida e infraestructura).
- **Informal:** La voz inglesa 'informal' significa que no tiene carácter oficial, sin reglas fijas, desorganizado; significado este que se ha trasladado al español indebidamente.; En español una reunión es oficiosa por contraposición a oficial.
- **Peligro:** Es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o inducido por la actividad del hombre, potencialmente dañino, de una magnitud dada, en una zona o localidad conocida, que puede afectar un área poblada, infraestructura física y/o el medio ambiente.
- **Riesgo:** Estimación o evaluación matemática de probables pérdidas de vidas, de daños a los bienes materiales, a la propiedad y la economía, para un periodo específico y área conocidos, de un evento específico de emergencia. Se evalúa en función del peligro y la vulnerabilidad.
- **Vivienda:** Es una edificación cuya principal función es ofrecer refugio y habitación a las personas, protegiéndolas de las inclemencias climáticas y de otras amenazas. Otras denominaciones de vivienda son:

apartamento, aposento, casa, domicilio, estancia, hogar, lar, mansión, morada, piso, entre otros.

- **Vulnerable:** se referencia a una persona o cosa que puede ser dañado o recibir lesiones ya que disponen de poca fortaleza.

## **IV. METODOLOGIA O MARCO METODOLOGICO**

### **4.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACION**

#### **4.1.1. TIPO DE INVESTIGACION**

Transversal, porque, la recolección de los datos se desarrollará en un solo momento.

Prospectivo, porque, los datos se generarán luego de iniciado el proceso de investigación.

Aplicada porque para evaluar la vulnerabilidad se realizará mediante un análisis estático no lineal (Pushover), que consiste en la determinación de la capacidad estructural, contribuyendo así en la gestión de riesgo de desastres ocasionados por movimientos sísmicos.

#### **4.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

De nivel descriptivo, ya que se pretende analizar y evaluar la vulnerabilidad del riesgo sísmico de las viviendas en el distrito de Calleria, Provincia de Coronel Portillo del departamento de Ucayali, y se hará uso exclusivamente de la estadística descriptiva.

De nivel Experimental, para determinar las características de fallas de las estructuras de las viviendas en el distrito de Calleria,

Provincia de Coronel Portillo del departamento de Ucayali, se realizará ensayo no destructivo (Esclerometría).

De nivel Analítica y Aplicativo, la información que se obtiene del modelamiento y procesamiento de datos serán analizados mediante sus correspondientes variables.

#### **4.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACION – ESQUEMA DE LA INVESTIGACION.**

- Investigación bibliográfica sobre análisis de vulnerabilidad y evaluación sísmica del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastre – CENEPRED.
- Identificación del área de influencia de estudio.
- Realizar ensayos de laboratorio con el esclerómetro para la estimación de la resistencia a la compresión de los elementos estructurales.
- Realizar el análisis de la vulnerabilidad del riesgo sísmico de las viviendas en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo del departamento de Ucayali, 2022 y la evaluación estructural sísmico en un programa de cómputo basado en elementos finitos (ETABS V.18)
- Modelo matemático de diseño de la investigación:

Esquema:

M ----- O

Donde:

M = Muestra

O = Riesgo sísmico de las viviendas



#### 4.3. DETERMINACIÓN DEL UNIVERSO/ POBLACION

El estudio se desarrollará en la ciudad de Pucallpa entre los jirones: 7 de junio, Raymondi, Inmaculada y Av. Sáenz Peña; del distrito de Calleria, de la Provincia de Coronel Portillo y Departamento de Ucayali.

La población estará conformada por el total de viviendas comprendidas dentro del centro de la ciudad de Pucallpa entre los jirones: 7 de junio, 9 de diciembre, Inmaculada y Av. Sáenz Peña; haciendo un total de 1685 lotes en las 65 manzanas que la conforman.

#### 4.4. MUESTRA

La muestra estará constituida por 212 viviendas ubicadas dentro del centro de la ciudad de Pucallpa.

La muestra se ha calculado haciendo uso de la formula estadística para poblaciones finitas por tratarse de una población conocida, considerando un valor de  $p=0.5$  y de  $q=0.5$  con un nivel de confianza al 95% y un error de 0.05, con lo que se estimó una muestra de 313 lotes.

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

**Dónde:**

N = Total de viviendas = 1685

$Z_{\alpha}$  = 1.96 al cuadrado (si la seguridad es del 95%)

p = probabilidad de éxito (en este caso 0.5 = 50%)

q = probabilidad de fracaso (en este caso 0.5 = 50%)

d = precisión (5%)

Reemplazando la fórmula:

$$n = \frac{1.96^2 * 1685 * 0.5 * 0.5}{0.05^2 (1685-1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5} = 313$$

Los elementos de la muestra serán seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia.

El muestreo será por conveniencia, seleccionando las viviendas de mayor acceso, excluyendo aquellas que tengan dificultad de acceso como por las inundaciones.

Los elementos de la muestra para los ensayos de laboratorio con el esclerómetro para la estimación de la resistencia a la compresión de los elementos estructurales y la evaluación estructural sísmico en un programa de cómputo basado en elementos finitos (ETABS V.18), El muestreo será por conveniencia, analizaremos dos estructuras en función al alto grado de vulnerabilidad sísmica.

#### **4.5. TECNICAS DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE DATOS**

##### **4.5.1. FUENTES, TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.**

Fichas de los métodos aplicados: Registro de los diferentes procedimientos de cálculo y recolección de datos para la aplicación del Método de CENEPRED, se realizará una lista de cotejo, conformado por 30 reactivos con dos opciones de respuesta (si o no).

Ficha esclerométrico: Registro de las muestras que se obtienen en la aplicación del esclerómetro en los distintos elementos estructurales para su posterior cálculo de la resistencia a la compresión.

#### **4.5.2. PROCESAMIENTO Y PRESENTACION DE DATOS**

Mediante un documento (consentimiento informado), se solicitará la autorización dirigido al propietario de la vivienda.

Se coordinará con los dueños de la vivienda, con la finalidad de tener el permiso correspondiente para la aplicación del instrumento de evaluación.

Posteriormente se recolectará la información en las fechas programadas.

Una vez recolectados los datos se vaciarán en la base de datos, con la finalidad de comparar sus resultados con los requisitos que indica tanto en la Norma E-030 “Diseño Sismorresistente” del Reglamento Nacional de Edificaciones; y además verificar el índice de vulnerabilidad sísmica en la que se encuentra las viviendas bajo el método de CENEPRED (Cualitativo) en primer nivel de evaluación y el método de Pushover (cuantitativo).

utilizando la estadística descriptiva de forma absoluta.

El procesamiento de datos se realizará a través del programa estadístico Excel y SPSS versión 22 y el análisis y verificación de los desplazamientos con el programa Etabs.

Para el análisis de los datos, se elaborará tablas de frecuencia y gráficos.

## V. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

ACTIVIDADES	Año 2022											
	Abril				Mayo				Junio			
	1s	2s	3s	4s	5s	6s	7s	8s	9s	10s	11s	12s
<b>PLANIFICACION Y APROBACION DEL PROYECTO</b>												
Elección del tema	X											
Revisión bibliográfica	X	X										
Elaboración del proyecto		X										
Aprobación del proyecto.			X									
Reestructuración del proyecto			X									
Trámite y aprobación				X								
<b>EJECUCIÓN DEL PROYECTO</b>												
Marco teórico					X							
Validación del instrumento						X						
Aplicación del instrumento							X	X				
Procesamiento de datos									X			
Análisis e interpretación de datos										X		
<b>INFORME FINAL</b>												
Sistematización final del informe										X		
Presentación del informe final											X	

Aprobación de la tesis												X	
Sustentación de la tesis													X

## VI. PRESUPUESTO.

El presupuesto se ha distribuido de la siguiente manera:

Descripción	Unidad de medida	Costo Unitario	Cantidad	Costo total (S/.)
<b>REC. HUMANOS</b>				
Investigador	Unidad	1, 500.00	2	3, 000.00
Técnico en digitación	Unidad	800.00	1	800.00
Encuestadores	Unidad	200.00	4	800.00
Asesoría externa	Unidad	1,000.00	1	1,000.00
<b>MATERIAL BIBLIOGRÁFICO</b>				
Textos	Unidad	80.00	Estimado	80.00
Internet	Horas	30.00	Estimado	30.00
Otros	Unidad	50.00	Estimado	50.00
<b>MATERIAL DE IMPRESIÓN</b>				
Adquisición de Software informático.	Unidad	1500.00	1	1,500.00
Copias fotostáticas	Unidad	0.20	400	80.00
Computadora	Unidad	120.00	Estimado	120.00
Empastado de la Tesis	Unidad	20.00	4	100.00
USB	Unidad	40.00	1	40.00
<b>MATERIAL DE ESCRITORIO</b>				
Papel bond A4 80 gramos	Millar	25.00	1	25.00
Papelotes cuadriculados	Decena	0.40	10	4.00
Cartulina	Decena	0.50	10	5.00
Cinta Adhesiva	Unidad	1.00	2	2.00
Lapiceros Bicolor	Unidad	1.50	10	15.00
Lápices	Unidad	0.50	10	5.00
Plumones	Unidad	3.00	5	15.00
<b>SERVICIOS</b>				
Prueba de Laboratorio	Unidad	1.00	1	1,000.00
Alquiler de Equipo para toma de muestra.	Unidad	1.00	1	1,000.00

Comunicaciones	Unidad	100.00	Estimado	100.00
Movilidad y Viáticos	Unidad	300.00	Estimado	300.00
Imprevistos	Unidad	100.00	Estimado	100.00
<b>Total costo</b>			<b>10,171.00</b>	

## VII. BIBLIOGRAFÍA.

1. Arango Julio., 2002 Análisis, Diseño y Construcción en Albañilería. Lima: Capitulo Peruano ACI.
2. Blondet Jorge., (editor). 2007 Construcción antisísmica de viviendas de ladrillo: para albañiles y maestros de obra. Tercera edición. Lima:
3. Pontificia Universidad Católica del Perú, Fondo Editorial / Sencico. 2005 Construcción y mantenimiento de viviendas de albañilería: para albañiles y maestros de obra. Segunda edición. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Fondo Editorial / Sencico. Consulta:15/10/2012.  
<http://blog.pucp.edu.pe/action.php?action=plugin&name=LinkCounter&type=c&k=20071106-cartilla2005+-+Marcial.pdf>
4. Dueñas M., 2006 Estudio preliminar del comportamiento sísmico de las autoconstrucciones en Lima. Tesis de Magister en Ingeniería Civil. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Escuela de Graduados.
5. Flores R., 2002 Diagnóstico preliminar de la Evaluación de riesgo sísmico de las autoconstrucciones en Lima. Tesis de licenciatura en Ciencias e Ingeniería con mención en Ingeniería Civil. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería.
6. Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgo de Desastre (CENEPRED)  
[http://www.unfpa.org.pe/publicaciones/publicacionesperu/INEI\\_CELADE\\_Migracion-Interna-Reciente.pdf](http://www.unfpa.org.pe/publicaciones/publicacionesperu/INEI_CELADE_Migracion-Interna-Reciente.pdf)
7. Gutierrez V., Nivel de riesgo sísmico en el distrito de chorrillos, departamento de Lima. Fecha 2018-10-10. Disponible en:  
<http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/3204>
8. Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda: sistema de consulta de resultados censales. Lima: INEI. Consulta:11/10/2012.  
<http://desa.inei.gob.pe/censos2007/tabulados/>



9. Kuroiwa J., 2002 Reducción de Desastres: Viviendo en armonía con la naturaleza. Lima: PNUD. Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento del Perú (MVCS) 2009 Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica de Edificaciones E.060 Concreto Armado. Sencico.
10. Reglamento Nacional de Edificaciones. 2010. Norma Técnica de Edificaciones E.070 Albañilería. Sencico.
11. Reglamento Nacional de Edificaciones Norma Técnica de Edificaciones E.030 Diseño Sismorresistente. Sencico.
12. Mosqueira M. y Tarque S., 2005 Recomendaciones técnicas para mejorar la seguridad sísmica de viviendas de albañilería confinada de la costa peruana. Tesis de Magister en Ingeniería Civil. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Escuela de Graduados.
13. Laboratorio de estructuras antisísmicas (LEDI)-PUCP. 2014 Verificación del cumplimiento de especificaciones técnicas en ladrillos de arcilla fabricados a nivel nacional - Zona Costa. Lima: oficina departamental de estadística e informática Ucayali (ODEI Ucayali) 2010. Ucayali: Compendio Estadístico 2014. <http://www.inei.gob.pe/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0852/libro.pdf>
14. San Bartolomé Á., 2013. Construcciones de albañilería - Comportamiento sísmico y diseño estructural. Lima: Fondo Editorial PUCP. Universidad Nacional de Trujillo (UNT) y Instituto nacional de defensa civil (INDECI). 2012 Mapa de peligros de la ciudad. Consulta:11/10/2012. <http://190.223.52.140/sialtrujillo/admDocumento.php?accion=bajar&docadju nto=327>
15. Valdiviezo C., 2005 Análisis de la Evaluación de riesgo sísmico de las viviendas informales de Ica. Tesis de licenciatura en Ciencias e Ingeniería con mención en Ingeniería Civil. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería

## VIII. ANEXO

### MATRIZ DE CONSISTENCIA DEL PROYECTO DE TESIS

TÍTULO	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS DEL ESTUDIO	HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	VARIABLES DE ESTUDIO/DIMENSION ES/IND.	METODOLOGÍA
“ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DEL RIESGO SÍSMICO DE LAS VIVIENDAS EN EL DISTRITO DE CALLERÍA, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO DEL DEPARTAMENTO DE UCAYALI, 2022”	<p>FORMULACIÓN DEL PROBLEMA GENERAL:</p> <p>¿Cuál es la vulnerabilidad del riesgo sísmico de las viviendas en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo del departamento de Ucayali, 2022?</p> <p>FORMULACIÓN DE PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál es el nivel de peligro de las viviendas en el distrito de Callería de la Provincia de Coronel Portillo del Departamento de Ucayali, 2022?</li> <li>• ¿Cuál es el nivel de riesgo de las viviendas en el distrito de Callería de la Provincia de Coronel Portillo del Departamento de Ucayali, 2022?</li> <li>• ¿Cuál es el riesgo sísmico, en la dimensión vulnerabilidad física de las viviendas en el distrito de Callería de la Provincia de Coronel Portillo del Departamento de Ucayali, 2022?</li> <li>• ¿Cuál es el riesgo sísmico, en la dimensión vulnerabilidad social de las viviendas en el distrito de Callería de la</li> </ul>	<p>OBJETIVO GENERAL:</p> <p>Analizar, evaluar y estimar la influencia de la vulnerabilidad del riesgo sísmico de las viviendas en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo del departamento de Ucayali, 2022.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer el nivel de peligro de las viviendas en el distrito de Callería de la Provincia de Coronel Portillo del Departamento de Ucayali, 2022.</li> <li>• Evaluar el nivel de riesgo de las viviendas en el distrito de Callería de la Provincia de Coronel Portillo del Departamento de Ucayali, 2022.</li> <li>• Valorar el riesgo sísmico, en la dimensión vulnerabilidad física de las viviendas en el distrito de Callería de la Provincia de Coronel Portillo del Departamento de Ucayali, 2022.</li> <li>• Estimar el riesgo sísmico, en la dimensión vulnerabilidad social de las viviendas en el distrito de Callería de la Provincia de Coronel Portillo</li> </ul>	<p>HIPÓTESIS GENERAL:</p> <p>La vulnerabilidad del riesgo sísmico de las viviendas en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo del departamento de Ucayali, 2022 ante la probable ocurrencia de un sismo de gran magnitud, resulta ser insegura y con alto grado de vulnerabilidad.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vulnerabilidad del riesgo sísmico de las viviendas en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo del departamento de Ucayali, 2022 evaluado por el método del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastre - (CENEPRED), resulta ser insegura.</li> <li>• La vulnerabilidad del riesgo sísmico de las viviendas en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo del departamento de Ucayali, 2022 evaluado por el método Pushover, resulta tener un alto grado de vulnerabilidad.</li> </ul>	<p>VARIABLES INDEPENDIENTES</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación de la Vulnerabilidad del riesgo sísmico de las viviendas en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo del departamento de Ucayali, 2022.</li> <li>• Análisis y Evaluación estructural de las viviendas en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo del departamento de Ucayali, 2022.</li> <li>• Evaluación de la resistencia a la compresión del concreto de las viviendas en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo del departamento de Ucayali, 2022.</li> </ul> <p>VARIABLES DEPENDIENTES</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Índice de la Vulnerabilidad del riesgo sísmico de las viviendas en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo del departamento de Ucayali, 2022.</li> <li>• Comportamiento sísmico de las estructuras de las viviendas en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo del departamento de Ucayali, 2022.</li> <li>• Características de los elementos estructurales de las viviendas en el distrito de Callería, provincia de</li> </ul>	<p>Tipo de Investigación: Transversal. Prospectivo y Analítico.</p> <p>Nivel de Investigación: Descriptiva, Experimental, Analítica, Aplicativa.</p> <p>Método: Inductivo – Deductivo Recolección de información: Fuente: Primaria y secundaria.</p> <p>Población: El estudio se desarrollará en la ciudad de Pucallpa entre los jirones: 7 de junio, Raymondi, Inmaculada y Av. Sáenz Peña; del distrito de Callería, de la Provincia de Coronel Portillo y Departamento de Ucayali. La población estará conformada por el total de viviendas comprendidas dentro del centro de la ciudad de Pucallpa entre los jirones: 7 de junio, 9 de diciembre, Inmaculada y Av. Sáenz Peña; haciendo un total de 1685 lotes en las 65 manzanas que la conforman.</p> <p>Muestra: La muestra estará constituida por 212 viviendas ubicadas dentro del centro de la ciudad</p>

	<p>Provincia de Coronel Portillo del Departamento de Ucayali, 2022?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál es el riesgo sísmico, en la dimensión vulnerabilidad económica de las viviendas en el distrito de Callería de la Provincia de Coronel Portillo del Departamento de Ucayali, 2022?</li> <li>• ¿Cuál es el riesgo sísmico, en la dimensión vulnerabilidad ambiental de las viviendas en el distrito de Callería de la Provincia de Coronel Portillo del Departamento de Ucayali, 2022?</li> <li>• ¿Las zonas más vulnerables de las viviendas en el distrito de Callería de la Provincia de Coronel Portillo del Departamento de Ucayali, 2022, podrá soportar un sismo de gran magnitud?</li> </ul>	<p>del Departamento de Ucayali, 2022.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valorar el riesgo sísmico, en la dimensión vulnerabilidad económica de las viviendas en el distrito de Callería de la Provincia de Coronel Portillo del Departamento de Ucayali, 2022.</li> <li>• Estimar el riesgo sísmico, en la dimensión vulnerabilidad ambiental de las viviendas en el distrito de Callería de la Provincia de Coronel Portillo del Departamento de Ucayali, 2022.</li> <li>• Realizar el análisis estructural de algunas de las viviendas en el distrito de Callería de la Provincia de Coronel Portillo del Departamento de Ucayali, 2022, haciendo énfasis en las zonas más vulnerables y estimar su capacidad de resistencia y rigidez ante acciones sísmicas para poder estimar los posibles riesgos sísmicos que pueden dañar las estructuras.</li> </ul>		<p>Coronel Portillo del departamento de Ucayali, 2022.</p> <p>DIMENSIONES/INDICADORES.</p> <p>X1: Vulnerabilidad física. X2: Vulnerabilidad social. X3: Vulnerabilidad económica. X4: Vulnerabilidad ambiental. X5: Desplazamiento entre piso. X6: Resistencia a la compresión del concreto.</p>	<p>de Pucallpa.</p> <p>La muestra se ha calculado haciendo uso de la formula estadística para poblaciones finitas por tratarse de una población conocida, considerando un valor de <math>p=0.5</math> y de <math>q=0.5</math> con un nivel de confianza al 95% y un error de 0.05, con lo que se estimó una muestra de 313 lotes.</p> <p>Los elementos de la muestra serán seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia.</p> <p>El muestreo será por conveniencia, seleccionando las viviendas de mayor acceso, excluyendo aquellas que tengan dificultad de acceso como por las inundaciones.</p> <p>Los elementos de la muestra para los ensayos de laboratorio con el esclerómetro para la estimación de la resistencia a la compresión de los elementos estructurales y la evaluación estructural sísmico en un programa de cómputo basado en elementos finitos (ETABS V.18), El muestreo será por conveniencia, analizaremos dos estructuras en función al alto grado de vulnerabilidad sísmica.</p>
--	---	--	--	--	---

## **ANEXO 02**

### **EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SISMICA**