



Carrera de Ingeniería Civil

“ANÁLISIS ESTRUCTURAL APLICANDO RELACIÓN DE FACTORES ESTRUCTURALES EN LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE MÉTODO BENEDETTI Y PETRINI EN LA ASOCIACION RESIDENCIAL SAN FRANCISCO, LIMA 2019”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Alexis Daniel Ruffner Marchan

Asesor:

Ing. Gerson Vega Rivera

Lima - Perú

2019

## DEDICATORIA

Dedico esta Investigación a Dios por  
darme salud y múltiples bendiciones  
y conocimientos.

Esta tesis está dedicada a mi  
madre por ser la razón que me motiva  
a seguir adelante y afrontar las  
dificultades que se presentan día a día.

Por último, dedicada a mis amistades y todas  
las personas que me permitieron sus puestos  
sean parte de mi investigación y también a  
aquellas personas que me aconsejaron  
y formaron parte de mi desarrollo.

## AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer profundamente a las fuentes de donde se pudo obtener la información para el desarrollo de mi Tesis para poder obtener el Título de Ingeniería.

Dar las gracias a mi Asesor, el Ing. Gerson Vega Rivera, a quien le agradezco completamente por el tiempo brindado y la paciencia hacia mi persona durante la asesoría y alimentar mi conocimiento para la elaboración del presente trabajo de Investigación que se convirtió en Tesis.

A la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada del Norte sede Lima Norte por el apoyo brindado y permitirme formar parte de su casa de estudios y el fácil acceso a los materiales oportunos y necesarios.

De manera especial agradecer a los docentes que durante mi formación universitaria aportaron sus conocimientos en cada materia amplia de la Ingeniería Civil.

## **Tabla de contenidos**

<b>ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS</b>	
.....¡Error! Marcador no definido.	
<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>8</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES</b> .....	<b>11</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>12</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>16</b>
1.1.Realidad problemática .....	16
1.2.Formulación del problema.....	20
1.2.1.Problema general .....	20
1.2.2.Problemas Específicos.....	21
1.3.Objetivos.....	21
<b>1.3.1.Objetivo general</b> .....	<b>21</b>

1.3.2.Objetivos específicos.....	21
1.4.Hipótesis .....	22
1.4.1.Hipótesis general .....	22
1.4.2.Hipótesis Específicos.....	22
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>22</b>
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>58</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>98</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>103</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>105</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Distribución de los ítems del cuestionario.....	28
Tabla 2: Valor del nivel de confianza.....	32
Tabla 3: Resultados de encuesta.....	35
Tabla 4: Escala numérica del índice de vulnerabilidad de edificios de mampostería no reforzada (Benedetti & Petrini, 1984). ....	39
Tabla 5: Factor suelo. ....	41
Tabla 6: Factores de ZUSN. ....	43
Tabla 7: Densidad de muros del primer nivel en el eje X. ....	43
Tabla 8: Densidad de muros primer nivel eje Y.....	44
Tabla 9: Densidad de muros segundo nivel eje X. ....	44
Tabla 10: Densidad de muro segundo nivel eje Y.....	45
Tabla 11: Verificación de densidad de muros con la norma del primer y segundo nivel. ....	46
Tabla 12: Resultados de fichas de encuestas y observación.....	62
Tabla 13: Resultado del índice de vulnerabilidad de la vivienda tomada como ejemplo. ....	68
Tabla 14: Resumen del índice de vulnerabilidad. ....	71
Tabla 15: Datos de vivienda a analizar.....	74
Tabla 16: Parámetros de fuerza cortante. ....	75
Tabla 17: Pre-dimensionamiento de la estructura. ....	75
Tabla 18: Análisis de densidad de muro del primer nivel.....	76
Tabla 19: Análisis de densidad de muro del segundo nivel. ....	77

Tabla 20: Grado de relación según el coeficiente de correlación de Rho de Spearman.....	88
Tabla 21: Prueba Chi Cuadrado de Pearson a través de las tablas cruzadas.....	88
Tabla 22: Pruebas de chi-cuadrado.....	89
Tabla 23: Correlaciones de Rho de Spearman .....	89
Tabla 24: Nivel de vulnerabilidad del diseño estructural en la tabla cruzada .....	92
Tabla 25: Pruebas de chi-cuadrado.....	92
Tabla 26: Correlaciones de Rho de Spearman .....	93
Tabla 27: Nivel de vulnerabilidad , densidad del muro en tabla cruzada.....	95
Tabla 28: Pruebas de chi-cuadrado.....	96
Tabla 29: Correlaciones de Rho de Spearman .....	96
Tabla 30: Tamaño de la muestra.....	108
Tabla 31: Índice de vulnerabilidad global.....	109
Tabla 32: Escala global de vulnerabilidad adaptada.....	119

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Matriz operacional de variables.....	15
Figura 2: Juicios Expertos. ....	29
Figura 3: Clasificación de consistencia interna. ....	30
Figura 4: Confiabilidad del instrumento.....	30
Figura 5 : Ubicación de las viviendas usadas para esta investigación. ....	31
Figura 6 : Encuesta.....	34
Figura 7: Planos arquitectónico de la vivienda estudiada. ....	39
Figura 8: Zonificación sísmica del peru. ....	41
Figura 9: Categoría de las edificaciones.....	42
Figura 10: Área de terreno construida. ....	58
Figura 11: Cantidad de pisos. ....	59
Figura 12: Tiempo de vida de la edificación. ....	59
Figura 13: Asesoría técnico. ....	60
Figura 14: Planos de la vivienda. ....	60
Figura 15: Sistema estructural. ....	61
Figura 16: Fisura y agrietamiento.....	61
Figura 17 : Plano del primer piso de la vivienda a estudiar su índice de vulnerabilidad.....	67
Figura 18: Sección del plano en dirección X.....	68
Figura 19: Sección del plano en dirección Y.....	69
Figura 20: Plano de la primera planta con medidas para la densidad de muros.....	72
Figura 21: Plano de segunda planta con medidas para la densidad de muro. ....	73

Figura 22: Diseño estructural. ....	78
Figura 23: Riesgo sísmico .....	79
Figura 24: Ubicación geográfica. ....	79
Figura 25: Vulnerabilidad sísmica.....	80
Figura 26: Escala de richter.....	80
Figura 27: Diseño estructural de viviendas que soporten sismo de 8.....	81
Figura 28: Actividad volcánica. ....	81
Figura 29: Intensidad volcánica.....	82
Figura 30: Densidad de muros .....	82
Figura 31: Sistema aporticado.....	83
Figura 32: Propiedades del concreto y acero.....	83
Figura 33: Propiedades del concreto y acero.....	84
Figura 34: Densidad de muro en vivienda sin diseño estructural.....	84
Figura 35: Riesgos estructurales en viviendas con diseño estructural.....	85
Figura 36: Supervisión técnica .....	85
Figura 37: Supervisión en fase de ejecución en la colocación de muros.....	86
Figura 38: Supervisión de ingeniero civil.....	86
Figura 39: Ejemplo de organización del sistema resistente tipo A.....	111
Figura 40: Ejemplo de organización del sistema resistente tipo B.....	111
Figura 41: Ejemplo de organización del sistema resistente tipo C.....	112
Figura 42: Ejemplo de organización del sistema resistente tipo D.....	112
Figura 43: Tipos de diafragma horizontal.....	115
Figura 44: Tipos de configuración en planta.....	116
Figura 45: Ejemplo de separación máxima entre los muros.....	117

Figura 46: Encuestando a propietarios de vivienda.....	120
Figura 47: Encuestando a propietarios de vivienda.....	120
Figura 48: Encuestando a propietarios de vivienda.....	121
Figura 49: Encuestando a propietarios de vivienda.....	121
Figura 50: Encuestando a propietarios de vivienda.....	122
Figura 51: Armadura expuesta .....	122
Figura 52: Armadura expuesta .....	123
Figura 53: Armadura expuesta.....	123
Figura 54: Armadura expuesta.....	124
Figura 55: Armadura expuesta .....	124
Figura 56: Armadura expuesta .....	125
Figura 57: Sin junta sísmica.....	125
Figura 58: Mala conservación.....	126

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Método de muestreo aleatorio. ....	23
Ecuación 2: Calculo de índice de vulnerabilidad global. ....	37
Ecuación 3: Densidad de muros portantes.....	36
Ecuación 4: Referencia convencional. ....	63
Ecuación 5: Cortante de los muros.....	63
Ecuación 6: Fuerza basal actuante.....	64

## RESUMEN

La presente investigación correlacional contiene el análisis y evaluación del comportamiento sísmico de las edificaciones de las viviendas en la asociación de viviendas san francisco que se ubica en el distrito de San Martín de Porres, para poder hallar una relación entre los factores estructurales de las viviendas y el nivel de vulnerabilidad que presentan, la investigación se llevara a cabo mediante la elaboración de encuestas a los propietarios o arrendatarios de las diversas viviendas, el uso de fichas técnicas y fotografías de las edificaciones para realizar la evaluación técnica de las estructuras mediante el método del índice de vulnerabilidad. Asimismo, es necesario conocer información relacionada con la ubicación y el tipo de suelo del terreno, para poder desarrollar una correcta interpretación del posible comportamiento sísmico en las viviendas de la asociación de vivienda san francisco.

En el desarrollo del marco teórico se indicó la importancia que tiene el estudio de la calidad estructural de las viviendas informales construidas en San Martín de Porres, también se describió la calidad del suelo y las características del lugar en análisis. Se enuncio la normativa del Reglamento Nacional de edificaciones, necesario para comprender el nivel de incumplimiento de las viviendas informales y se describió la metodología adaptada a la realidad de Lima, que fue la de Benedetti & Petrini, para hablar el índice de vulnerabilidad de las edificaciones según la calificación de parámetros estructurales que determinan la calidad de los puestos de albañilería, se describieron las viviendas de estudios, la cantidad de viviendas encuestadas y la razón por la que fueron elegidas tanto las viviendas como las zonas de estudio. Los Resultados que se encontraran mediante el desarrollo de las encuestas y el análisis de

vulnerabilidad sísmica arrojaran que más del 50% de las viviendas presentarán índices de vulnerabilidad mediana baja, el 25% de las viviendas presenta índice de vulnerabilidad media alta, el 12.5% presenta índice de vulnerabilidad baja y el 12.5% presenta índice de vulnerabilidad alta. Además, se presentan recomendaciones que permitan contrarrestar y disminuir los posibles daños que se presenten ante un sismo de gran magnitud.

**Palabras clave:** Construcción informal, laderas, Factores estructurales, índice de vulnerabilidad.

## ABSTRACT

The present correlational investigation contains the analysis and evaluation of the seismic behavior of the buildings of the houses in the San Francisco housing association located in the San Martin de Porres district, in order to find a relationship between the structural factors of the houses and The level of vulnerability that they present, the investigation will be carried out through the elaboration of surveys of the owners or lessees of the different homes, the use of technical sheets and photographs of the buildings to carry out the technical evaluation of the structures through the method of vulnerability index. Likewise, it is necessary to know information related to the location and type of land of the land, in order to develop a correct interpretation of the possible seismic behavior in the homes of the San Francisco Housing Association.

In the development of the theoretical framework, the importance of the study of the structural quality of the informal housing built in San Martin de Porres was indicated, the quality of the soil and the characteristics of the place under analysis were also described. The regulations of the National Building Regulations, necessary to understand the level of non-compliance of informal homes, were described and the methodology adapted to the reality of Lima, which was Benedetti & Petrini, was described to discuss the vulnerability index of buildings According to the qualification of structural parameters that determine the quality of the masonry posts, the houses of studies were described, the number of houses surveyed and the reason why both houses and study areas were chosen. The Results that will be found through the development of the surveys and the analysis of seismic vulnerability will show that more than 50% of the houses will have low medium vulnerability indexes, 25% of the houses have a

high average vulnerability index, 12.5% present Low vulnerability index and 12.5%

have high vulnerability index. In addition, recommendations are presented that allow to counteract and reduce the possible damages that occur in the face of an earthquake of great magnitude.

**Keywords:** Informal construction, slopes, structural factors, vulnerability index.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

La sismología es una ciencia que estudia las causas y mecanismos que producen los terremotos para tratar de entender el comportamiento y la estructura interna de la tierra. Aunque los terremotos son fenómenos complejos, los avances en la sismología están permitiendo un buen entendimiento de la mecánica y las proporciones de ocurrencia de sismos en el mundo (Bolaños y Monroy, 2004).

La amenaza o peligro sísmico se define como la frecuencia y severidad de la ocurrencia de sismos en un lugar específico. A la fecha, es posible identificar dos tipos de metodologías para la estimación del peligro sísmico: el análisis determinístico y el análisis probabilístico (Kramer, 1996).

El Perú se encuentra ubicado en el Cinturón de Fuego del Pacífico, zona que experimenta el fenómeno de subducción de las placas Nazca y Sudamericana. En esta zona se han generado eventos sísmicos de gran magnitud a lo largo de la historia, que han ocasionado cuantiosos daños materiales y pérdida de vidas humanas. Además, los efectos de este fenómeno pueden variar dependiendo de las condiciones de sitio que se presenten en un determinado lugar (INDECI-PNUD, 2010).

Los terremotos de gran intensidad azotaron en repetidas ocasiones las ciudades ubicadas en esta región. Los sismos más recientes ocurridos en la costa central-norte fueron Chimbote el 31 de mayo de 1970 y en Lima el 03 de octubre de 1974. En definitiva, los terremotos de gran intensidad volverán a afectar las ciudades costeras (Kuroiwa, 2002).

Los terremotos ocurridos desde el año 1976 permitieron recopilar información de los edificios dañados. Éste método de análisis desarrollado en Italia permite identificar los parámetros que controlan los daños en los edificios de mampostería no reforzada y hormigón armado debido a que son muy comunes en ese país y en diferentes partes del mundo. (Benedetti & Petrini, 1984).

A nivel internacional pudimos encontrar antecedentes tales como: Ricardo Tapia, 2015 en su tema titulada: “Terremoto 2010 en Chile y vivienda social; Resultados y aprendizajes para recomendación de políticas públicas” que tiene como objetivo general identificar variables de políticas públicas, planificación, arquitecturales, constructivas y normativas que incidieron en los resultados obtenidos en vivienda social como consecuencia del impacto del terremoto/tsunami de febrero 2010 en Chile, llegando a la conclusión de las vulnerabilidades y exposición a sismos están mediatizadas por la historia de vida, las historias oficiales y la construcción paulatina de las normas que la nación chilena se fue dando para responder a estos fenómenos.

En el ámbito nacional Según Johan Laucatana, 2013 en su tesis titulada: “Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo” que tuvo como objetivo general contribuir en la disminución de la vulnerabilidad sísmica en las viviendas informales y finalmente proporcionar una solución para mitigar el riesgo sísmico, llegando a la conclusión que 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 riesgo sísmico.

En otra investigación hallada, Deyvi Castro, 2015 en su tesis con el tema: “Vulnerabilidad sísmica del centro histórico de la ciudad de Jauja – Junín” que tuvo como objetivo principal contribuir a la reducción de la vulnerabilidad sísmica en la

ciudad de Jauja aportando herramientas para la toma de decisiones sobre los criterios de intervención donde estas herramientas contemplan una base de datos extensa, las cuales están asociadas al peligro sísmico de la zona y a la vulnerabilidad sísmica a edificios existentes aplicando la metodología desarrollada por Cornelf (1968) en términos probabilísticos, llegando a la conclusión de que para la evaluación del daño en las edificaciones del área en estudio, es necesario elaborar funciones de vulnerabilidad adecuadas a las tipologías estructurales existentes en zonas de análisis.

En la Ciudad de Lima según Juan Palomino y Rodrigo Tamayo, 2016 en su tesis titulada: “Evaluación probabilística del riesgo sísmico de hospitales en lima con plataforma Capra” que tuvo como objetivo general evaluar de forma probabilista el riesgo sísmico de los hospitales de Lima Metropolitana en términos de pérdida económicas probables y también objetivos específicos como revisar y sistematizar la información existente acerca del riesgo sísmico de hospitales, recolectar datos de infraestructuras hospitalaria en campo y definir tipologías estructurales, caracterizar la vulnerabilidad estructural de las tipologías definidas con métodos simplificados, llegando a la conclusión que la mayoría de estudios realizados no ha tomado en cuenta la totalidad de hospitales en Lima Metropolitana y que los resultados pueden ser usados en el desarrollo de planes de mitigación de riesgo de infraestructura urbana esencial.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es la relación entre los factores estructurales de las edificaciones y el nivel de vulnerabilidad sísmica en las viviendas de la asociación de vivienda residencial San Francisco, Lima 2019?

### 1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuál es la relación entre el diseño estructural que presentan las 08 edificaciones y su vulnerabilidad sísmica, aportando herramientas para la intervención mediante criterios de estos en las viviendas de la Asociación Residencial San Francisco, Lima 2019?
- ¿Cuál es la relación entre la densidad de muro que presentan la edificación más crítica y su vulnerabilidad sísmica en las Viviendas de la Asociación residencial San Francisco, Lima 2019?
- ¿Cómo reducir la vulnerabilidad sísmica en las Viviendas de la Asociación Residencial San Francisco, Lima 2019?

## 1.3. Objetivos

### 1.3.1. Objetivo general

Determinar la relación entre los factores estructurales de las edificaciones y el nivel de vulnerabilidad sísmica en las viviendas de la asociación de vivienda residencial San Francisco, Lima 2019.

### 1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la relación entre el diseño estructural que presentan las 08 edificaciones y su vulnerabilidad sísmica aportando herramientas para la intervención mediante criterios de estos en las viviendas de la asociación de vivienda residencial San Francisco, Lima 2019.

- Determinar la relación entre la densidad de muro que presentan la edificación más crítica y su vulnerabilidad sísmica en las viviendas de la asociación de vivienda residencial San Francisco, Lima 2019.
- Determinar la reducción de la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de la asociación de vivienda residencial San Francisco, Lima 2019.

## 1.4. Hipótesis

### 1.4.1. Hipótesis general

**Ho:** No existe una relación directa entre los factores estructurales de las edificaciones y el nivel de vulnerabilidad sísmica en las viviendas de la Asociación de vivienda Residencial San Francisco, Lima 2019.

**Ha:** Existe una relación directa entre los factores estructurales de las edificaciones y el nivel de vulnerabilidad sísmica en las viviendas de la Asociación de vivienda Residencial San Francisco, Lima 2019.

### 1.4.2. Hipótesis Específicos

- **Ho:** No existe una relación entre el diseño estructural que presentan las 08 edificaciones y su vulnerabilidad sísmica aportando herramientas para la intervención mediante criterios de estos en las viviendas de la asociación de vivienda residencial San Francisco, Lima 2019.

**Ha:** Existe una relación entre el diseño estructural que presentan las 08 edificaciones y su vulnerabilidad sísmica aportando herramientas para la intervención mediante criterios de estos en las viviendas de la asociación de vivienda residencial San Francisco, Lima 2019.

– **Ho:** No existe una relación entre la densidad de muro que presentan la edificación más crítica y su vulnerabilidad sísmica en las viviendas de la asociación de vivienda residencial San Francisco, Lima 2019.

**Ha:** Existe una relación entre la densidad de muro que presentan la edificación más crítica y su vulnerabilidad sísmica en las viviendas de la asociación de vivienda residencial San Francisco, Lima 2019.

– **Ho:** No existe una reducción en la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de la asociación de vivienda Residencial San Francisco, Lima 2019.

**Ha:** Existe reducción en la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de la asociación de vivienda Residencial San Francisco, Lima 2019.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

La presente tesis a presentar tiene como tipo de investigación aplicada ya que es conocido por mi persona y es por ello que se utilizarán pregunta o indicadores específicos para dar respuesta a las preguntas.

El enfoque que se utilizo es el enfoque cuantitativo ya que se usaran encuestas a propietarios que ayuden al aporte de la presente tesis, así como a ingenieros civiles colegiados expertos en construcción de viviendas.

Finalmente es una investigación de campo con un diseño correlacional, transversal ya que debido a que se busca encontrar la relación de los factores estructurales y el índice de vulnerabilidad de las viviendas en la ubicación ya mencionada anteriormente y también se medirá a una o mas características de acuerdo a la investigación planteada.

Asimismo mencionaremos sus variables:

- **Variable Independiente (V1):** Método Benedetti y Petrini.
- **Variable Dependiente (V2):** Análisis estructural aplicando relación de los factores estructurales en la vulnerabilidad sísmica.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Método Benedetti y Petrini.	Este método propuso el índice de vulnerabilidad, donde se hizo un registro de la misma en edificios y su daño recibido por terremotos de determinada intensidad sísmica. (Yépez, 1996)	Índice de vulnerabilidad	Calidad estructural. Ubicación geográfica.
		Intensidad sísmica.	Escalas de Richter. Intensidad volcánica.
		Resistencia de materiales.	Conocimiento de la norma E 070

Análisis estructural aplicando relación de los factores estructurales en la vulnerabilidad sísmica.	El análisis estructural se refiere al uso de las ecuaciones de la resistencia de materiales para encontrar los esfuerzos internos, deformaciones y tensiones que actúan sobre una estructura resistente. (Hibbeler, 2010)	Edificaciones	Conocimiento de las propiedades del concreto y acero.
			Vivienda con y sin diseño estructural Supervisión técnica.

Figura 1 : Matriz operacional de variables.

Elaboración propia

## 2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

**Población 1:** Son las viviendas multifamiliares en la asociación de vivienda residencial San Francisco – San Martín de Porres.

**Muestra 1:** Para la determinación de la muestra a la que se hará el estudio se utilizó el método de muestreo aleatorio que se calculó con la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{(E^2 * (N - 1)) + Z^2 * p * q} = 8$$

*Ecuación 1: Método de muestreo aleatorio.*

A continuación, se presentan los resultados obtenidos mediante datos, tablas y finalmente fórmulas, siendo los valores y coeficientes el siguiente:

N= 250 Es la cantidad de lotes establecidos por la municipalidad de San Martín de Porres en la zona de estudio.

Z= 1.44 El nivel de confianza se considera 85% debido a que la metodología es subjetiva y depende del criterio del evaluador.

E= 15% Este valor es debido a que la metodología es subjetiva y depende del criterio del evaluador.

$p = 0.9$  Este valor se obtiene suponiendo que el 80% de las viviendas analizadas fueron construidas sobre terrenos con pendientes normales.

$q = 0.1$  Este valor se obtiene de  $1 - p$ , que es el 10%.

$n = 8$  Es la cantidad de viviendas que es necesario evaluar.

Reemplazando valores:

$$n = \frac{1.44^2 * 0.9 * 0.1 * 250}{(0.15^2 * (250 - 1)) + 1.44^2 * 0.9 * 0.1} = 8$$

De los datos obtenidos mediante la ecuación de muestreo aleatorio simple, para un nivel de confianza de 85% se obtuvo una muestra de  $n=8$  viviendas.

**Población 2:** La presente investigación, está constituida por 20,491 (veintemil cuatrocientos noventa y un) ingenieros civiles colegiados pertenecientes CD Lima.

**Muestra 2:** (Vara Horna, 2012), señala que el muestreo no probabilístico no se basa en el principio de equi-probabilidad, sino son criterios técnicos que sigue el investigador procurando que la muestra sea lo más representativa posible, así mismo señala que el muestreo intencional es el más frecuente en las investigaciones científicas.

Para la presente investigación se realizará un muestreo no probabilístico, de tipo intencional, debido a que no todas las muestras tienen la probabilidad de ser elegidas, por ende, este será del 0.1%, basado en el criterio del investigador, dando 20 (veinte) ingenieros civiles colegiados pertenecientes CD Lima.

### 2.3. Encuesta e instrumentos de cuestionario

La recolección para la **muestra 1** de datos para determinar la vulnerabilidad en las viviendas autoconstruidas, consistió en realizar encuestas a los propietarios de las viviendas para obtener datos como antigüedad de la vivienda, supervisión técnica en la construcción, etc.

Una vez ya realizado las encuestas respectivas se digito la información de estas fichas de reporte, vivienda por vivienda, El formato de las fichas de reporte se extrajo del manual de FEMA (en inglés es Federal Emergency Management Agency y en español es Agencia Federal para el Manejo de Emergencias) llamado Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards (en español es Exploración Visual Rápida de Edificios para Posibles Riesgos Sísmicos), el cual fue modificada solo para incluir datos necesarios para el desarrollo de esta investigación, donde la técnica para recolectar los datos fue las encuestas, observación directa y el monitoreo de las encuestas realizadas, siendo los instrumentos los cuestionarios y fichas de observación, donde se tomaron datos y las observaciones necesarias de cada encuesta realizada, la toma de datos fue inmediata en la asociación de viviendas San Francisco – San Martin de Porres, finalmente se utilizó Excel para el análisis de los datos recopilados en cada encuesta y posteriormente hallar los resultados respectivos.

Para la **muestra 2**, se tomó en cuenta lo siguiente:

**Instrumento aplicar:** Cuestionario.

**Muestra:** 20 ingenieros civiles colegiados pertenecientes CD Lima.

**Ámbito de aplicación del cuestionario:** Ingenieros civiles colegiados pertenecientes CD Lima.

**Duración:** De 10 a 15 minutos.

Ítems del cuestionario: El cuestionario consta de 17 ítems cada uno representa los temas materia de investigación y con cuatro dimensiones. El presente instrumento se ha utilizado la escala Likert con un rango de puntuación que oscila entre 1 y 5, donde 1 significa “muy desacuerdo” y 5 “muy de acuerdo”.

### 2.3.1. Recolección de datos

En la presente investigación para realizar la recolección de datos se aplica el instrumento de medición al Ingenieros civiles colegiados pertenecientes CD Lima.

**Tabla 1.**

*Distribución de los ítems del cuestionario.*

<b>DIMENSION</b>	<b>ITEMS</b>	<b>TOTAL, ITEMS</b>
Indice de vulnerabilidad	1.1,1.2,1.3,1.4.	4.00
Intensidad sísmica.	2.1,2.2,2.3,2.4.	4.00
Resistencia de materiales	3.1,3.2,3.3,3.4.	4.00
Edificaciones	4.1,4.2,4.3, 4.4.	5.00

Fuente: Elaboración propia

En este sentido los ítems están enmarcados por cuatro dimensiones las cuales son las siguientes: Indice de vulnerabilidad, intensidad sísmica, resistencia de materiales y edificaciones .

Es importante destacar que la población a tomar es de 20,491 ingenieros civiles colegiados pertenecientes CD Lima, mas según el muestreo no probabilísticos, este será de 20 ingenieros civiles colegiados.

### 2.3.2. Validación del instrumento

Según Hernández (2010), “La validez, en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir”. Debemos indicar que para Hernández et al. (2014) la validez, “es el grado en que un instrumento en verdad mide la variable que se quiere medir, de acuerdo con expertos en el tema” (p.204).

La validez del instrumento elaborado se utilizó la prueba del juicio de expertos, para obtener el coeficiente de validez de 91% de Aiken.

Experto	Cargo
Mg. Ing. Ricardo Oviedo Sarmiento	Gerente General

Figura 2 Juicios Expertos

Leyenda:

J1: Mg. Ing. Ricardo Oviedo Sarmiento

Tabla de matriz de validación de expertos en Anexos 07-08

### 2.3.3. Confiabilidad del método Alfa de Cronbach.

Según Hernández (2006), las preguntas (ítems) del instrumento de medición (cuestionario), “agrupados miden una misma variable y deben construir una escala para poder sumarse”, estas escalas deben demostrar sean confiables y medibles. Para este instrumento se usó el programa de análisis estadístico SPSS, el cual proporciona la medida de coherencia interna o Alfa de Cronbach (Hernández et al., 2006, p. 439).

Para evaluar la confiabilidad de las preguntas o ítems es común emplear el coeficiente de alfa de Cronbach, cuando se trata de alternativas de respuestas policotómicas, como las escalas tipo Likert.

A partir de varianzas, de alfa de Cronbach (desarrollado por J. L. Cronbach), el método de cálculo requiere una sola administración del instrumento de medición y se valoriza así:

Alfa de cronbach ( $\alpha$ )	Consistencia interna
>0.9	Excelente.
>0.8	Bueno.
>0.7	Aceptable.
>0.6	Cuestionable.
>0.5	Pobre.
< 0.5	Inaceptable.

Figura 3. Clasificación de consistencia interna

Fuente: Elaboración propia basado en Cortina (1993)

Alfa de cronbach ( $\alpha$ )	Consistencia interna
0.813	15
Fuente: Base de datos del SPSS	

Figura 4. Confiabilidad del instrumento

Fuente: Base de datos del SPSS

## 2.4. Procedimiento

### 2.4.1. Procedimiento del objetivo específico 1

#### A. Elección y ubicación de la zona de estudio

Para usar el método de Benedetti y Petrini que utilizamos en la presente investigación, mencionado en el Anexo 3, se debe definir una zona de estudio.

Se tuvo que elegir una zona de estudio para la presente investigación que en este caso fue una urbanización en el distrito de San Martín – Lima, por la facilidad y accesibilidad.

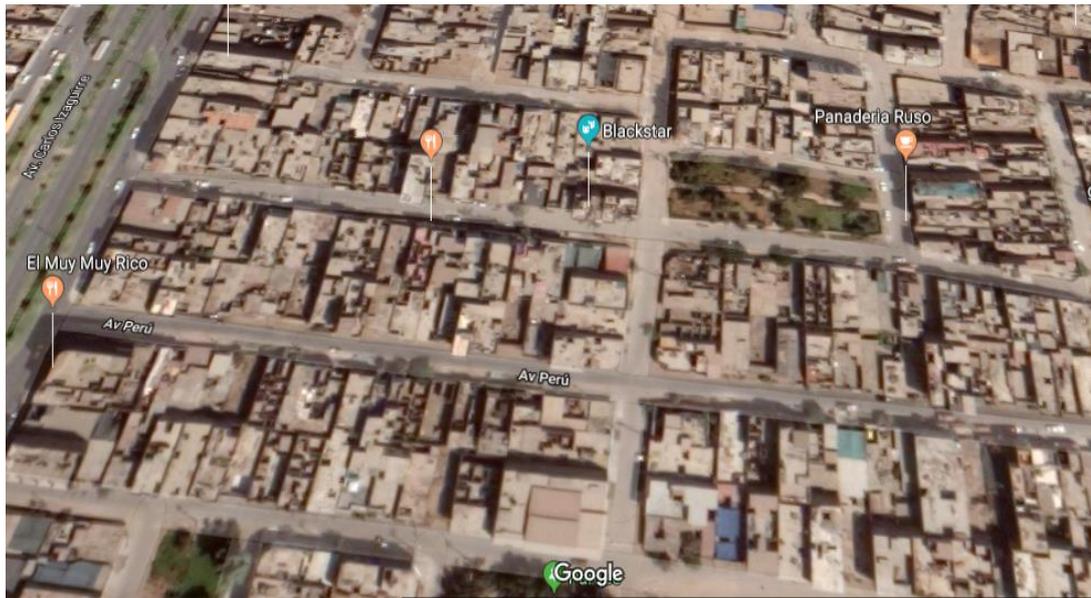


Figura 5 : Ubicación de las viviendas usadas para esta investigación.

## **B. Determinación de la muestra**

Según el método Feedback Networks, 2016, que utilizamos y mencionado en el Anexo 2.

### **TAMAÑO DE MUESTRA**

Según Feedback Networks, 2016, conocer el tamaño de la muestra a estudiar y para dar validez a la información obtenida se tendrán en cuenta el tipo de preguntas que se le harán al encuestado o entrevistado, serán sencillas, fáciles de entender y concisas.

Además, la calidad de las fotografías será en alta definición para asegurar la

identificación de las fallas y errores de las estructuras. También se demuestra la cantidad de viviendas encuestadas según el tamaño de muestra obtenido con la fórmula:

$$n = \frac{k^2 * p * q * N}{(e^2 * (N - 1)) + k^2 * p * q}$$

Donde:

**N:** Tamaño de la población o universo

**Z:** Constante que depende del nivel de confianza que asignemos. El nivel de confianza indica la probabilidad de que los resultados de nuestra investigación sean cierto.

**E:** Error muestral deseado. Este coeficiente es la diferencia que puede haber entre el resultado que obtenemos preguntando a una muestra de la población y el que obtendríamos si preguntáramos al total de ella.

**p:** es la proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio. Este dato es generalmente desconocido y se suele suponer que  $p=q=0.5$ , que es la opción más segura.

**q:** es la proporción de individuos que no poseen esa característica, es decir, es  $1-p$ .

**n:** tamaño de la muestra

**Tabla 2 :**

*Valor del nivel de confianza.*

K	1.15	1.28	1.44	1.65	1.96	2	2.58
75%	75%	80%	85%	90%	95%	95.5%	99%

Fuente : Elaboracion propia

Para la realización de la muestra se empleó la formula mencionada en el anexo 2, para poder determinar la cantidad de viviendas a analizar.

### C. Organización del trabajo de campo a través de encuestas

Según el método de Benedetti y Petrini que utilizamos y mencionado en el Anexo 3.

Para la realización de las encuestas, se llevó el documento de identidad para poder facilitar en cierta manera el proceso de encuesta en las viviendas. Dado la identificación respectiva no se tuvo problemas en realizar las encuestas debidas.

FICHA DE ENCUESTA				
<b>NOMBRE DEL PROPIETARIO / ENCUESTADO:</b>			N°	<input type="text"/>
<b>UBICACIÓN DE LA VIVIENDA</b>				
<b>1. Área total del terreno:</b>				
a) 10-50	b) 51-100	c) 101-150	d) 151-200	e) Más de 200 m <sup>2</sup>
<b>2. Cantidad de pisos:</b>				
a) 1	b) 2	c) 3	d) 4	e) Más de 4 pisos
<b>3. Tiempo de vida de la edificación:</b>				
a) 1-10	b) 11-20	c) 21-30	d) 31-40	e) Más de 40 años
<b>4. Asesoramiento técnico:</b>				
a) Sin diseño ni Supervisión técnica	b) Vivienda con diseño	c) Vivienda con diseño y Supervisión técnica		
<b>5: Planos de vivienda:</b>				
a) Si tiene	b) No tiene			
ESQUEMA DE LA VIVIENDA				

<b>HOJA DE OBSERVACIONES</b>		
	Nº	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
<b>UBICACIÓN</b>	<b>DAÑOS VISIBLES / FALLAS</b>	
<b>1. Pendiente del terreno:</b> a) Pendiente ligera <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/> b) Pendiente pronunciada <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	<b>10. Tabiquería sin viga solera</b> <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>  <b>11. Incorrecta unión muro techo</b> <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	
<b>2. Cimentación escalonada</b> <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	<b>12. Armaduras expuestas</b> <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	
<b>ESTRUCTURA</b>	<b>13. Cangrejeras:</b>	
<b>3. Sistema estructural:</b> a) Albañilería confinada <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/> b) Sistema aporticado <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	a) En vigas <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/> b) en columnas <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	
<b>4. Irregularidad vertical</b> <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	<b>14. Eflorescencia en muros</b> <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	
<b>5. Piso blando</b> <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	<b>15. Fisuración / agrietamiento:</b>	
<b>6. Irregularidad torsional</b> <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	a) Vigas <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/> b) Columnas <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/> c) Muros <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/> d) Losa <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	
<b>7. Irregularidad en planta</b> <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>		
<b>8. Columna corta</b> <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>		
<b>9. Sin junta sísmica</b> <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>		
<b>OBSERVACIONES</b>		
<b>16. Deformaciones:</b> <b>17. Incendio en la vivienda:</b> <b>18. Tipo de daño en la vivienda:</b> <b>19. Calidad de los materiales:</b> <b>20. Estado de observación de la vivienda:</b>		

Figura 6: Encuesta

## D. Obtención y recolección de datos

Según el método de Benedetti y Petrini que utilizamos y mencionado en el Anexo 3.

La obtención de estos datos se realizó de manera manual mediante fichas técnicas, fichas de observación, entrevistas a las viviendas asignadas.

## E. Análisis de la información

Según el método de Benedetti y Petrini que utilizamos y mencionado en el Anexo 3.

A partir del total de viviendas encuestadas, se elaboraron tablas donde se registró las irregularidades estructurales encontradas. Según esta información se determinó que algunos problemas son comunes en la mayoría de las viviendas encuestadas. Se resumió en tablas de resumen y gráficos de barras para verificar los resultados de los cálculos de vulnerabilidad sísmica.

### Tabla 3 :

*Resultados de encuesta.*

RESULTADOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	SU m
<b>1. AREA TOTAL DEL TERRENO:</b>									
a) 10-50									0
b) 51-100							X		1
c) 101-150					X	X			2
d) 151-200	X	X	X	X				X	5
e) mas de 200 m2									0
<b>2.CANTIDAD DE PISOS:</b>									
a) 1	X					X			2
b) 2					X		X		2
c) 3			X						1
d) 4		X		X				X	3
e) más de 4 pisos									0
<b>3.TIEMPO DE VIDA DE LA EDIFICACIÓN:</b>									

a) 1-10					X			X	2
b) 11-20	X					X		X	3
c) 21-30		X	X						2
d) 31-40							X		1
e) más de 40 años									0
<b>4. ASESORAMIENTO TÉCNICO:</b>									
a) Sin diseño ni supervisión técnica								X	1
b) Vivienda con diseño	X	X	X	X	X			X	6
c) Vivienda con diseño y supervisión técnica								X	1
<b>5. PLANOS DE LA VIVIENDA:</b>									
a) Si tiene	X	X	X	X	X		X	X	7
b) No tiene							X		1
<b>1. PENDIENTE DEL TERRENO:</b>									
a) Pendiente ligera	X	X	X	X	X	X	X	X	8
b) Pendiente pronunciada									0
<b>2. CIMENTACIÓN ESCALONADA</b>									
<b>3. SISTEMA ESTRUCTURAL:</b>									
a) Albañilería confinada	X	X	X	X	X	X	X	X	8
b) Sistema aporticado									0
<b>4. IRREGULARIDAD VERTICAL</b>									
<b>5. PISO BLANDO</b>									
<b>6. IRREGULARIDAD TORSIONAL</b>									
<b>7. IRREGULARIDAD EN PLANTA</b>									
<b>8. COLUMNA CORTA</b>									
<b>9. SIN JUNTA SÍSMICA</b>									
	X		X		X	X	X		5
<b>10. TABIQUERÍA SIN VIGA SOLERA</b>									
	X								1
<b>11. INCORRECTA UNIÓN MURO TECHO</b>									
<b>12. ARMADURAS EXPUESTAS</b>									
	X	X	X		X	X	X		6
<b>13. CANGREJERAS:</b>									
a) En vigas	X						X	X	3
b) En columnas		X					X		2
<b>14. EFLORENCIA DE MUROS</b>									
	X		X	X	X			X	5
<b>15. FISURAS / AGRIETAMIENTO:</b>									
a) Vigas					X				1
b) Columnas	X						X	X	3
c) Muros		X					X		2
d) Losa			X					X	2

## F. Cálculo y procesamiento de datos

Según el método de Benedetti y Petrini que utilizamos y mencionado en el Anexo 3.

**Método del índice de vulnerabilidad** esta metodología evalúa parámetros como el tipo y calidad de sistema resistente, posición del edificio, la cimentación, los elementos estructurales o el estado de conservación, con la finalidad de calificarlos con un valor numérico. En las tablas se muestran los once parámetros evaluados para la calificación de estructuras donde se tienen los coeficientes de calificación A (óptimo) a D (desfavorable) y a los factores  $K_i$  y  $W_i$  que se obtienen de manera subjetiva según la experiencia del investigador y de los datos reales obtenidos de eventos sísmicos. (Benedetti & Petrini, 1984).

El índice de vulnerabilidad global de cada edificio de mampostería no reforzada se evalúa utilizando la siguiente ecuación:

$$I_v = \sum_{i=1}^{11} K_i * W_i$$

*Ecuación 2: Calculo de índice de vulnerabilidad global.*

**Tabla 4:**

*Escala numérica del índice de vulnerabilidad de edificios de mampostería no reforzada (Benedetti & Petrini, 1984).*

I	Parámetro	KiA	KiB	KiC	KiD	Wi
1	Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1
2	Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25
3	Resistencia convencional	0	5	25	45	1.5
4	Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75
5	Diafragma Horizontales	0	5	15	45	1
6	Configuración en planta	0	5	25	45	0.5
7	Configuración en elevación	0	5	25	45	1
8	Separación máxima entre muros	0	5	25	45	0.25
9	Tipo de cubierta	0	15	25	45	1
10	Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25
11	Estado de conservación	0	5	25	45	1

A partir de la información recolectada en los pasos anteriores, se procede a elaborar el método de Benedetti y Petrini para poder hallar los índices de vulnerabilidad, mencionado en el anexo 3.

## 2.4.2. Procedimiento del objetivo específico 2

### A. Recolección de datos generales

Según la norma E 0.70 en el artículo 19.2.b, la densidad de muros.

**Densidad mínima de muros reforzados** Según el RNE (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014), la densidad mínima de muros portantes a reforzar en cada dirección del edificio se obtendrá mediante la siguiente expresión:

$$\frac{\text{Área de corte de los muros reforzados}}{\text{Área de la planta típica}} = \frac{\sum L * t}{A_p} \geq \frac{Z.U.S.N}{56}$$

*Ecuación 3: Densidad de muros portantes.*

Donde:

‘Z’, ‘U’ y ‘S’ corresponden a los factores de zona sísmica, importancia y de suelo, respectivamente, especificados en la NTE E.030 Diseño Sismorresistente.

‘N’ es el número de pisos del edificio.

‘L’ es la longitud total del muro (incluyendo columnas, si existiesen).

‘t’ es el espesor efectivo del muro

Se recolectaron los datos necesarios para la comprobación de la densidad de muros.

## B. Obtención de los planos de la vivienda o hacer un levantamiento.

Según el punto anterior, tenemos que tener la longitud de los muros.

Se pide al propietario si cuenta con los planos de la vivienda, en caso contrario se hace un levantamiento.

## C. Identificación de ejes, muros y medidas.

Según el punto 2.4.2.A, una vez obtenidos los planos se hace las mediciones necesarias.

Se identifican los ítems mencionados en este paso, ya sea en copia de los planos o levantamiento que se hizo.



Figura 7: Planos arquitectónico de la vivienda estudiada.

#### **D. Búsqueda de parámetros según norma e 0.30**

Según el procedimiento para densidad de muros, los factores ZUSN se encuentran en la norma E 0.30 Diseño Sismoresistente y se menciona en el Anexo 5.

Esta norma establece las condiciones mínimas para que las edificaciones diseñadas según sus requerimientos tengan un comportamiento sísmico acorde con los principios señalados (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014).

Existen ciertos parámetros y requisitos para el diseño sismorresistente que esta Norma plantea las cuales son:

**Zonificación** es el territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de estos con la distancia epicentral, así como en información neotectónica (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014).

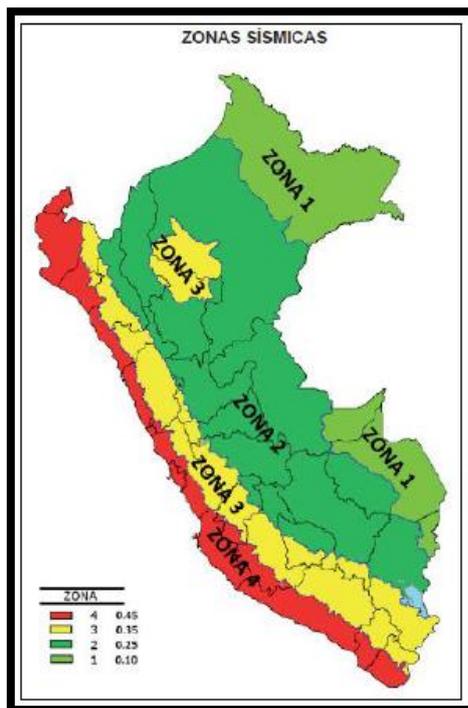


Figura 8 : Zonificación sísmica del peru.

Fuente: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, 2016.

**Condiciones geotécnicas** para los efectos de esta Norma, los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta las propiedades mecánicas del suelo, el espesor del estrato, el periodo fundamental de vibración y la velocidad de propagación de las ondas de corte (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014).

**Tabla 5:**

*Factor suelo.*

FACTOR DE SUELO "S"					
Zona	Suelo	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$
	$Z_4$		0,80	1,00	1,05
$Z_3$		0,80	1,00	1,15	1,20
$Z_2$		0,80	1,00	1,20	1,40
$Z_1$		0,80	1,00	1,60	2,00

**Categorías de las edificaciones** los datos que se usan en esta categoría son de acuerdo a la categoría de edificación correspondiente (Norma E. 030)

<b>CATEGORIA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR U</b>		
CATEGORIA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
	<p>A1: Establecimientos de salud del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el ministerio de salud.</p> <p>A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecimientos de salud comprendidos en la categoría A1.</li> <li>- Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones, estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía.</li> <li>- Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua.</li> </ul>	Ver nota 1
A Edificaciones Esenciales	<p>Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universales.</p> <p>Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes centros, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos.</p> <p>Edificios que almacenen archivos e información del estado.</p>	1.5
B Edificaciones Importantes	<p>Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios o que guarden patrimonios valiosos como museos y bibliotecas.</p> <p>También se consideraran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.</p>	1.3
C Edificaciones Comunes	<p>Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.</p>	1.0
D Edificaciones Temporales	<p>Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.</p>	Ver nota 2

Figura 9 : Categoría de las edificaciones.

Según la norma E 0.30 Diseño Sismorresistente se busca los factores ZUSN para poder usarlos en la densidad de muros.

**Tabla 6 :**

*Factores de ZUSN.*

Zona4	0.45
U=	1.00
S=	1.10
N=	2.00

Fuente : Elaboracion propia

### E. Análisis de densidad de muros

Para el procedimiento de densidad de muros mencionada en el punto 2.4.2.A.

Una vez obtenidos los datos de los pasos anteriores, se analiza la información obtenida según la norma E 0.70 Albañilería.

#### Primer Nivel

**Tabla 7 :**

*Densidad de muros del primer nivel en el eje X.*

N°	EJE X (t)	
	t= 0.13 m	t= 0.23 m
1x	1.35	
2x	1.48	
3x	3.3	
4x	1.6	
5x	3.3	
6x	1.6	
7x	1.25	
8x	2.75	
9x	3.8	
<b>SUMATORIA</b>	<b>20.43</b>	<b>0</b>

$$Dx = \frac{A * 0.13 + B * 0.23}{Ap} = 0.0315$$

**Tabla 8 :**

*Densidad de muros primer nivel eje Y.*

N°	EJE Y (t)	
	t= 0.13 m	t= 0.23 m
1Y	3.3	
2Y	2.25	
3Y	1.49	
4Y	1.2	
5Y	2.25	
6Y	6.35	
7Y	7.7	
<b>SUMATORIA</b>	<b>24.54</b>	<b>0</b>

$$Dy = \frac{A * 0.13 + B * 0.23}{Ap} = 0.0378$$

### Segundo Nivel

**Tabla 9 :**

*Densidad de muros segundo nivel eje X.*

N°	EJE X (t)	
	t= 0.13 m	t= 0.23 m
1x	1.35	
2x	1.48	
3x	3.3	
4x	1.6	
5x	3.3	
6x	1.6	
7x	1.25	
8x	2.75	
9x	3.8	
<b>SUMATORIA</b>	<b>20.43</b>	<b>0</b>

$$Dx = \frac{A * 0.13 + B * 0.23}{Ap} = 0.0340$$

**Tabla 10 :**

*Densidad de muro segundo nivel eje Y.*

N°	EJE Y (t)	
	t= 0.13 m	t= 0.23 m
1Y	3.3	
2Y	2.25	
3Y	1.49	
4Y	1.2	
5Y	2.25	
6Y	6.35	
7Y	7.7	
<b>SUMATORIA</b>	<b>24.54</b>	<b>0</b>

$$Dy = \frac{A * 0.13 + B * 0.23}{Ap} = 0.0408$$

**F. Verificación si cumple con la norma**

Según la norma E 0.70 en el artículo 19.2.b, verificamos la densidad de muros.

Usando los parámetros que mencionan en la norma E 0.30 Diseño Sismoresistente, se procede a verificar si la densidad de muros cumple con lo mencionado en la norma E 0.70 Albañilería.

**Tabla 11 :**

*Verificacion de densidad de muros con la norma del primer y segundo nivel.*

---



---

$C = \frac{Z * U * N * S}{56}$					$C < D_x \wedge C < D_y$
					<b>EJE X</b>
0.01767857	<			0.031505338	<b>SI CUMPLE</b>
					<b>EJE Y</b>
0.01767857	<			0.037843416	<b>SI CUMPLE</b>
$C = \frac{Z * U * N * S}{56}$					$C < D_x \wedge C < D_y$
					<b>EJE X</b>
0.017678571	<			0.033954232	<b>SI CUMPLE</b>
					<b>EJE Y</b>
0.017678571	<			0.040784965	<b>SI CUMPLE</b>

---

### 2.4.3. Procedimiento del objetivo específico 3

#### A. Reducir la vulnerabilidad sísmica

EVALUACION PARA DIAGNOSTICO DE VIVIENDA				
Elemento Estructural	Instrumento / Ensayo	Numero de ensayos mínimos por sección de concreto cuestionado - Norma ASTM C-805 / ASTM C-42	Valores Mínimos por Norma E 0.60 Concreto Armado - Cap 21 - 21.3.2 Resistencia mínima del concreto	Valor Resultante del Ensayo
Columnas	Esclerometro	10	21 Mpa = 210 Kg/Cm <sup>2</sup>	>= 210 Kg/cm <sup>2</sup> < 210 Kg/cm <sup>2</sup>
	Diamantina	3	21 Mpa = 210 Kg/Cm <sup>2</sup>	>= 210 Kg/cm <sup>2</sup> < 210 Kg/cm <sup>2</sup>
Vigas	Esclerometro	10	21 Mpa = 210 Kg/Cm <sup>2</sup>	>= 210 Kg/cm <sup>2</sup> < 210 Kg/cm <sup>2</sup>
	Diamantina	3	21 Mpa = 210 Kg/Cm <sup>2</sup>	>= 210 Kg/cm <sup>2</sup> < 210 Kg/cm <sup>2</sup>
Losas	Esclerometro	10	21 Mpa = 210 Kg/Cm <sup>2</sup>	>= 210 Kg/cm <sup>2</sup> < 210 Kg/cm <sup>2</sup>
	Diamantina	3	21 Mpa = 210 Kg/Cm <sup>2</sup>	>= 210 Kg/cm <sup>2</sup> < 210 Kg/cm <sup>2</sup>
Cimentacion	Diamantina	3	21 Mpa = 210 Kg/Cm <sup>2</sup>	>= 210 Kg/cm <sup>2</sup> < 210 Kg/cm <sup>2</sup>

Fuente : Elaboracion Propia

- Para los casos que el resultado del ensayo salga menor al que indica la norma, se sugiere hacer un reforzamiento siempre y cuando sea un especialista el que lo desarrolle.
- Para los casos que el resultado del ensayo salga igual o mayor al que indica la norma, no es necesario un reforzamiento.
- Para ambos casos, en caso se requiera alguna ampliación y/o remodelación, seguir las siguientes indicaciones:

#### A.1. Recomendaciones y consideraciones en la compra y uso de materiales

##### A.1.1. Cemento

- Verificar que el peso de la bolsa sea 42.5 kg (cualquier marca).
- Verificar que el cemento no presente grumos.
- No es conveniente comprar el cemento con más de dos semanas de anticipación.

- Durante su almacenamiento, debe estar protegido para que mantenga sus propiedades. Por eso, hay que cubrirlo para que no esté expuesto a la humedad y aislarlo del suelo colocándolo sobre una tarima de madera.
- La altura máxima que se debe alcanzar al apilar el cemento es de 10 bolsas, para evitar que las bolsas inferiores se compriman y endurezcan.
- El tiempo máximo de almacenamiento recomendable en la obra es de un mes. Antes de usarse, se debe verificar que no se hayan formado grumos. Si los hubiera, el cemento se podrá usar, siempre y cuando puedan deshacerse fácilmente comprimiéndolos con la yema de los dedos.

#### **A.1.2. Arena gruesa / Arena Fina**

- Verificar que esté libre de materia orgánica (raíces, tallos, excrementos, etc), polvo o sales.
- Revisar que no tenga una apariencia muy oscura.
- No debe comprarse arena de mar.
- La arena gruesa debe estar libre de polvo, de sales o de materia orgánica (raíces, tallos, excrementos, etc.). En consecuencia, es recomendable comprarla en canteras conocidas, y una vez que llegue a la obra, debe almacenarse en zonas limpias y libres de desperdicios.
- Cuando se utilice en la mezcla para asentar ladrillos, debe estar seca antes de su uso. Así impedirá que al entrar en contacto con el cemento se inicie la fragua (endurecimiento de la mezcla) antes de tiempo.
- La arena fina debe estar seca antes de preparar la mezcla, no debe mojarse antes de su uso. Esto impediría una buena mezcla y, al contacto con el cemento, se iniciaría la fragua antes de tiempo.

### **A.1.3. Piedra chancada**

- Debe tener una consistencia dura.
- No debe tener arcilla, polvo ni barro.
- El tamaño máximo debe ser 1/2", 3/4".
- Antes del mezclado, es recomendable humedecerla para limpiarla del polvo y para evitar que absorba agua en exceso.

### **A.1.4. Ladrillos**

- Comprar ladrillo de marca los cuales cumplen con las normas.
- Verificar las dimensiones del ladrillo:
  - a. Ladrillo King Kong: 9 cm de alto, 13 cm de ancho y 24 cm de largo.
  - b. Ladrillo Pandereta: 10 cm de alto, 12 cm de ancho y 23 cm de largo.
  - c. Ladrillo Techo: 15 cm de alto, 30 cm de ancho y 30 cm de largo.
- Revisar que no presenten rajaduras, que no tengan una coloración muy clara o muy oscura, puede ser signo de estar crudos o muy cocidos. (indicador de baja resistencia)
- No deben presentar manchas blancas. (indicador de salitre)

### **A.1.5. Acero**

- Revisar que presente corrugas (acero corrugado)
- Revisar que la longitud sea de 9m.
- Revisar que las varillas no estén oxidadas.
- Revisar que el grosor de las varillas corresponda con el diámetro que se requiere.

- Cuando almacene el acero, debe evitar que tenga contacto con el suelo. Se le debe proteger de la lluvia y de la humedad para evitar que se oxide, cubriéndolo con bolsas de plástico.
- Las barras de acero corrugado una vez dobladas no deben enderezarse, porque las barras solo se pueden doblar una vez. Si hay un error desechar el material.
- No se debe soldar las barras para unir las. El soldado altera las características del acero y lo debilita.
- Un fierro oxidado no puede ser utilizado cuando sus propiedades de resistencia y de peso se ven disminuidas. Para determinar si podemos utilizar el fierro debemos seguir los siguientes pasos: si y solo si...
  - a. Verificar que el óxido es superficial solamente.
  - b. Limpiar el óxido con una escobilla o lija y comprobar el punto anterior.

#### **A.1.6. Agua**

- El agua debe ser limpia, libre de impurezas, fresca, sin olor, color ni sabor, es decir, debe ser agua potable.
- No debe presentar espuma cuando se agita.
- No debe utilizarse en otra cosa antes de su empleo en la construcción.
- El agua de mar no es apropiada para la reparación del concreto debido a que las sales que contiene pueden corroer el fierro.

### **A.1.7. Hormigón**

- Hay que tener cuidado que las proporciones de arena, piedra y agua, cumplan con las características antes mencionadas.
- La proporción de los materiales para la mezcla debes ser dadas por un especialista.

### **A.1.8. Mortero**

- Para mortero de asentado de ladrillos.
  - a. se usa para pegar los ladrillos y levantar los muros. La mezcla se hace con cemento, arena gruesa y agua.
  - b. Se recomienda que las juntas verticales y horizontales entre ladrillos tenga como mínimo 1 cm y como máximo 1.5 cm. También deben ser uniformes.
- Para mortero de tarrajeos.
  - a. se usa en tarrajeos de muros y los cielos rasos. La mezcla se hace con cemento, arena fina y agua.
  - b. Se recomienda que como mínimo la capa de tarrajeo debe tener 1 cm.

## **A.2. Construcción de elementos**

### **A.2.1. Muros**

- Los planos consideran la cantidad adecuada de muros en las dos direcciones.
- Para la preparación de los materiales.
  - a. Los ladrillos deben humedecerse antes de su colocación en obra, con lo cual se reduce la capacidad de succión que tiene el material y se evita

- que el mortero pierda agua al ponerse en contacto con él. De esta manera, se logra una mayor adherencia entre el mortero y el ladrillo.
- b. Es recomendable regarlos durante media hora, de ser posible el día anterior a la jornada de trabajo, antes de asentarlos.
  - c. La mezcla de cemento y arena debe hacerse en seco. Luego, esta mezcla se coloca en una batea donde se agrega agua suficiente hasta que sea trabajable.
- Para la construcción del muro.
- a. Verificación y rectificación del trazo donde pasara el muro a levantar.
  - b. Emplantillado, es la primera hilera de ladrillos colocados sobre la superficie.
  - c. Colocación de ladrillos maestros, estos son los ladrillos que se colocan a los extremos del muro a levantar.
  - d. Colocación del mortero horizontal, se coloca en el sobrecimiento o hilada inferior de ladrillos, con un espesor entre 1 cm y 1.5 cm.
  - e. Colocación del ladrillo, se procede a poner la siguiente hilada, ladrillo por ladrillo y presionando ligeramente.
  - f. Colocación del mortero vertical, una vez asentado la hilada de ladrillos, se introduce la mezcla en las juntas verticales, rellenando de forma uniforme las juntas.
  - g. Colocación de mechas, se pondrán estas mechas en muros que no terminen de forma dentada, compuestas por varillas de 6 mm de diámetro, que penetren por lo menos 40 cm al interior de la albañilería y 12.5 cm al interior de la columna, terminando en un gancho de longitud de 10 cm. Estas mechas deben adicionarse cada 3 hiladas.

- h. Control y verificación, se utilizará una plomada o un nivel de mano para ver la verticalidad.
- i. Alturas máximas por jornada, no se superará el 1.2 m de altura.
- j. El asentado de ladrillo hasta 1.3 m, se hace parado en el suelo. Para continuar la construcción por encima de esa altura, se requiere de una plataforma de madera sobre caballetes, de modo que sobre ella se pueda colocar los materiales y permita pararse para completar el muro hasta la altura del techo.
- k. No se debe utilizar ladrillos pandereta para la construcción de los muros portante.

### **A.2.2. Columnas**

- Según el tipo de estructura que se emplee en una edificación, las columnas cumplen diferentes funciones. En una casa, hecha con Albañilería Confinada, las columnas cumplen la función de “amarrar” los muros de ladrillo.
- Encofrado de columnas, una vez levantado el muro, se arman los encofrados de las columnas. Éstos servirán de molde durante el vaciado del concreto, dándole las formas y las dimensiones que se especifican en los planos.
- Es recomendable almacenar los encofrados en lugares secos y ventilados. No olvidar limpiarlos luego de haberlos utilizado, esto evitará que se arqueen.
- En el caso que se esté encofrando una columna que colinda con el muro de una propiedad vecina, deberá colocarse una plancha de tecknopor para conservar la separación entre las dos propiedades. Esta separación es de

mucha importancia, pues permitirá que durante un sismo nuestra vivienda se mueva de forma independiente sin chocar con la vivienda vecina.

- Antes de efectuar el vaciado del concreto, se deberá humedecer la base de la columna con agua y las paredes del encofrado con petróleo.
- El vaciado del concreto debe hacerse de manera continua hasta acabar con la mezcla. Durante este proceso, el concreto debe compactarse adecuadamente. Para esto debe utilizarse una vibradora, si no se cuenta con este equipo, se puede hacer mediante el “chuzo manual”, utilizando un fierro de construcción. Asimismo, se debe golpear el encofrado con el martillo.
- Al día siguiente, se puede proceder al desencofrado de la columna e inspeccionar su superficie. Se debe verificar que no existan cangrejeras y si hubiera alguna, se deberá proceder a repararla inmediatamente.
- Finalmente, se iniciará el curado, el cual se debería prolongar por lo menos durante 7 días. El proceso de curado consiste en regar con agua la columna, manteniéndola húmeda.

### **A.2.3. Escaleras**

- Las escaleras contarán con un máximo de diecisiete pasos entre un piso y otro. Si el número es mayor, se deberá intercalar un descanso que tendrá como mínimo 0.90 m de longitud.
- En cada tramo de escalera, los pasos y los contrapasos serán uniformes, debiendo cumplir con un mínimo de 25 cm para los pasos y un máximo de 18 cm para los contrapasos.

- Luego, se encofran los contrapasos, usando tablas de 1 ½” de espesor que tengan un largo igual al ancho de la escalera.
- Luego se procede a la colocación del fierro de escalera según detalle de planos.
- El concreto a usarse deberá ser de la misma calidad que el de las columnas y el de los techos.
- Antes de iniciar el vaciado, se deberá humedecer con agua el encofrado, esto evitará que la madera seca absorba el agua del concreto.
- El concreto se debe empezar a vaciar por la parte más baja y debe terminarse por la parte superior.
- El vaciado debe hacerse de manera continua hasta terminar toda la escalera. Durante este proceso debe compactarse el concreto con una vibradora. En caso de no contar con una, se chuzará con una varilla de acero.
- El desencofrado debe hacerse después de 7 días, tiempo durante el cual debemos mojar el concreto con bastante agua para evitar rajaduras y garantizar el buen desarrollo de la resistencia.

#### **A.2.4. Techos**

- El techo es la parte culminante de la estructura de la vivienda. Se encarga de mantener unidas las columnas, las vigas y los muros, así como la de transmitir el peso de la estructura a éstos. Los techos están compuestos por vigas y losas.
- Las vigas pueden ser de tres tipos: de confinamiento, que van apoyadas sobre los muros; peraltadas, cuyo espesor es mayor al de la losa de techo; y

chatas, cuyo espesor es igual al del techo.

- Encofrados de vigas.
- Colocación de fierros en vigas
- Encofrado de losa aligerada.
- Colocación de viguetas y ladrillo de techo.
- Instalaciones sanitarias y eléctricas que pasaran por la losa aligerada.
- Encofrado de frisos.
- Vaciado de concreto en techo, antes de colocar el concreto en la losa, se debe verificar que la ubicación de los fierros, de las tuberías de electricidad, de agua y de desagüe, se encuentren en buen estado y de acuerdo a lo establecido en los planos.
- Posteriormente, se debe humedecer el encofrado de las vigas y los ladrillos de techo, para que no absorban el agua del concreto.
- Durante el vaciado se debe llenar primero las vigas y viguetas, y luego la losa superior hasta cubrir una altura de 5 cm. Para una buena compactación del concreto, se debe usar un vibrador mecánico o chucear la mezcla con una barra de construcción.
- Es importante tener en cuenta que el proceso de vaciado es continuo. Eso quiere decir, que no se debe postergar el trabajo cuando ya se inició.
- Finalmente, la losa de techo debe quedar lo más nivelada posible. Esta operación se hace pasando una regla de madera o de aluminio sobre la superficie.
- Debido a la gran superficie expuesta al aire, una losa de concreto es muy susceptible a fisurarse, debido a la contracción por temperatura en estado todavía fresco. La mejor manera de evitar este problema, es mediante el

mojado con agua. Éste se debe iniciar unas horas después del vaciado y debe prolongarse los 7 días posteriores. Esto evitará las rajaduras y hará que el concreto alcance su resistencia definitiva.

- Para evitar que el agua se escurra por los bordes de la superficie, se recomienda colocar arena fina en estos bordes, a manera de una barrera. A este procedimiento se le conoce con el nombre de curado con arrocetas.

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

En este presente capítulo se muestran los principales resultados de las encuestas que se realizaron para esta tesis de investigación descriptiva que fue desarrollada en la asociación de vivienda San Francisco – San Martin de Porres.

### 3.1. Resultados del procedimiento del objetivo específico 1.

#### 3.1.1. Encuestas

**Área total del terreno,** las encuesta realizada indica que el 63% de las viviendas encuestadas tienen un área construida entre 151 y 200 m<sup>2</sup>, 12% viviendas entre 51 y 100 m<sup>2</sup>, finalmente el 25% de viviendas entre 101 y 150 m<sup>2</sup>.

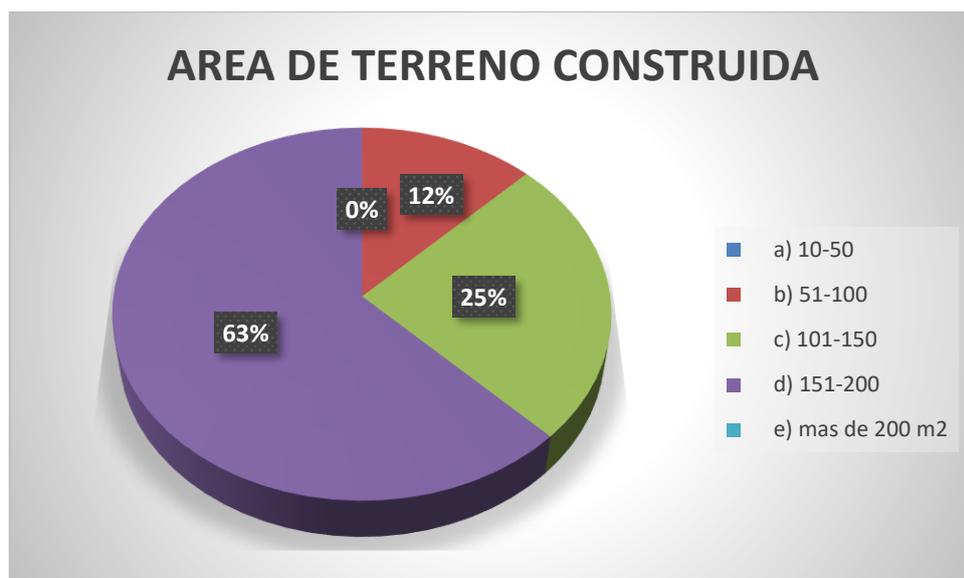


Figura 11 : Area de terreno construida.

**Cantidad de pisos,** según la encuesta realizada el 38% de viviendas son de 4 pisos, el 12% de viviendas son de 3 pisos, el 25% de viviendas son de 2 pisos y finalmente el 25% de viviendas son más de 1 piso.

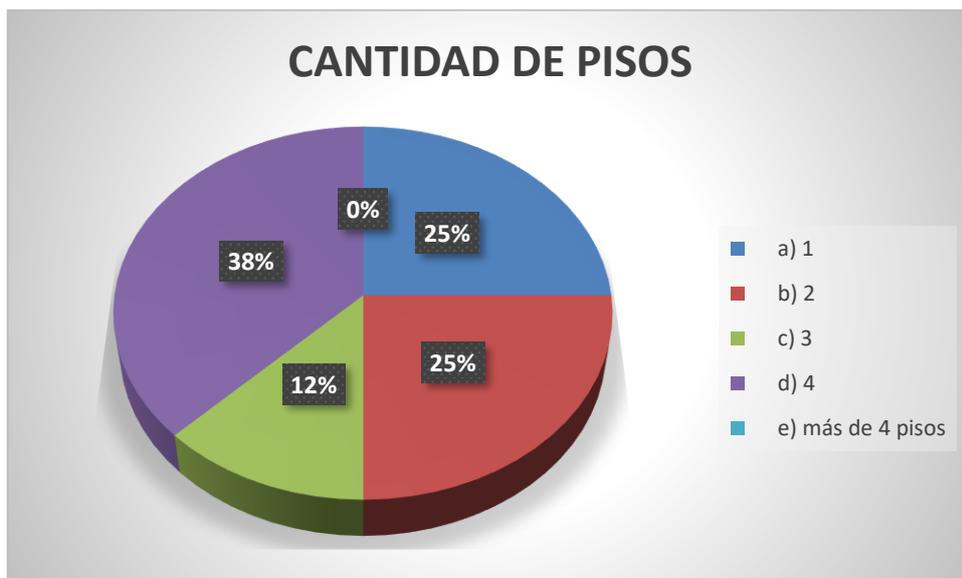


Figura 11 : Cantidad de pisos.

**Tiempo de vida de la edificación**, de acuerdo con las encuestas el 37% de las viviendas tiene entre 11 y 20 años de vida, 25% de las viviendas tiene entre 1 y 10 años de vida, el 25% de las viviendas tiene entre 21 y 30 años de vida y finalmente el 13% de las viviendas tiene entre 31 y 40 años de vida.

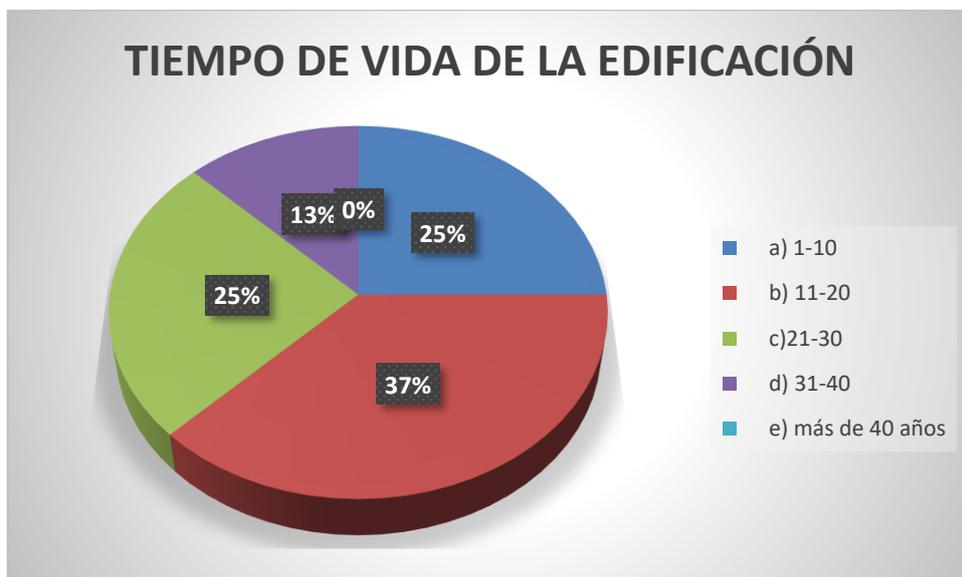


Figura 12 : Tiempo de vida de la edificación.

**Asesoramiento técnico**, por la encuesta realizada el 75% de las viviendas construidas fueron con diseño, el 12% de las construcciones fueron sin diseño ni supervisión térmica y el 13% de las construcciones fueron con diseño y supervisión técnica.

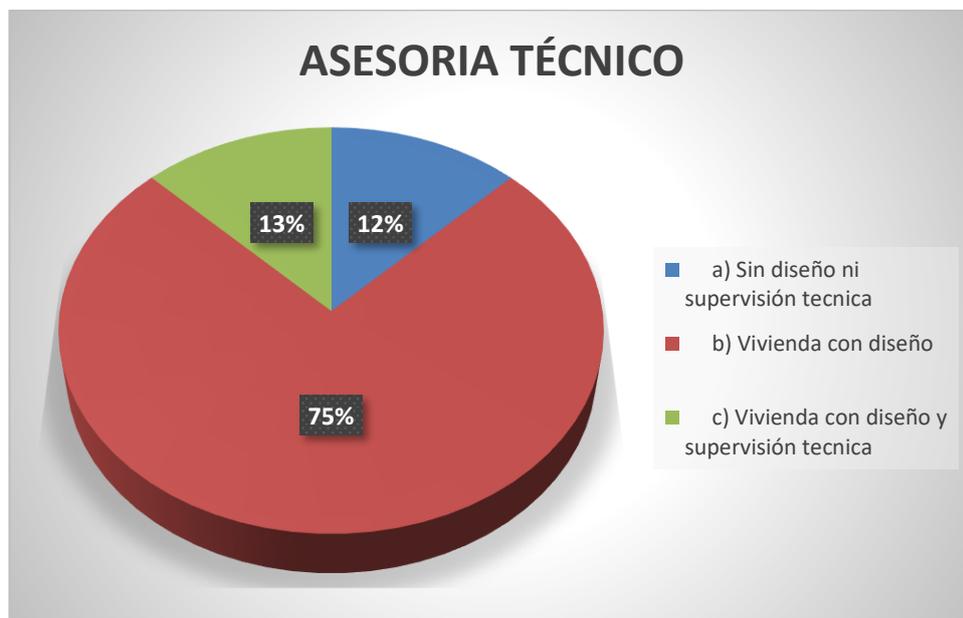


Figura 13 : Asesoría técnico

**Planos de vivienda**, el 87% de las viviendas fueron construidas con planos y el 13% fueron construidas sin plano.

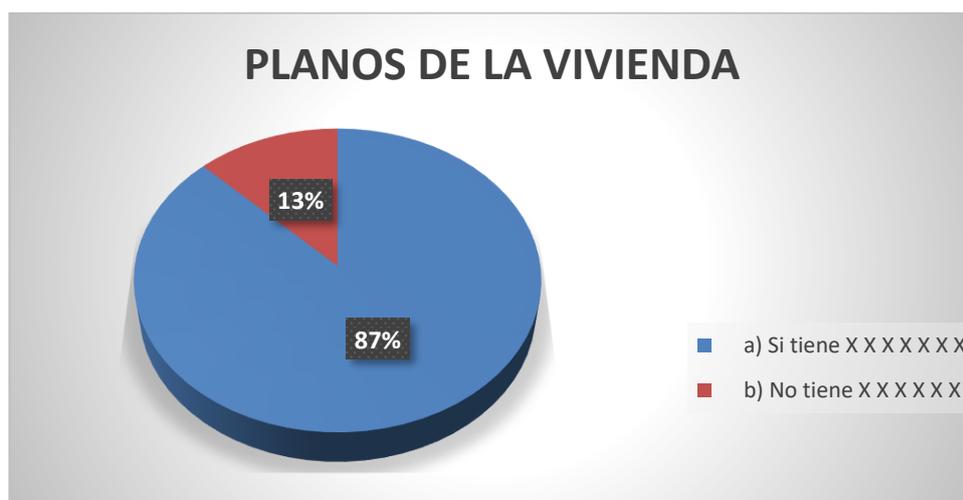


Figura 14 : Planos de la vivienda.

**Sistema estructural**, según la encuesta realizada el 100% de las viviendas tienen un sistema estructural de albañilería confinada y el 0% de las viviendas tiene un sistema estructural aporticado.

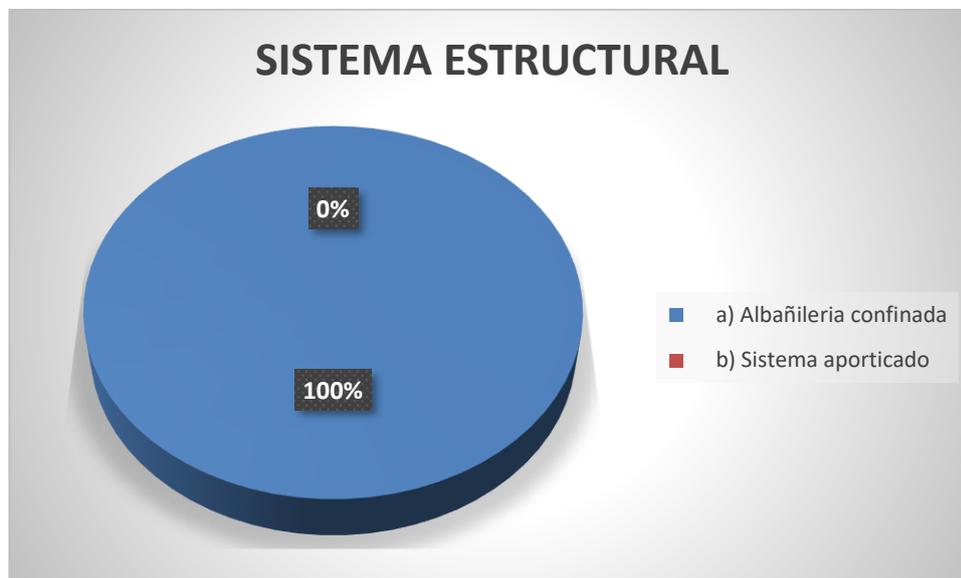


Figura 15 : Sistema estructural.

**Fisuras y agrietamientos**, Los resultados mediante la encuesta fueron que el 25% de las viviendas presentan fisuras y agrietamientos en losas, el 25% presentan fisuras en muros, el 38% presentan en columnas y finalmente el 12% en vigas.

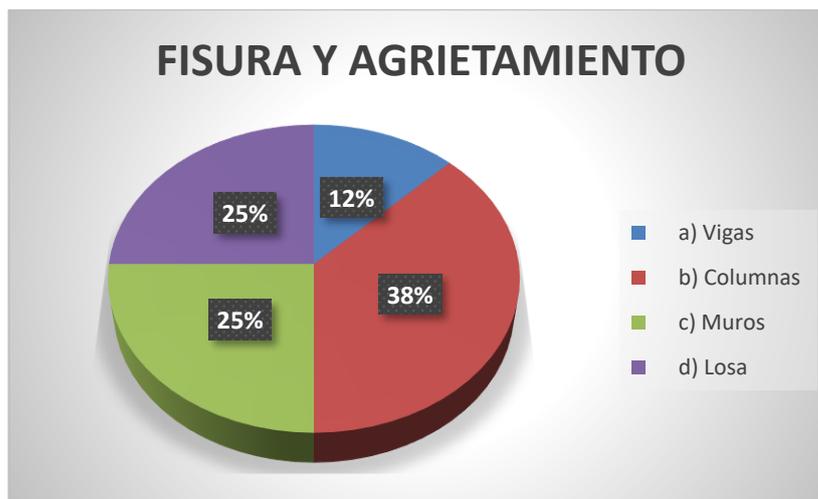


Figura 16 : Fisura y agrietamiento.

## Tabla de resultados de las fichas de encuesta y observación

**Tabla 1 :**

*Resultados de fichas de encuestas y observación.*

RESULTADOS										
	1	2	3	4	5	6	7	8	sum	
<b>1. AREA TOTAL DEL TERRENO:</b>										
a) 10-50										0
b) 51-100								X		1
c) 101-150					X	X				2
d) 151-200	X	X	X	X				X		5
e) más de 200 m <sup>2</sup>										0
<b>2.CANTIDAD DE PISOS:</b>										
a) 1	X					X				2
b) 2					X		X			2
c) 3			X							1
d) 4		X		X				X		3
e) más de 4 pisos										0
<b>3.TIEMPO DE VIDA DE LA EDIFICACIÓN:</b>										
a) 1-10				X				X		2
b) 11-20	X						X			2
c) 21-30		X	X		X					3
d) 31-40						X				1
e) más de 40 años										0
<b>4. ASESORAMIENTO TÉCNICO:</b>										
a) Sin diseño ni supervisión técnica						X				1
b) Vivienda con diseño	X	X	X	X	X		X			6
c) Vivienda con diseño y supervisión técnica								X		1
<b>5. PLANOS DE LA VIVIENDA:</b>										
a) Si tiene	X	X	X	X	X		X	X		7
b) No tiene						X				1
<b>1. PENDIENTE DEL TERRENO:</b>										0
a) Pendiente ligera	X	X	X	X	X	X	X	X		8
b) Pendiente pronunciada										0
<b>2. CIMENTACIÓN ESCALONADA</b>										
<b>3. SISTEMA ESTRUCTURAL:</b>										
a) Albañilería confinada	X	X	X	X	X	X	X	X		8
b) Sistema a porticado										0
<b>4. IRREGULARIDAD VERTICAL</b>										
<b>5. PISO BLANDO</b>										
<b>6. IRREGULARIDAD TORSIONAL</b>										
<b>7. IRREGULARIDAD EN PLANTA</b>										
<b>8. COLUMNA CORTA</b>										
<b>9. SIN JUNTA SÍSMICA</b>	X		X		X	X	X			5
<b>10. TABIQUERÍA SIN VIGA SOLERA</b>	X									1
<b>11. INCORRECTA UNIÓN MURO TECHO</b>										
<b>12. ARMADURAS EXPUESTAS</b>	X	X	X		X	X	X			6
<b>13. CANGREJERAS:</b>										
a) En vigas	X					X	X			3
b) En columnas		X				X				2
<b>14. EFLORENCIA DE MUROS</b>	X		X	X	X			X		5
<b>15. FISURAS / AGRIETAMIENTO:</b>										
a) Vigas					X					1
b) Columnas	X					X	X			3
c) Muros		X				X				2
d) Losa			X					X		2

### 3.1.2. Análisis de vulnerabilidad sísmica

Valoración de los parámetros, tomando la vivienda encuestada número 01.

#### **Organización del sistema resistente**

En este parámetro se evalúa la calidad del proceso constructivo, verificando el correcto confinamiento del muro, la presencia de columnas y vigas de amarre en muros y parapetos. En el caso de la vivienda es de albañilería confinada en toda la primera planta por lo tanto se toma la calificación **A**.

#### **Calidad del sistema resistente**

Se evalúa la calidad de los materiales de construcción (ladrillo, acero, concreto, etc.).

Se calificó como **B** debido que presenta albañilería de buena calidad con mortero pero con unidades de albañilería no muy homogéneas esto porque fue construida sin mano de obra calificada.

#### **Resistencia convencional**

En este punto se busca evaluar la relación entre los esfuerzos resistentes y los esfuerzos actuantes de la estructura en cada uno de los sentidos del sismo mediante la siguiente fórmula:

$$F_s = \frac{V_R}{V_A}$$

*Ecuación 4: Referencia convencional.*

$$V_R = A_x * \text{Esfuerzo cortante ladrillo}$$

*Ecuación 5: Cortante de los muros.*

$$V_A = \frac{Z*U*C*S}{R} \left[ (A_1 + A_2) * 1 \text{ ton}/m^2 \right]$$

*Ecuación 6: Fuerza basal actuante.*

Donde:

$V_R =$  Cortante residente de los muros

$V_A =$  Fuerza basal actuante

Esfuerzo cortante del ladrillo = 30 ton/m<sup>2</sup>

Ax = Área resistente en sentido del sismo x = 3.58 m<sup>2</sup>

Z: Factor de zona sísmica = 0.45

U: Factor de uso = 1

C: Factor de amplificación sísmica = 2.5

S: Factor suelo = 1

R: Coeficiente de reducción sísmica = 3

A1: Área del primer nivel = 160 m<sup>2</sup>

A2: Área del primer nivel = 0 m<sup>2</sup>

$$V_R = 3.58 * 30 \frac{\text{ton}}{m^2} = 107.40 \text{ ton}$$

$$V_A = \frac{0.45 * 1 * 2.5 * 1}{3} \left[ (160 + 0) * 1 \text{ ton}/m^2 \right] = 60 \text{ ton}$$

Finalmente hallamos la resistencia convencional.

$$F_s = \frac{V_R}{V_A} = \frac{107.40}{60} = 1.74$$

La resistencia convencional es mayor a 1.0 por lo que el valor del parámetro será **A**.

El área resistente para los sentidos X e Y se halla relacionando los lados de la estructura y multiplicando por el 5% del área total, la relación se usó por la aproximación de las viviendas que se pudieron medir.

La metodología usada busca datos numéricos para poder evaluar y calificar el comportamiento de la estructura en análisis, por lo que se cree no es necesario desarrollar a fondo el análisis de las cortantes para hallar datos más exactos.

### **Posición del edificio y cimentación**

La evaluación de este parámetro se basa en la ubicación de la estructura, el tipo de pendiente que presenta el terreno en el que está construida y la calidad de la cimentación.

La vivienda analizada tiene la cimentación sobre terreno estable con pendiente inferior al 10% por lo que esto conlleva a calificar en el parámetro **A**.

### **Diafragmas horizontales**

En este parámetro se busca fundamentalmente la evaluación de dos aspectos, que la rigidez del diafragma en el plano sea superficie y que las conexiones entre diafragma y los elementos verticales sean adecuadas.

La vivienda no tiene ningún desniveles en las losas y su conexión muro-diafragma es eficaz así que éste parámetro se calificará con **A**.

### **Configuración en planta**

Para este punto se consideró la medida total de la dirección “Y” de la estructura mientras que la dirección “X” se seleccionó dos medidas en el plano.

$$L_y = 20m \quad a = 3.6m \quad b = 3.85m$$

- $\frac{a}{L} = \frac{3.6m}{20m} = 0.18$
- $\frac{b}{L} = \frac{3.85m}{20m} = 0.19$

El valor de la división entre la longitud de la dirección “X1” y la dirección “Y” es menor que 0.4 (D) y el valor la división entre la longitud de la dirección “X2” y la dirección “Y” se encuentra entre 0.1 y 0.2 (B), para lo cual se elegirá la calificación más baja. El parámetro se calificará con D.

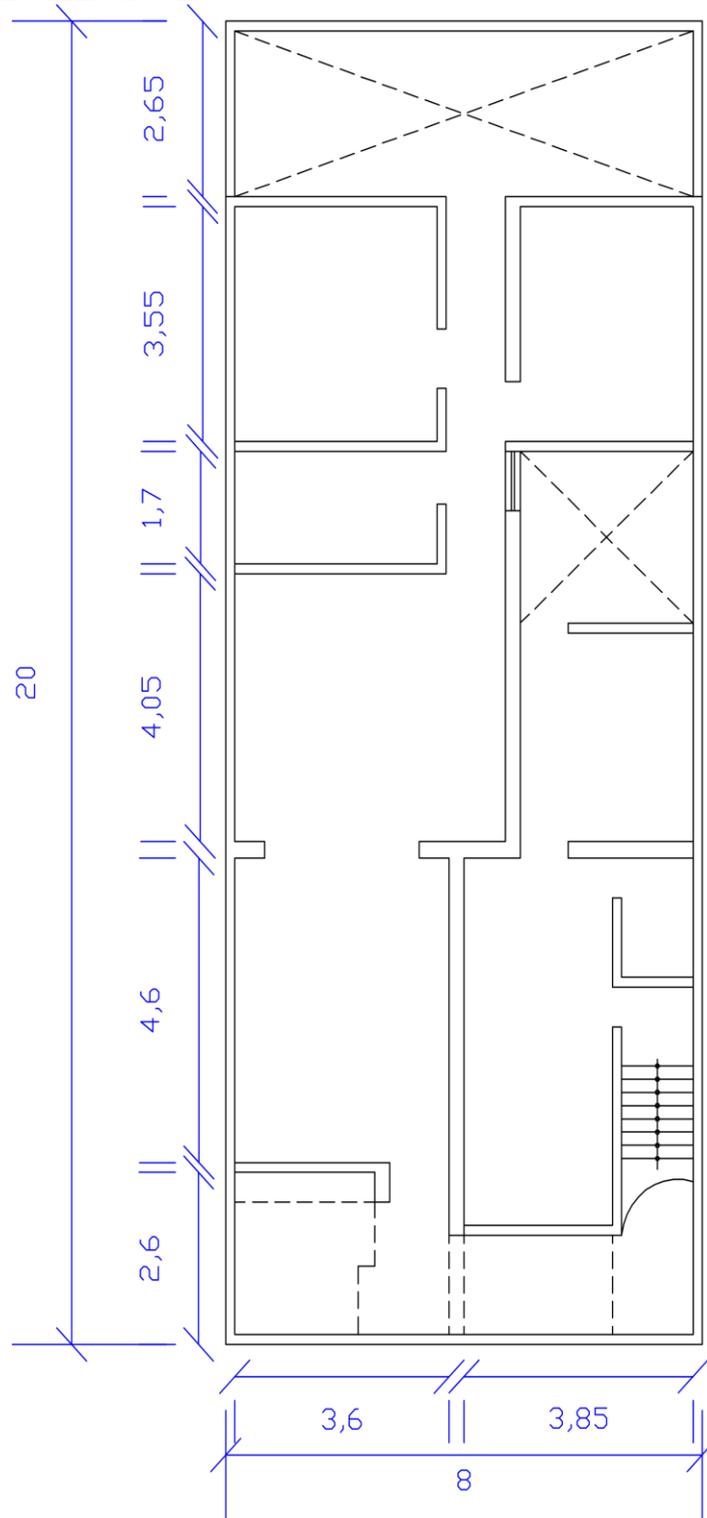


Figura 17 : Plano del primer piso de la vivienda a estudiar su índice de vulnerabilidad.

### Configuración en elevación

Se determina la irregularidad con la variación de masa en porcentaje  $\pm\Delta M/M$  entre dos pisos sucesivos, pero en el caso de la vivienda analizada es solo de un piso y que el área por construir en el segundo piso es menor al primer piso.

La calificación de esta vivienda en este parámetro es de **A**, ya que la  $-\Delta M/M$  es menos al 10%.

### Separación máxima entre los muros

Este parámetro seleccionaremos las distancias en ambas direcciones "X", "Y" donde se relacionaran las distancias máximas entre muros y su espesor del muro al que son tangenciales.

Sentido "X"

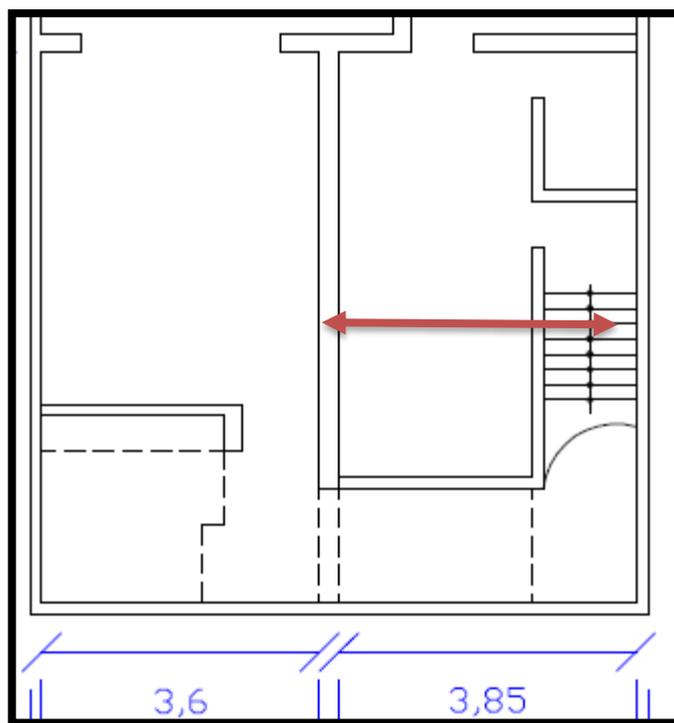


Figura 18 : Sección del plano en dirección X.

$$L = 3.85 \text{ m} \quad S = 0.25 \text{ m}$$

- $\frac{Lx}{s} = \frac{3.85 \text{ m}}{0.25 \text{ m}} = 17.4$

Sentido “Y”

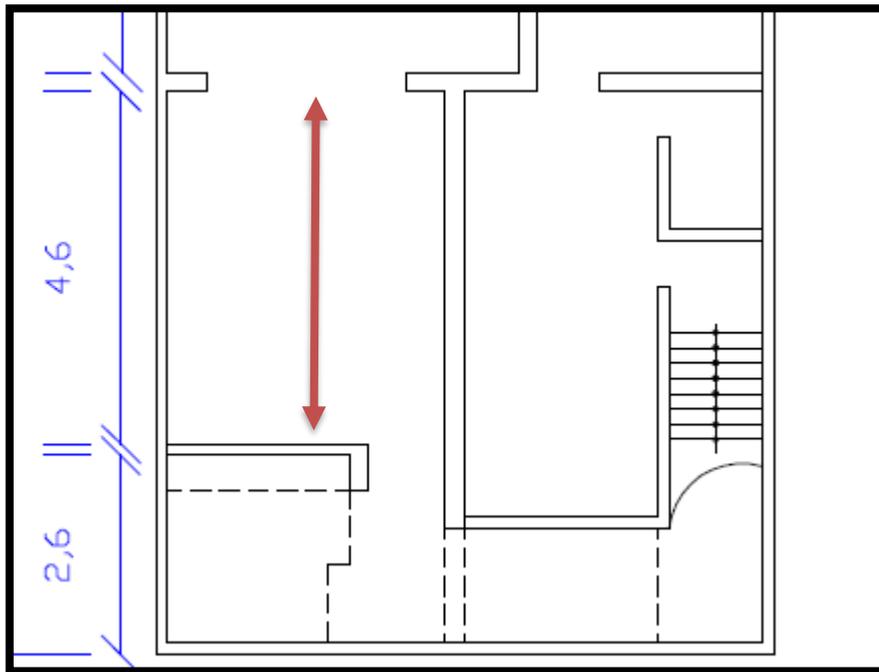


Figura 19 : Sección del plano en dirección Y.

$$L = 4.6m \quad S = 0.25m$$

- $\frac{Lx}{s} = \frac{4.60m}{0.25m} = 18.4$

Dado que la sección “Y” es la más crítica se tomará el resultado que 18.14, esta se encuentra en el rango de 18 y 25 por lo tanto califica como un parámetro C.

### Elementos no estructurales

La vivienda analizada presenta estructuras con elementos no estructurales de pequeña dimensión y mal conectados a la estructura principal, por las razones descritas éste parámetro califica como C.

### Estado de conservación

Este parámetro evalúa los deterioros que se encuentran en las edificaciones y que pueden arriesgar la capacidad del sistema resistente vertical y lateral.

La vivienda presenta muros, columnas y techos con agrietamientos que no ha sido provocado por un terremoto, la calificación es **B**.

Finalmente luego de hacer la encuesta y el estudio necesario se tiene el resultado del índice de vulnerabilidad de la vivienda tomada como ejemplo.

**Tabla 13 :**

*Resultado del índice de vulnerabilidad de la vivienda tomada como ejemplo.*

<b>Vivienda N° 01</b>				
<b>i</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Ki</b>	<b>Wi</b>	<b>ki*Wi</b>
1	Organización del sistema resistente	0	1.00	0
2	Calidad del sistema resistente	5	0.25	1.25
3	Resistencia convencional	0	1.50	7.5
4	Posición del edificio y cimentación	0	0.75	0
5	Diafragma Horizontales	0	1.00	0
6	Configuración en planta	45	0.50	22.5
7	Configuración en elevación	0	1.00	0
8	Separación máxima entre muros	25	0.25	6.25
9	Elementos no estructurales	25	0.25	6.25
10	Estado de conservación	5	1.00	5
<b>Índice de vulnerabilidad</b>				<b>41.25</b>

### 3.1.3. Índice de vulnerabilidad

Luego de realizar el análisis de vulnerabilidad sísmica de las 08 viviendas, se realizó un cuadro de resumen en donde se indica puntos importantes como:

- El área construida
- La cantidad de pisos de la edificación
- El índice de vulnerabilidad  $I_v$ .

**Tabla 14 :**

*Resumen del índice de vulnerabilidad.*

INDICE DE VULNERABILIDAD			
i	ÁREA	PISOS	$I_v$
1	160	1	41.25
2	160	4	88.75
3	160	3	113.75
4	160	4	152.5
5	150	2	166.25
6	120	1	61.25
7	100	2	82.5
8	160	4	138.75

	Baja Vulnerabilidad	Intervención a largo plazo
	Media Vulnerabilidad-baja	Intervención a largo plazo
	Media Vulnerabilidad-alta	Intervención necesaria
	Alta Vulnerabilidad	Intervención inmediata





## Datos generales

**Tabla 15 :**

*Datos de vivienda a analizar.*

PROPIETARIO:			
UBICACIÓN		LIMA-SMP	
N° DE PISOS		2	
USO (Ver tabla N° 05)		Viv. Unifamiliar	Categoría C <b>1.000</b>
SIST. ESTRUC		Albañilería Confinada	
AREA TECHADA POR PISO - SIN ESCALERA Y SIN DUCTOS			
1° Nivel	84.3	m <sup>2</sup>	
2° Nivel	78.22	m <sup>2</sup>	
PESO DE LA ALBAÑILERIA		1800 Kg/m <sup>3</sup>	
ALBAÑILERIA f'm=		60 Kg/cm <sup>2</sup>	Datos asumidos según norma E-070
MORTERO		1-1-4	CEMENTO-CAL-ARENA
CONCRETO f'c=		210 Kg/cm <sup>2</sup>	
ACERO f'y=		4200 Kg/cm <sup>2</sup>	
RESIST. DEL TERRENO		0.8 Kg/cm <sup>2</sup>	
LONGITUD DE PARAPETO		56.00 m	e. parapeto= 0.13 m
ALTURA DE PARAPETO		0.90 m	
CARGA VIVA		200	
ALTURA DE CADA PISO			
1° Nivel	2.40	m	
2° Nivel	2.40	m	
Área portante para calculo densidad de muro			
Ap 1° nivel	84.30	m <sup>2</sup>	OJO: Para calcular el área portante no se toma el volado
Ap 2° nivel	78.22	m <sup>2</sup>	Ap: Área portante se toma con todo los muros

## Parámetros para evaluar fuerza cortante

**Tabla 16 :**

*Parámetros de fuerza cortante.*

Norma E-030		
Zona4	0.45	LIMA
U=	1.00	Ed. Común
S=	1.10	Suelos intermedios
N=	2.00	

## Pre-dimensionamiento de elementos estructurales

**Tabla 17 :**

*Pre-dimensionamiento de la estructura.*

Longitud de diseño (mayor luz)	3.9 m
Calculo del espesor	0.16 m
Espesor definido	<i>e=0.20 m</i>

## Análisis de densidad de muro

**Tabla 18:**

*Analisis de densidad de muro del primer nivel.*

PRIMER NIVEL					
N°	EJE X (t)		N°	EJE Y (t)	
	t= 0.13 m	t= 0.23 m		t= 0.13 m	t= 0.23 m
1x	1.35		1Y	3.3	
2x	1.48		2Y	2.25	
3x	3.3		3Y	1.49	
4x	1.6		4Y	1.2	
5x	3.3		5Y	2.25	
6x	1.6		6Y	6.35	
7x	1.25		7Y	7.7	
8x	2.75				
9x	3.8				
<b>SUMATORIA</b>	<b>20.43</b>		<b>0 SUMATORIA</b>	<b>24.54</b>	<b>0</b>

$$D_x = \frac{A * 0.13 + B * 0.23}{A_p}$$

$$D_y = \frac{A * 0.13 + B * 0.23}{A_p}$$

**Dx= 0.0315**

**Dy= 0.0378**

### VERIFICACION SI CUMUPLE CON LA NORMA

$$C = \frac{Z * U * N * S}{56}$$

$$C < D_x \wedge C < D_y$$

EJE X  
0.018 < 0.031505338 **SI CUMPLE**

EJE Y  
0.018 < 0.037843416 **SI CUMPLE**

**Tabla 19 :**

*Análisis de densidad de muro del segundo nivel.*

SEGUNDO NIVEL					
N°	EJE X (t)		N°	EJE Y (t)	
	t= 0.13 m	t= 0.23 m		t= 0.13 m	t= 0.23 m
1x	1.35		1Y	3.3	
2x	1.48		2Y	2.25	
3x	3.3		3Y	1.49	
4x	1.6		4Y	1.2	
5x	3.3		5Y	2.25	
6x	1.6		6Y	6.35	
7x	1.25		7Y	7.7	
8x	2.75				
9x	3.8				
<b>SUMATORIA</b>	<b>20.43</b>	<b>0</b>	<b>SUMATORIA</b>	<b>24.54</b>	<b>0</b>

$$D_x = \frac{A * 0.13 + B * 0.23}{A_p}$$

$$D_y = \frac{A * 0.13 + B * 0.23}{A_p}$$

**Dx= 0.0340**

**Dy= 0.0408**

**VERIFICACION SI CUMUPLE CON LA NORMA**

$$C = \frac{Z * U * N * S}{56}$$

$$C < D_x \wedge C < D_y$$

	<b>EJE X</b>	
0.018	<	0.033954232 <b>SI CUMPLE</b>

	<b>EJE Y</b>	
0.018	<	0.040784965 <b>SI CUMPLE</b>

### 3.3. Contribución a la mejora de la vulnerabilidad sísmica

Después de la evaluación del diagnóstico de la vivienda y seguida las recomendaciones mencionadas en el desarrollo de este objetivo, se espera bajar el índice de vulnerabilidad sísmica, en un nivel por lo menos.

## RESULTADOS ESTADÍSTICOS

### CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO

A través del programa estadístico SPSS V.25, se midió la confiabilidad del instrumento de medida (cuestionario) y se calculó el alfa de Cronbach resultando 0.722 la cual nos indica que la confiabilidad de nuestro instrumento es aceptable.

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
0,722	17

### ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DEL INSTRUMENTO

#### DIMENSIÓN 1: INDICE DE VULNERABILIDAD

##### 1. Calidad estructural

1.1. ¿Cree usted que un mal diseño estructural ocasionaría que la calidad estructural se vea afectada en la vulnerabilidad sísmica de la vivienda?



Figura 22: Diseño estructural

1.2. ¿Cree usted que hay un grave riesgo sísmico si existe un mal diseño estructural afectando la calidad de la misma?

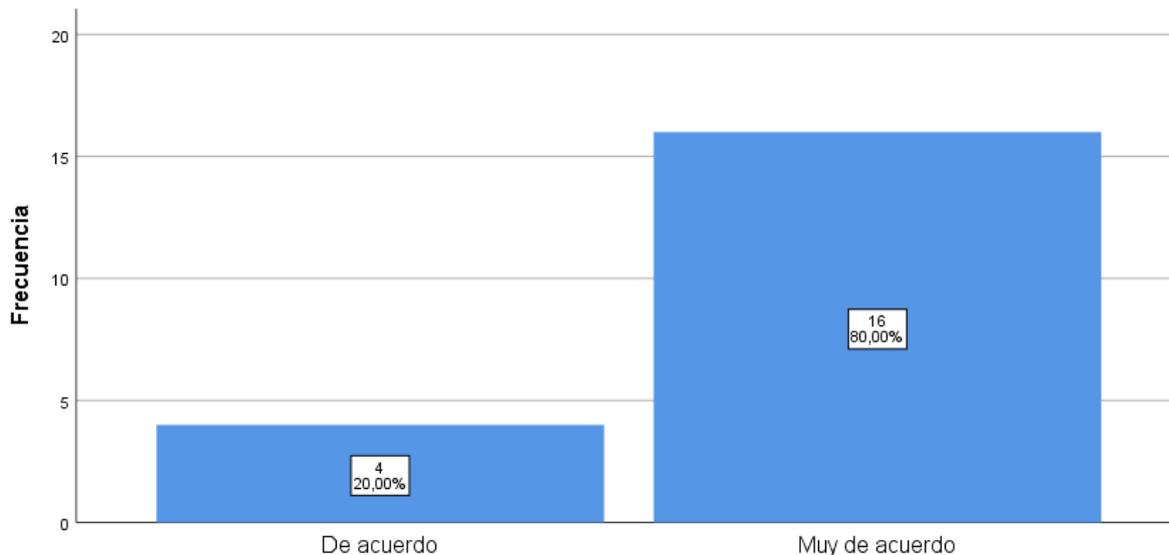


Figura 23:Riesgo sísmico

## 2. Ubicación geográfica

2.1. ¿Considera que la ubicación geográfica influye directamente en el diseño estructural de la vivienda?

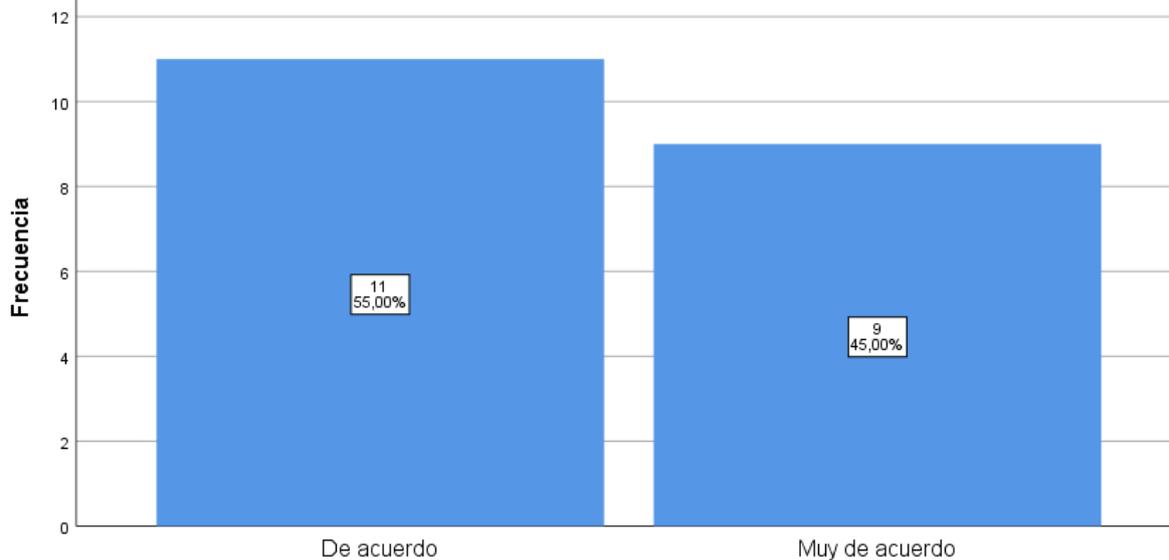


Figura 24 :Ubicación geográfica

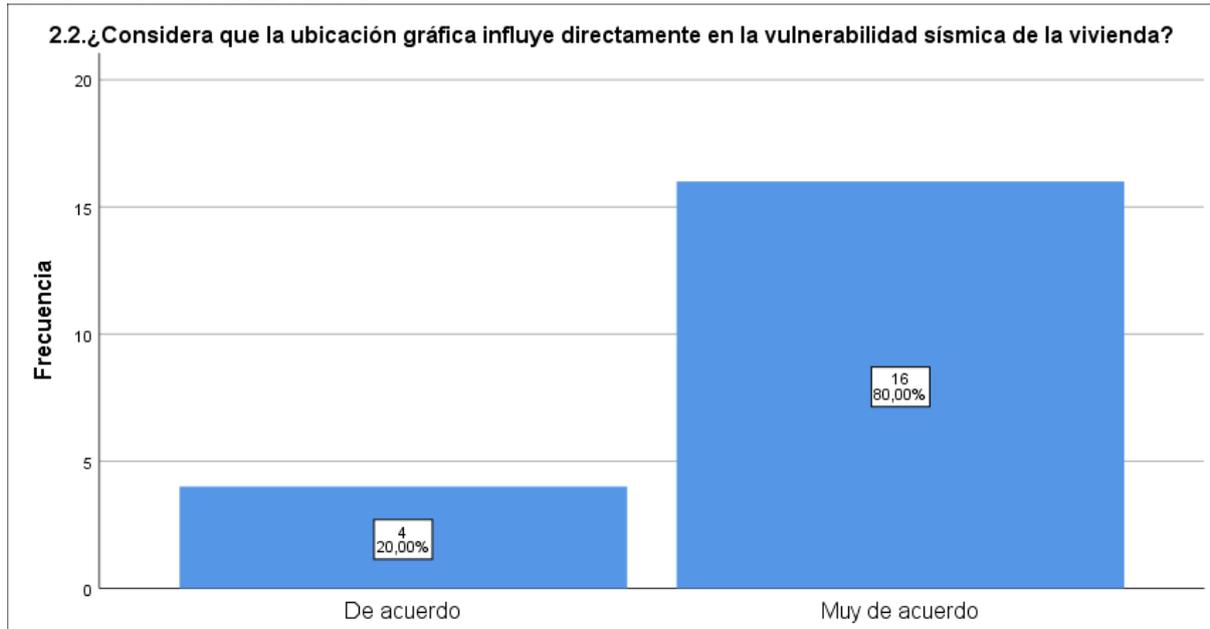


Figura 25 :Vulnerabilidad sísmica

## DIMENSIÓN 2: INTENSIDAD SÍSMICA

### 3. Escala de Richter

**3.1. ¿Considera un aceptable diseño estructural si éste está preparado para soportar un sismo de 8 en la escala de Richter?**

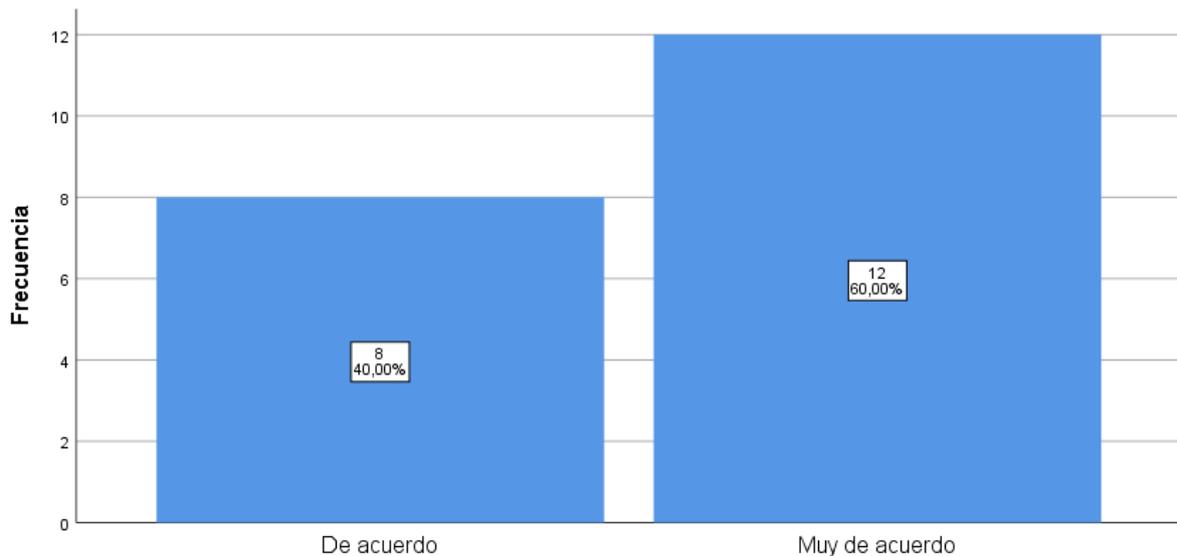


Figura 26 : Escala de richter

**3.2. ¿Considera que las 8 viviendas revisadas tienen un diseño estructural tal que soporten un sismo de 8 en la escala de Richter?**

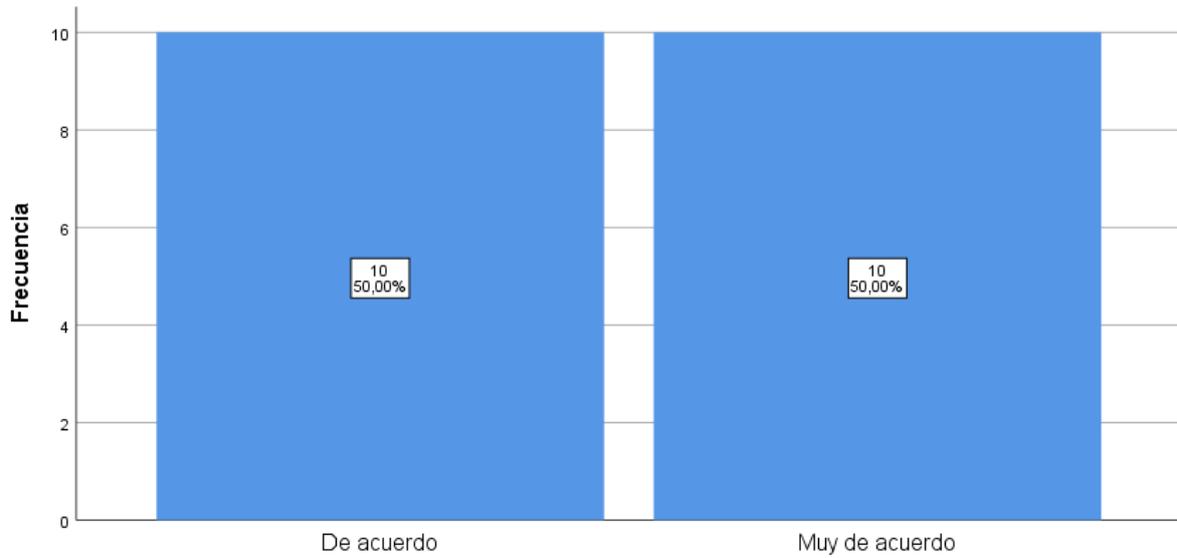


Figura 27: Diseño estructural de viviendas que soporten sismo de 8

**4. Intensidad volcánica**

**4.1. ¿Cree usted que un buen diseño estructural, menguaría un grave riesgo de sismo ante la actividad volcánica?**

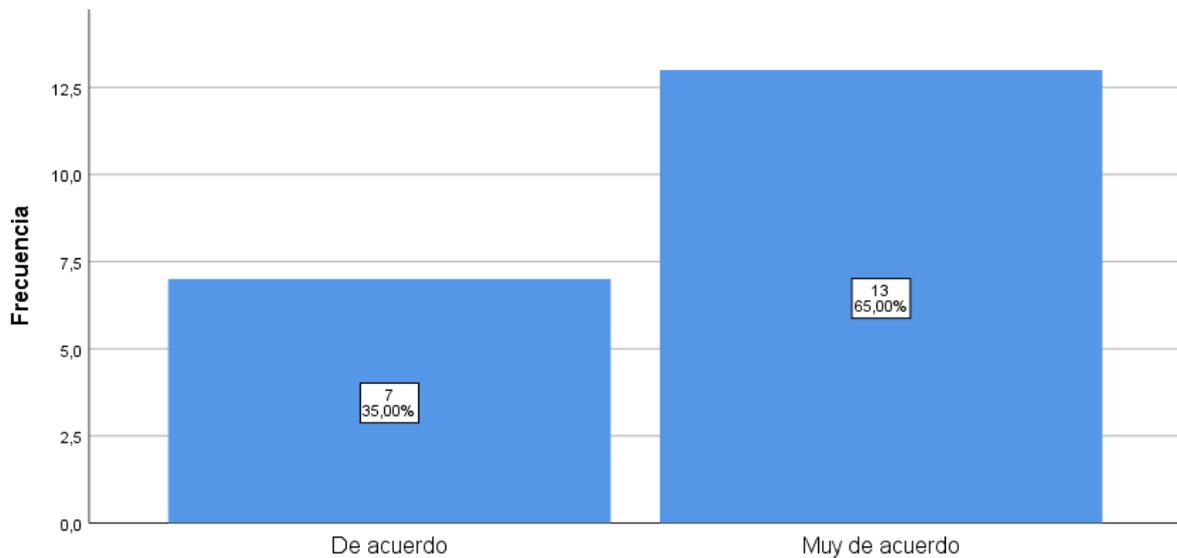


Figura 28: Actividad volcanica

4.2. ¿Considera usted que el diseño estructural debe ser diferenciado en viviendas con intensidad volcánica?

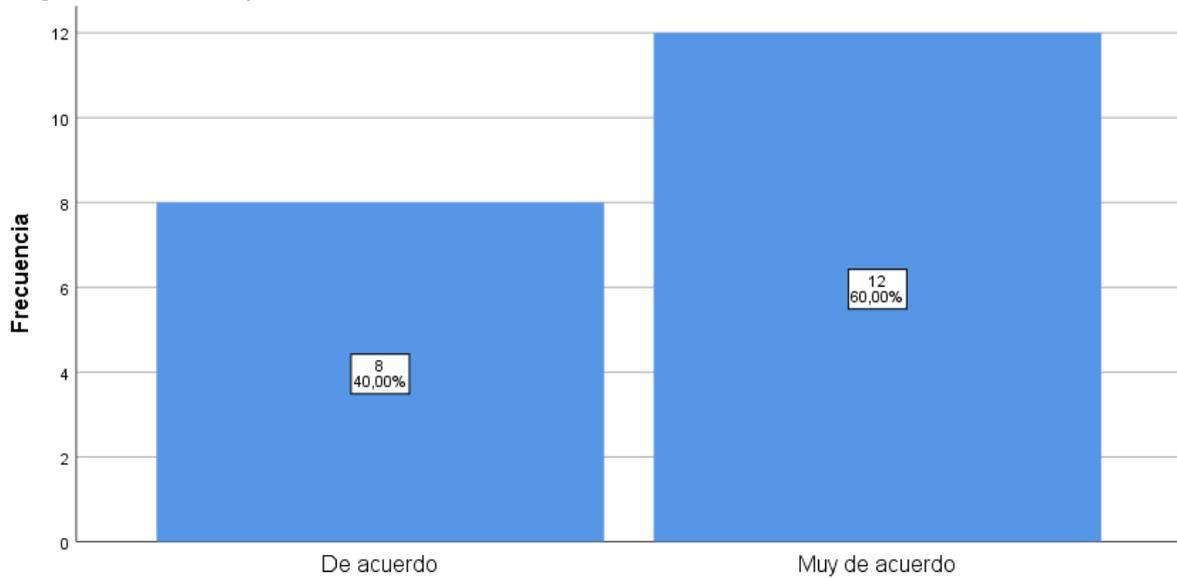


Figura 29: Intensidad volcánica

**DIMENSIÓN 3: RESISTENCIA DE MATERIALES**

**5. Conocimiento de la norma E 070**

5.1. ¿Cree usted que la densidad de muros para albañilería confinada es suficiente para viviendas de dos pisos en todos los casos?

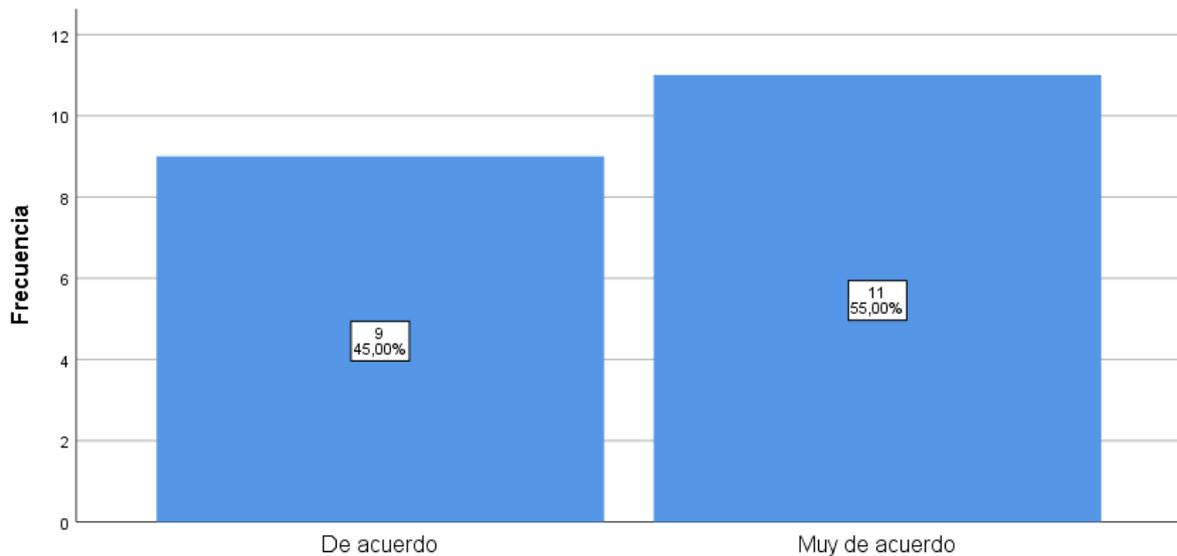


Figura 30: Densidad de muros

5.2. ¿Según el ítem anterior hay casos particulares que se colocaría sistema aporticado para viviendas de dos pisos?

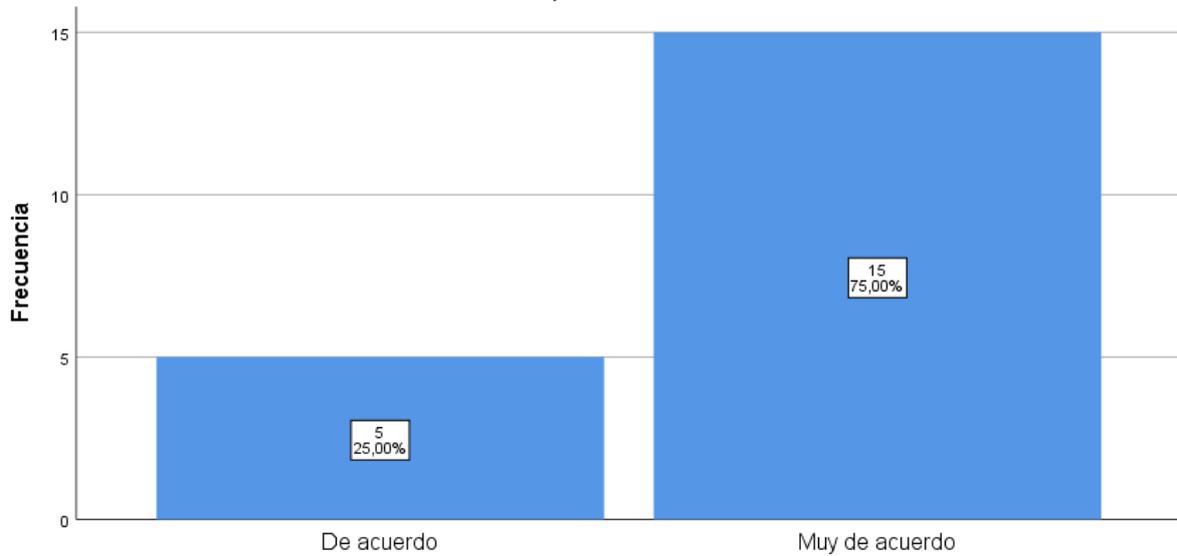


Figura 31: Sistema aporticado

6. Conocimiento de las propiedades del concreto y acero

6.1. ¿Para una correcta elaboración de muros, según su densidad influye en primer lugar tener un buen concreto?

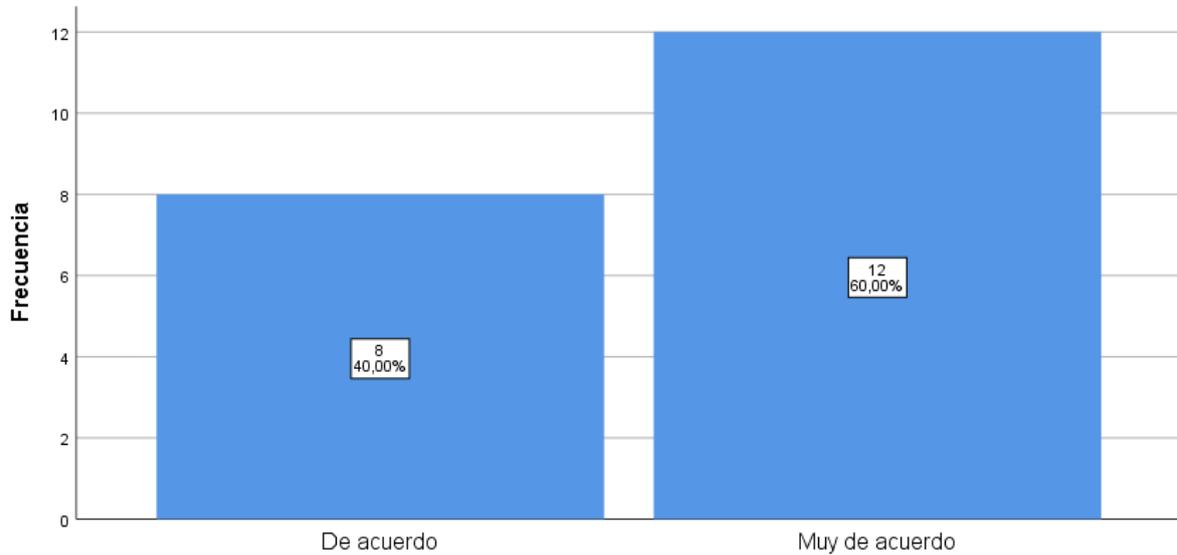


Figura 32: Propiedades del concreto y acero

**6.2. ¿El acero tendrá un comportamiento secundario en la elaboración de muros de albañilería confinada según su densidad?**

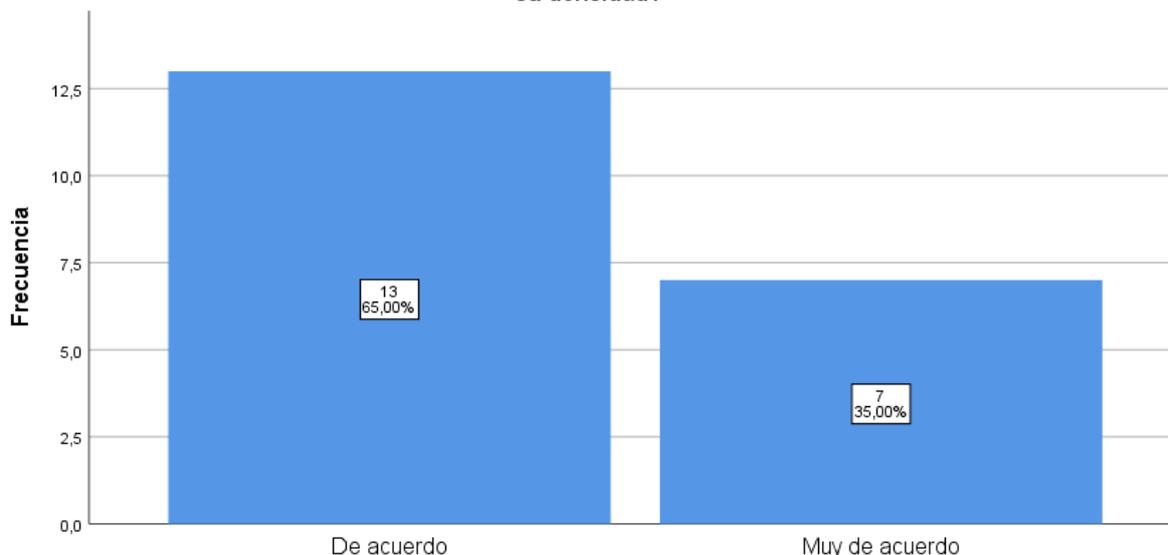


Figura 33 Propiedades del concreto y acero

**DIMENSIÓN 4: EDIFICACIONES**

**7. Vivienda con y sin diseño estructural**

**7.1. ¿Considera que la densidad de muros queda desestimada en una vivienda sin diseño estructural?**

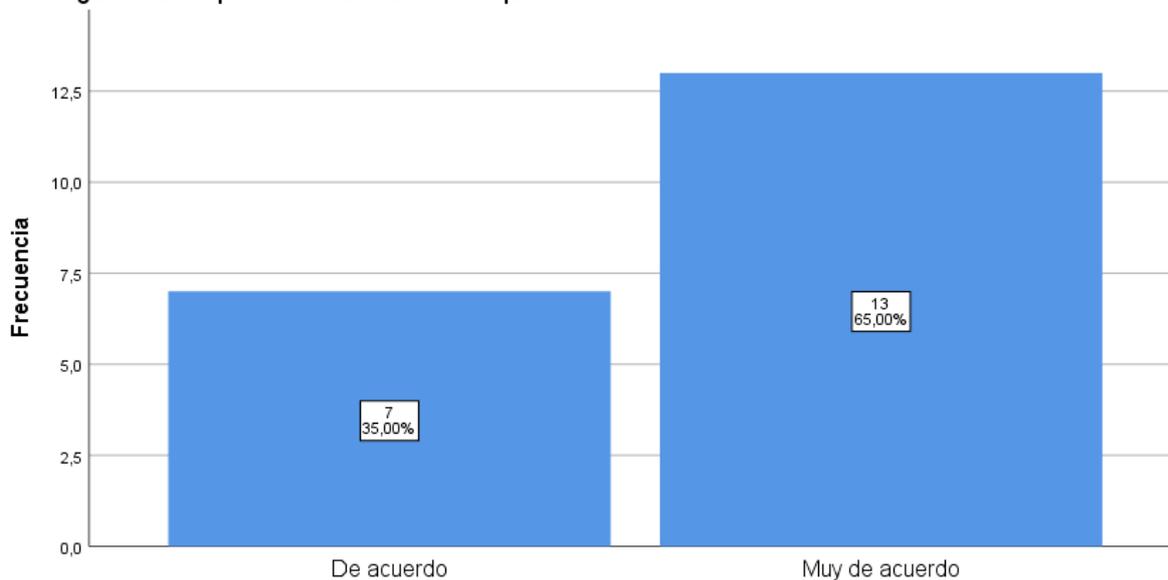


Figura 34: Densidad de muro en vivienda sin diseño estructural

**7.2. ¿Cree usted la relación de la densidad de muros y su vulnerabilidad sísmica es directa para desestimar riesgos estructurales en viviendas con diseño estructural?**

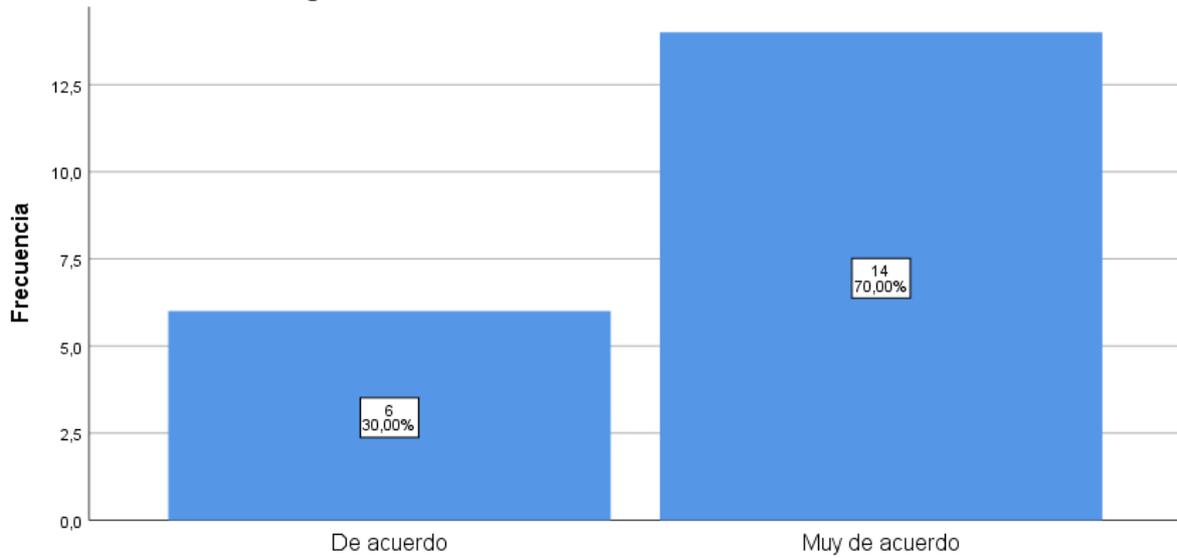


Figura 35 : Riesgos estructurales en viviendas con diseño estructural

**8. Supervisión técnica**

**8.1. ¿Considera fundamental la supervisión de un ingeniero en la fase de planificación en la colocación de muros según su densidad?**

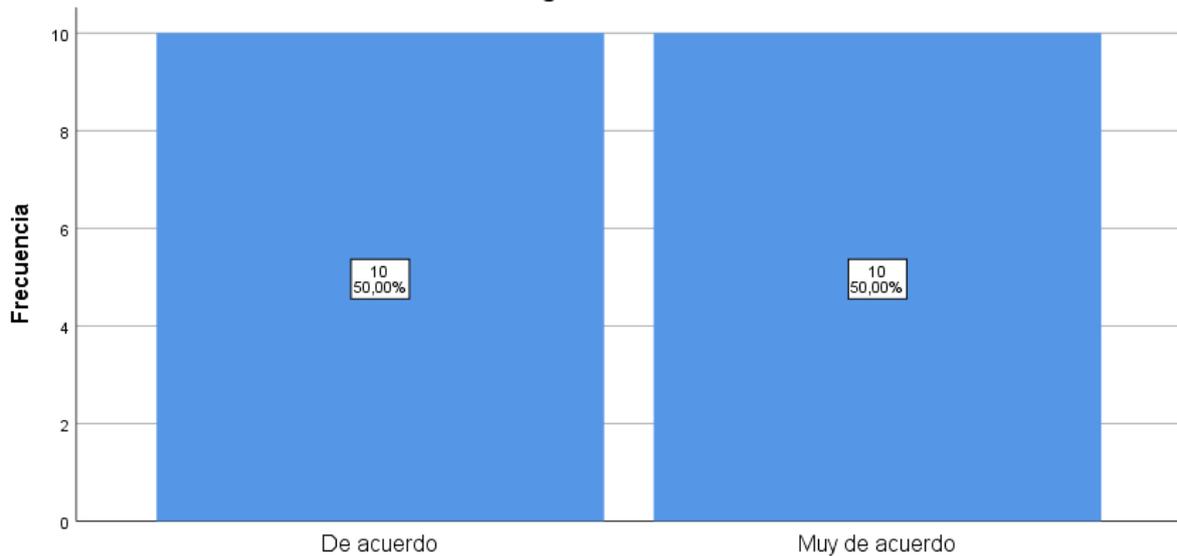


Figura 36 : Supervision tecnica

**8.2. ¿Considera fundamental la supervisión de un ingeniero en la fase de ejecución en la colocación de muros según su densidad?**

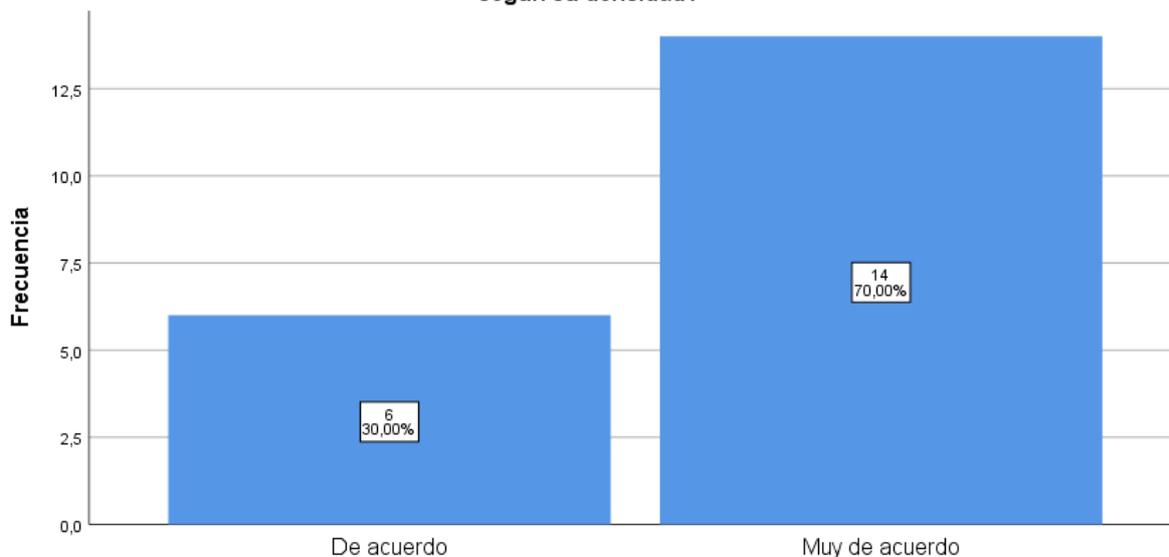


Figura 37: Supervision en fase de ejecución en la colocación de muros

**8.3. ¿Es importante que la supervisión sea efectuada por un ingeniero civil estructural colegiado?**

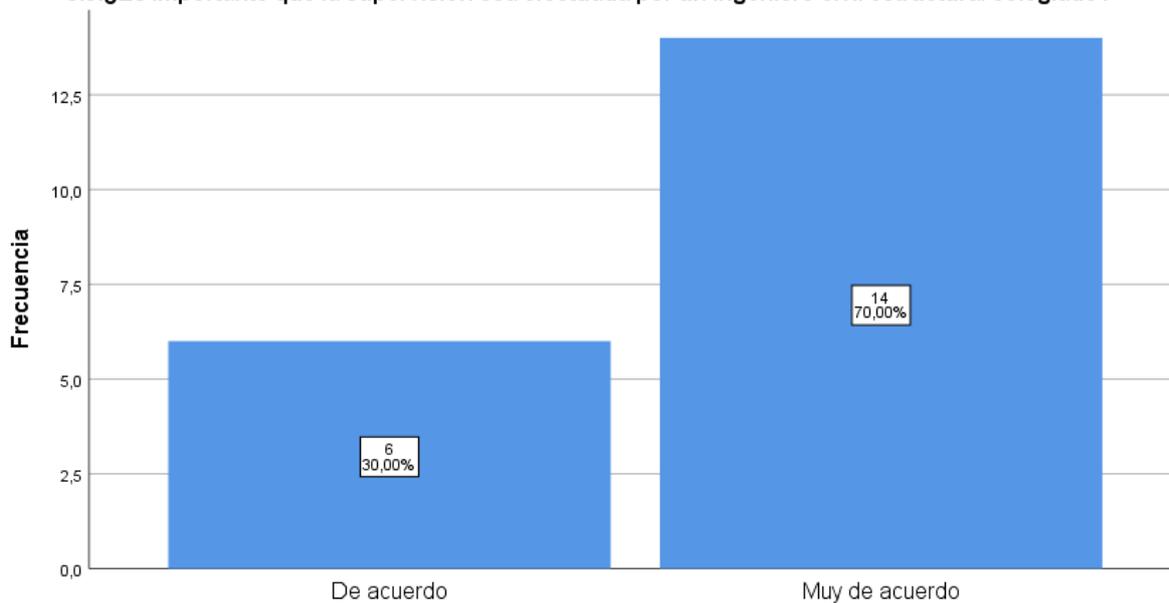


Figura 38 : Supervision de ingeniero civil

## INFERENCIA ESTADÍSTICA

Los resultados en el presente trabajo se fundamentan en el orden de los objetivos e hipótesis como se detalla a continuación.

### **Objetivo General.**

Determinar la relación entre los factores estructurales de las edificaciones y el nivel de vulnerabilidad sísmica en las viviendas de la asociación de vivienda residencial San Francisco, Lima 2019.

### **Hipótesis general del investigador**

Existe una relación directa entre los factores estructurales de las edificaciones y el nivel de vulnerabilidad sísmica en las viviendas de la Asociación de vivienda Residencial San Francisco, Lima 2019.

### **Planteamiento de las pruebas de hipótesis estadísticas:**

**Hipótesis Nula  $H_0$ :** No existe una relación directa y significativa entre los factores estructurales y el nivel de vulnerabilidad sísmica en las viviendas de la Asociación de vivienda Residencial San Francisco, Lima 2019.

**Hipótesis Alterna  $H_a$ :** Existe una relación directa y significativa entre los factores estructurales y el nivel de vulnerabilidad sísmica en las viviendas de la Asociación de vivienda Residencial San Francisco, Lima 2019.

### **Consideraciones para la prueba:**

Del instrumento de medida (cuestionario) podemos identificar que los factores estructurales vienen representados por la variable 2 (ítems del 5.1 al 8.3) y el nivel de vulnerabilidad sísmica por la variable 1 (ítems del 1.1 al 4.2)

Para determinar si existe una relación entre las dos variables, se utilizará la prueba no paramétrica de Chi Cuadrado de Pearson, debido a que las variables son categóricas ordinales en la escala de Likert, también se realizará el análisis de correlación de Rho de Spearman para medir la dirección y el grado de la fuerza de la relación.

Para aceptar o rechazar la hipótesis nula, se comparará el grado de significancia  $p$  de la prueba Chi Cuadrado y el nivel de significancia  $\alpha=0.05$

**Decisión:**

Si el nivel de significancia de Chi Cuadrado  $p < \alpha$  entonces se rechazará la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna o del investigador.

**Tabla 20**

*Grado de relación según el coeficiente de correlación de Rho de Spearman*

RANGO	RELACIÓN
-0.91 a -1.00	Correlación negativa perfecta
-0.76 a -0.90	Correlación negativa muy fuerte
-0.51 a -0.75	Correlación negativa considerable
-0.11 a -0.50	Correlación negativa media
-0.01 a -0.10	Correlación negativa débil
0	No existe correlación
+0.01 a +0.10	Correlación positiva débil
+0.11 a +0.50	Correlación positiva media
+0.51 a +0.75	Correlación positiva considerable
+0.76 a +0.90	Correlación positiva muy fuerte
+0.91 a +1.00	Correlación positiva perfecta

Fuente: Elaboracion propia

**Resultados de la prueba Chi-Cuadrado de Pearson:**

Se procedió a realizar el calculo de la prueba Chi Cuadrado de Pearson a través de las tablas cruzadas o de contingencia en el programa estadístico SPSS v.25

**Tabla 21**

*Prueba Chi Cuadrado de Pearson a través de las tablas cruzadas*

Tabla cruzada NIVEL DE VULNERABILIDAD*FACTORES ESTRUCTURALES					
Recuento					
		FACTORES ESTRUCTURALES			Total
		Nivel Bajo	Nivel Medio	Nivel alto	
Nivel Bajo		2	2	0	4

NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	Nivel Medio	2	9	0	11
	Nivel alto	0	2	3	5
Total		4	13	3	20

Fuente : Elaboracion propia

En la tabla cruzada notamos mayores coincidencias entre los niveles de los factores estructurales y el nivel de vulnerabilidad sísmica.

**Tabla 22**

*Pruebas de chi-cuadrado*

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	Df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	12,916 <sup>a</sup>	4	,012
Razón de verosimilitud	12,752	4	,013
Asociación lineal por lineal	7,790	1	,005
N de casos válidos	20		

Fuente: Elaboracion propia

**Tabla 23**

*Correlaciones de Rho de Spearman*

Correlaciones de Rho de Spearman			NIVEL DE VULNERABILIDAD	FACTORES ESTRUCTURALES
Rho de Spearman	NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	Coefficiente de correlación	1,000	,640**
		Sig. (bilateral)	.	,002
		N	20	20
	FACTORES ESTRUCTURALES	Coefficiente de correlación	,640**	1,000
		Sig. (bilateral)	,002	.
		N	20	20

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboracion propia

- De los resultados de la prueba chi cuadrado de Pearson vemos que el p valor sig = 0.012 y es menor al nivel de significancia de 0.05 (  $0.012 < 0.05$  ) por tanto, rechazamos la hipótesis nula  $H_0$  y aceptamos la hipótesis del investigador  $H_a$ .
- De los resultados de las correlaciones de la prueba de Rho de Spearman, vemos que el coeficiente de correlación es igual a +0.64 la cual indica que el grado de la relación de las dos variables es positiva considerable.

### **Conclusión:**

De los resultados anteriores podemos concluir estadísticamente con un nivel de significancia del 5% que existe una relación directa y significativamente considerable entre los factores estructurales de las edificaciones y su vulnerabilidad sísmica en las viviendas de la asociación de vivienda Residencial San Francisco, Lima 2019.

### **Objetivo Específico 1.**

Determinar la relación entre el diseño estructural que presentan las 08 edificaciones y su vulnerabilidad sísmica aportando herramientas para la intervención mediante criterios de estos en las viviendas de la asociación de vivienda residencial San Francisco, Lima 2019.

### **Hipótesis específico 1 del investigador**

Existe una relación entre el diseño estructural que presentan las 8 edificaciones y su vulnerabilidad sísmica aportando herramientas para la intervención mediante criterios de estos en las viviendas de la Asociación de vivienda Residencial San Francisco, Lima 2019.

### **Planteamiento de las pruebas de hipótesis estadísticas:**

**Hipótesis Nula  $H_0$ :** No existe una relación directa y significativa entre el diseño estructural que presentan las 8 edificaciones y su vulnerabilidad sísmica en las viviendas de la Asociación de vivienda Residencial San Francisco, Lima 2019.

**Hipótesis Alterna  $H_a$ :** Existe una relación directa y significativa entre el diseño estructural que presentan las 8 edificaciones y su vulnerabilidad sísmica en las viviendas de la Asociación de vivienda Residencial San Francisco, Lima 2019.

### **Consideraciones para la prueba:**

Del instrumento de medida (cuestionario) podemos identificar que el diseño estructural viene representados por la dimensión 3 (ítems del 5.1 al 6.2) y la vulnerabilidad sísmica por la variable 1 (ítems del 1.1 al 4.2)

Para determinar si existe una relación entre las dos variables, se utilizará la prueba no paramétrica de Chi Cuadrado de Pearson, debido a que las variables son categóricas ordinales en la escala de Likert, también se realizará el análisis de correlación de Rho de Spearman para medir la dirección y el grado de la fuerza de la relación.

Para aceptar o rechazar la hipótesis nula, se comparará el grado de significancia  $p$  de la prueba Chi Cuadrado y el nivel de significancia  $\alpha=0.05$

### **Decisión:**

Si el nivel de significancia de Chi Cuadrado  $p < \alpha$  entonces se rechazará la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna o del investigador.

### Resultados de la prueba Chi-Cuadrado de Pearson:

Se procedió a realizar el calculo de la prueba Chi Cuadrado de Pearson a través de las tablas cruzadas o de contingencia en el programa estadístico SPSS v.25

**Tabla 24**

*Nivel de vulnerabilidad del diseño estructural en la tabla cruzada*

Tabla cruzada NIVEL DE VULNERABILIDAD*DISEÑO ESTRUCTURAL					
Recuento					
		DISEÑO ESTRUCTURAL			Total
		Nivel Bajo	Nivel Medio	Nivel alto	
NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	Nivel Bajo	2	1	1	4
	Nivel Medio	2	9	0	11
	Nivel alto	0	2	3	5
Total		4	12	4	20

Fuente: Elaboracion propia

En la tabla cruzada notamos mayores coincidencias entre los niveles del diseño estructural y el nivel de vulnerabilidad sísmica.

**Tabla 25**

*Pruebas de chi-cuadrado*

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	11,091 <sup>a</sup>	4	,026
Razón de verosimilitud	12,532	4	,014
Asociación lineal por lineal	4,246	1	,039
N de casos válidos	20		

a. 8 casillas (88,9%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,80.

Fuente: Elaboracion propia

**Tabla 26**

*Correlaciones de Rho de Spearman*

Correlaciones de Rho de Spearman			NIVEL DE VULNERABILIDAD	DISEÑO ESTRUCTURAL
Rho de Spearman	NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	Coefficiente de correlación	1,000	,479*
		Sig. (bilateral)	.	,033
		N	20	20
	DISEÑO ESTRUCTURAL	Coefficiente de correlación	,479*	1,000
		Sig. (bilateral)	,033	.
		N	20	20

\*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Fuente: Elaboracion propia

- De los resultados de la prueba chi cuadrado de Pearson vemos que el p valor sig = 0.026 y es menor al nivel de significancia de 0.05 (  $0.026 < 0.05$  ) por tanto, rechazamos la hipótesis nula  $H_0$  y aceptamos la hipótesis del investigador  $H_a$ .
- De los resultados de las correlaciones de la prueba de Rho de Spearman, vemos que el coeficiente de correlación es igual a +0.479 la cual indica que el grado de la relación de las dos variables es positiva media.

### **Conclusión:**

De los resultados anteriores podemos concluir estadísticamente con un nivel de significancia del 5% que existe una relación directa y significativamente media entre el diseño estructural que presentan las 8 edificaciones y su vulnerabilidad sísmica en las viviendas de la asociación de vivienda Residencial San Francisco, Lima 2019.

## **Objetivo Específico 2.**

Determinar la relación entre la densidad del muro que presentan la edificación más crítica y su vulnerabilidad sísmica en las viviendas de la asociación de vivienda residencial San Francisco, Lima 2019.

## **Hipótesis específico 2 del investigador**

Existe una relación entre la densidad del muro que presenta la edificación mas critica y su vulnerabilidad sísmica en las viviendas de la Asociación de vivienda Residencial San Francisco, Lima 2019.

## **Planteamiento de las pruebas de hipótesis estadísticas:**

**Hipótesis Nula Ho:** No existe una relación directa y significativa entre la densidad del muro que presentan la edificación mas critica y su vulnerabilidad sísmica en las viviendas de la Asociación de vivienda Residencial San Francisco, Lima 2019.

**Hipótesis Alterna Ha:** Existe una relación directa y significativa entre la densidad del muro que presentan la edificación mas critica y su vulnerabilidad sísmica en las viviendas de la Asociación de vivienda Residencial San Francisco, Lima 2019.

## **Consideraciones para la prueba:**

Del instrumento de medida (cuestionario) podemos identificar que la densidad del muro viene representados por la dimensión 4 (ítems del 7.1 al 8.3) y la vulnerabilidad sísmica por la variable 1 (ítems del 1.1 al 4.2)

Para determinar si existe una relación entre las dos variables, se utilizará la prueba no paramétrica de Chi Cuadrado de Pearson, debido a que las variables son categóricas ordinales en la escala de Likert, también se realizará el análisis de correlación de Rho de Spearman para medir la dirección y el grado de la fuerza de la relación.

Para aceptar o rechazar la hipótesis nula, se comparará el grado de significancia  $p$  de la prueba Chi Cuadrado y el nivel de significancia  $\alpha=0.05$

### Decisión:

Si el nivel de significancia de Chi Cuadrado  $p < \alpha$  entonces se rechazará la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna o del investigador.

### Resultados de la prueba Chi-Cuadrado de Pearson:

Se procedió a realizar el calculo de la prueba Chi Cuadrado de Pearson a través de las tablas cruzadas o de contingencia en el programa estadístico SPSS v.25

### Tabla 27

*Nivel de vulnerabilidad , densidad del muro en tabla cruzada*

Tabla cruzada NIVEL DE VULNERABILIDAD*DENSIDAD DEL MURO					
Recuento					
		DENSIDAD DEL MURO			Total
		Nivel Bajo	Nivel Medio	Nivel alto	
NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	Nivel Bajo	4	0	0	4
	Nivel Medio	2	6	3	11
	Nivel alto	1	0	4	5
Total		7	6	7	20

Fuente: Elaboracion propia

En la tabla cruzada notamos mayores coincidencias entre los niveles de la densidad del muro y el nivel de vulnerabilidad sísmica.

**Tabla 28**

*Pruebas de chi-cuadrado*

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	15,429 <sup>a</sup>	4	,004
Razón de verosimilitud	16,950	4	,002
Asociación lineal por lineal	7,430	1	,006
N de casos válidos	20		

a. 9 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1,20.

**Tabla 29**

*Correlaciones de Rho de Spearman*

Correlaciones de Rho de Spearman				
			NIVEL DE VULNERABILIDAD	DENSIDAD DEL MURO
Rho de Spearman	NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	Coeficiente de correlación	1,000	,621**
		Sig. (bilateral)	.	,003
		N	20	20
	DENSIDAD DEL MURO	Coeficiente de correlación	,621**	1,000
		Sig. (bilateral)	,003	.
		N	20	20

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboracion propia

- De los resultados de la prueba chi cuadrado de Pearson vemos que el p valor sig = 0.004 y es menor al nivel de significancia de 0.05 (  $0.004 < 0.05$  ) por tanto, rechazamos la hipótesis nula  $H_0$  y aceptamos la hipótesis del investigador  $H_a$ .
- De los resultados de las correlaciones de la prueba de Rho de Spearman, vemos que el coeficiente de correlación es igual a +0.621 la cual indica que el grado de la relación de las dos variables es positiva considerable.

### **Conclusión:**

De los resultados anteriores podemos concluir estadísticamente con un nivel de significancia del 5% que existe una relación directa y significativamente considerable entre la densidad del muro que presentan la edificación mas crítica y su vulnerabilidad sísmica en las viviendas de la asociación de vivienda Residencial San Francisco, Lima 2019.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

#### 4.1.1. Discusión de los resultados de la evaluación del nivel de vulnerabilidad sísmica.

Según la tesis de Johan Laucatana (2013), mencionado y referenciado en los antecedentes, indica contribuir en la disminución de la vulnerabilidad sísmica en las viviendas informales, llegando a la conclusión que 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 riesgo sísmico. Con respecto a los resultados de esta tesis se pudo concluir que la vulnerabilidad sísmica es mayor en viviendas construidas de manera informal.

Según Deyvi Castro (2015), referenciado en los antecedentes, cabe mencionar que realiza una contribución a la reducción de la vulnerabilidad sísmica en la ciudad de Jauja aportando herramientas para la toma de decisiones, llegando a la conclusión de que para la evaluación del daño en las edificaciones del área en estudio, es necesario elaborar funciones de vulnerabilidad adecuadas a las tipologías estructurales existentes en zonas de análisis. Respecto a mi investigación de tesis se halló parámetros que verifican la vulnerabilidad sísmica, también se usó la densidad de muros como una herramienta vital para llegar a los datos que ayudaron a la tesis.

#### 4.1.2. Discusión de los resultados de la densidad de muros.

En el análisis de densidad de muro del primer nivel en el eje X, tenemos como resultado 0.0315 siendo este valor mayor que el mínimo valor que nos sale por norma siendo este 0.018. En el eje Y, tenemos como resultado 0.0378 siendo este valor mayor que el mínimo valor que nos sale por norma siendo este 0.018. Por lo tanto si cumple en ambos ejes.

En el análisis de densidad de muro del segundo nivel en el eje X, tenemos como resultado 0.034 siendo este valor mayor que el mínimo valor que nos sale por norma siendo este 0.018. En el eje Y, tenemos como resultado 0.0408 siendo este valor mayor que el mínimo valor que nos sale por norma siendo este 0.018. Por lo tanto, si cumple en ambos ejes.

Ya que en ambos ejes y pisos cumple con lo que indica el reglamento nacional de edificaciones respecto a densidad de muros, cabe indicar que el alto nivel de vulnerabilidad sísmica, se debe a los parámetros establecidos por el método de Benedetti y Petrini.

#### **4.1.3.** Discusión de los resultados de la contribución a la mejora del índice de vulnerabilidad.

En este punto se hace mención de las indicaciones a tener en cuenta para mejorar el índice de vulnerabilidad sísmica, así la vivienda no sea tan vulnerable ante un sismo.

Por consiguiente, se hacen las siguientes recomendaciones para investigaciones futuras:

- En la presente investigación que se realizó, tuvo como objetivo y propósito conocer el vínculo entre los factores estructurales y el nivel de vulnerabilidad de las viviendas de la asociación de vivienda residencial san francisco – San Martin de Porres, para ello se presentaran algunas recomendaciones para que en un futuro no se practiquen los mismos errores los cuales se demostraron en la investigación.
- Se recomienda al Ministerio de Vivienda, tener un mayor control y no permitir la construcción de viviendas informales, ya que toda construcción tiene que tener un correcto diseño y construcción liderada por un experto es decir un Ingeniero Civil, y que asegure el cumplimiento de las disposiciones legales de edificaciones.
- Asimismo, la vulnerabilidad sísmica es un problema social que puede suceder en cualquier momento y es un tema que tiene que ser estudiado a profundo, para así poder

evitar algunos daños que este puede causar a futuro, la presente información permitirá a los propietarios que me permitieron realizar las encuestas tomar medidas y buscar mejoras en sus viviendas.

- De la misma forma también se recomienda que el reforzamiento estructural de las viviendas los realice un Ingeniero después de un estudio de la estructura de cada propiedad y no cometer el error de ahorrar con un maestro de obra, esto lleve a una consecuencia a futuros.
- Finalmente, agradecer a todos los propietarios y asesor de tesis por guiarme, corregir y encaminar mis pasos para el desarrollo de la presente investigación y manifestar que pueden existir distintas maneras de corregir los errores, siendo unos métodos de mejora más costosas que otras menos costosas, pero la mejor recomendación es que exista una construcción sin la supervisión de un profesional, ya que después de realizar esta investigación queda demostrada que los materiales menos costos y obviar la construcción de columnas en los muros o columnetas, ponen en riesgo la calidad estructural y de la misma forma la vida de las personas que viven en la propiedad, las personas aledañas y los transeúntes.

#### **4.2. Conclusiones**

1. El cuestionario para Ingenieros Civiles colegiados, nos sirvió como instrumento para determinar si existe una relación significativa entre los factores estructurales y la vulnerabilidad sísmica.
2. De los resultados del análisis estadístico inferencial, se concluye a través de la prueba de Chi Cuadrado y Rho Spearman que existe una relación significativa, siendo esta Positiva considerable entre las variables factores estructurales y la vulnerabilidad sísmica.

3. El cuestionario para viviendas, nos sirvió como instrumento para ver la situación actual de la vivienda y determinar el índice de vulnerabilidad a través del método Benedetti y Petrini.
4. Además, nuestras dos encuestas se encuentran relacionadas por la vulnerabilidad sísmica, ya que, en el cuestionario de Ingenieros Civiles colegiados, determinamos la relación que tienen los factores estructurales con la vulnerabilidad sísmica y en el cuestionario de viviendas, determinamos el índice de vulnerabilidad.
5. El análisis de los factores estructurales según la evaluación de los parámetros presentados por la metodología de Benedetti & Petrini indica que sí existe una relación directa entre los factores estructurales y el nivel de vulnerabilidad sísmica medido con el índice de vulnerabilidad que presentan las viviendas informales. El resultado obtenido del análisis indica que la vulnerabilidad es media alta pues más del 50% de las edificaciones analizadas necesitan algún tipo de mejora estructural. Se encontró que el 12.5% de las edificaciones tienen baja vulnerabilidad, 50% tienen una vulnerabilidad media-baja, 25% tienen una vulnerabilidad media-alta y el 12.5% tienen una alta vulnerabilidad, además el 62.5% de las viviendas encuestadas necesitan una intervención estructural a largo plazo y el 37.5% una intervención inmediata. Asimismo, de mi población objetivo la cual consta de 250 viviendas construidas en terrenos sin pendiente y con un sistema estructural de albañilería confinada, si lo relacionamos con nuestros resultados, se tiene 156 viviendas que se encontrarían entre baja y mediana vulnerabilidad, así mismo necesitarían una intervención a largo plazo y 94 viviendas que necesitarían intervención estructural necesaria o inmediata.
6. Los resultados encontrados indican que el índice de vulnerabilidad no tiene una relación con el área del terreno. Se encontró una relación directa entre el diseño estructural de las viviendas y el índice de vulnerabilidad. Se tiene un aumento en el

índice de vulnerabilidad cuando las viviendas no presentan diseño estructural o no han sido supervisadas durante su construcción.

7. Respecto a los resultados hallados con el análisis de densidad de muros, se tiene que cumple con la condición que se establece por la norma de Albañilería E0.70, por lo tanto, las áreas son adecuadas y cumplen con los estándares.
8. Se ha cumplido los objetivos planteados, ya que se ha comprobado la relación entre las dos variables, dando como resultado que es una relación fuerte, directa y significativa entre los factores estructurales y el índice de vulnerabilidad. Análogamente se ha cumplido con los objetivos específicos, ya que se ha demostrado que existe una relación directa y significativa entre las variables y dimensiones.
9. También es necesario indicar que el aporte de esta investigación es la implementación metodológica del índice de vulnerabilidad desarrollado por Benedetti & Petrini en Italia, adaptándolo a la realidad de los distintos distritos de Lima con construcciones informales.

## REFERENCIAS

- Benedetti, D., & Petrini, V. (1984). *Sulla Vulnerabilità Sísmica di Edifici in Muratura: Prioste di un Método di Valutazione*. Roma: Lindustria delle Costruzioni.
- Bolaños Luna, A., & Monroy Concha O., (2004). *Espectros de peligro sísmico*. Recuperado el 10 de mayo de 2019, de: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/1331>
- Castro Ortega, D., (2015). *Vulnerabilidad sísmica del centro histórico de la ciudad de Jauja - Junín*. Recuperado el 15 de mayo de 2019, de: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/2916>
- Hurtado O., V. J., & León M., A. C. (2008). *Implementación del modelo de índice de vulnerabilidad ajustado a una edificación histórica con estructura de varios materiales*. Bucaramanga, Santander, Colombia.
- INDECI-PNUD, 2010. *Proyecto SIRAD: Sistema de Información sobre Recursos para Atención de Desastres*, Lima: COOPI
- Kramer S., 1996. "Geotechnical Earthquake Engineering". Prentice Hall International Series.
- Kuroiwa Julio, "Reducción de desastres: Viviendo en armonía con la naturaleza". Centro peruano japonés de investigaciones sísmicas y mitigación de desastres (CISMID-UNI), Lima, Perú, 2002.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (24 de enero de 2016). *DECRETO SUPREMO N° 003-2016-VIVIENDA*. Perú: El Peruano
- Laucatana Luna, J., (2013). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la Ciudad de Trujillo*. Recuperado el 15 de mayo de 2019, de: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/4967>

Palomino Bendezú, J., & Tamayo Ly, R., (2016). Evaluación probalística del riesgo sísmico de hospitales en Lima con Plataforma CAPRA. Recuperado el 20 de mayo de 2019, de: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/7262>

Reglamento nacional de edificaciones (2018). E 0.30 Diseño sismorresistente.

Reglamento nacional de edificaciones (2016). E 0.70 Albañilería.

Reglamento nacional de edificaciones (2009). E 0.60 Concreto Armado.

Ricardo Tapia, Z., (2015). Terremoto 2010 en Chile y vivienda social: Resultados y Aprendizajes para recomendación de Políticas Públicas. Recuperado el 15 de mayo de 2019, de: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/138531>

Vizconde Campos, A., (2004). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de un edificio existente: Clínica San Miguel - Piura. Recuperado el 20 de mayo de 2019, de: <https://hdl.handle.net/11042/1367>

## ANEXOS

### ANEXO 1: TERMINOS BASICOS

En la investigación presente se tiene definiciones conceptuales de términos básicos tales como:

**Sismo** producido por deformaciones corticales que ocurren dentro de la placa continental en lugares donde la concentración de fuerzas generadas por los límites de las placas tectónicas da lugar a movimientos de reajuste en el interior y superficie de la tierra (Castro, 2015).

**Sismicidad** es considerada como la distribución espacio - tiempo de los terremotos en la tierra y de sus efectos destructivos obtenidos a partir de la recopilación histórica de los datos, ha dado origen a los Catálogos sísmicos (Castro, 2015).

**Riesgo Sísmico** tiene relación con factores físicos, de ocupación del territorio y de organización social. Dentro de los factores físicos se identifica, entre otros, a la tectónica regional, la geología local, la información histórica y estadística sobre eventos sísmicos, existencia de mapas de localización de eventos sísmicos y condiciones locales del terreno (Guirre, 2009).

**Exposición Sísmica** Se define la exposición llamándola también elementos en riesgo. Estos son la población, las edificaciones y obras civiles, las actividades económicas, los servicios públicos, las utilidades y la infraestructura expuesta en un área determinada. Por ello, dentro de este marco conceptual el (Cardona, 1999).

**Magnitud** es para medir los terremotos locales y así poder estimar la energía por ellos liberada a fin de ser comparados con otros terremotos. Posteriormente, el uso de esta escala se extendió y fue aplicándose a los diferentes terremotos que ocurrían en el

mundo. La magnitud está asociada a una función logarítmica calculada a partir de la amplitud de la señal registrada por el sismógrafo (ML, Ms, mb) o a partir de su duración (MD) sobre el sismograma (Richter, 1935).

**Peligro sísmico** se suele representar por medio de los valores máximos del movimiento del terreno, la intensidad del movimiento y muy recientemente por un parámetro global de la respuesta estructural.

**Vulnerabilidad sísmica** Se denomina vulnerabilidad al grado de daño que sufre una estructura debido a un evento sísmico de determinadas características. Estas estructuras se pueden calificar en “más vulnerables” o “menos vulnerables” ante un evento sísmico (Rotondo, 1995).

**Albañilería o mampostería** es material estructural compuesto por “unidades de albañilería” asentadas con mortero o por “unidades de albañilería” apiladas, en cuyo caso son integradas con concreto líquido (NTE E.070).

**Albañilería armada** también llamada albañilería reforzada interiormente con varillas de acero distribuidas vertical y horizontalmente e integrada mediante concreto líquido, de tal manera que los diferentes componentes actúen conjuntamente para resistir los esfuerzos. A los muros de Albañilería Armada también se les denomina Muros Armados (NTE E.070).

**Albañilería confinada** también llamada albañilería reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado posteriormente a la construcción de la albañilería. La cimentación de concreto se considerará como confinamiento horizontal para los muros del primer nivel (NTE E.070).

## ANEXO 2: TAMAÑO DE MUESTRA

Según Feedback Networks, 2016, conocer el tamaño de la muestra a estudiar y para dar validez a la información obtenida se tendrán en cuenta el tipo de preguntas que se le harán al encuestado o entrevistado, serán sencillas, fáciles de entender y concisas.

Además, la calidad de las fotografías será en alta definición para asegurar la identificación de las fallas y errores de las estructuras. También se demuestra la cantidad de viviendas encuestadas según el tamaño de muestra obtenido con la fórmula:

$$n = \frac{k^2 * p * q * N}{(e^2 * (N - 1)) + k^2 * p * q}$$

Donde:

**N:** Tamaño de la población o universo

**Z:** Constante que depende del nivel de confianza que asignemos. El nivel de confianza indica la probabilidad de que los resultados de nuestra investigación sean cierto.

**E:** Error muestral deseado. Este coeficiente es la diferencia que puede haber entre el resultado que obtenemos preguntando a una muestra de la población y el que obtendríamos si preguntáramos al total de ella.

**p:** es la proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio. Este dato es generalmente desconocido y se suele suponer que  $p=q=0.5$ , que es la opción más segura.

**q:** es la proporción de individuos que no poseen esa característica, es decir, es  $1-p$ .

**n:** tamaño de la muestra

**Tabla 30**

*Tamaño de la muestra*

k	1.15	1.28	1.44	1.65	1.96	2	2.58
75%	75%	80%	85%	90%	95%	95.5%	99%

## ANEXO N° 03: METODO DEL INDICE DE VULNERABILIDAD DE BENEDETTI Y PETRINI

**Método del índice de vulnerabilidad** esta metodología evalúa parámetros como el tipo y calidad de sistema resistente, posición del edificio, la cimentación, los elementos estructurales o el estado de conservación, con la finalidad de calificarlos con un valor numérico. En las tablas se muestran los once parámetros evaluados para la calificación de estructuras donde se tienen los coeficientes de calificación A (óptimo) a D (desfavorable) y a los factores  $K_i$  y  $W_i$  que se obtienen de manera subjetiva según la experiencia del investigador y de los datos reales obtenidos de eventos sísmicos. (Benedetti & Petrini, 1984).

El índice de vulnerabilidad global de cada edificio de mampostería no reforzada se evalúa utilizando la siguiente ecuación:

$$I_v = \sum_{i=1}^{11} K_i * W_i$$

**Tabla 31**

*Indice de vulnerabilidad global*

I	Parámetro	KiA	KiB	KiC	KiD	Wi
1	Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1
2	Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25
3	Resistencia convencional	0	5	25	45	1.5
4	Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75
5	Diafragma Horizontales	0	5	15	45	1
6	Configuración en planta	0	5	25	45	0.5
7	Configuración en elevación	0	5	25	45	1
8	Separación máxima entre muros	0	5	25	45	0.25
9	Tipo de cubierta	0	15	25	45	1
10	Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25
11	Estado de conservación	0	5	25	45	1

i	Parámetro	KiA	KiB	KiC	Wi
1	Organización del sistema resistente	0	1	2	4.0
2	Calidad del sistema resistente	0	1	2	1.0
3	Resistencia convencional	-1	0	1	1.0
4	Posición del edificio y cimentación	0	1	2	1.0
5	Diafragma Horizontales	0	1	2	1.0
6	Configuración en planta	0	1	2	1.0
7	Configuración en elevación	0	1	3	2.0
8	Separación máxima entre muros	0	1	2	1.0
9	Tipo de cubierta	0	1	2	1.0
10	Elementos no estructurales	0	1	2	1.0
11	Estado de conservación	0	1	2	2.0

Fuente : Elaboracion propia

**Organización del sistema resistente** Con este parámetro se busca determinar la eficacia de la estructura existente evaluando las uniones entre vigas, columnas y el confinamiento de muros. (Hurtado O. & León M., 2008).

- A. Edificación en albañilería confinada en todas las plantas.
- B. Edificación en albañilería solo con vigas de confinamiento sin columnas o columnas sin vigas de confinamiento o vigas con columnas de confinamiento, pero no en todas las plantas.
- C. Edificación en albañilería que no posee vigas y columnas de confinamiento en todas las plantas y que está conformado por paredes ortogonales bien ligadas.
- D. Edificación en albañilería que no posee vigas y columnas de confinamiento en todas las plantas, con paredes ortogonales no ligadas o mal ligadas.

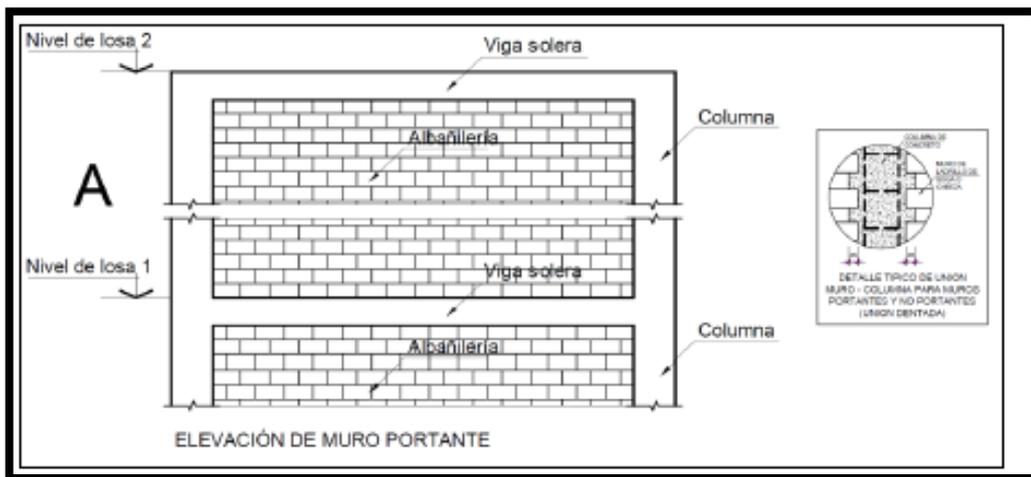


Figura 39: Ejemplo de organización del sistema resistente tipo A.

Fuente: Pimentel, 2016.

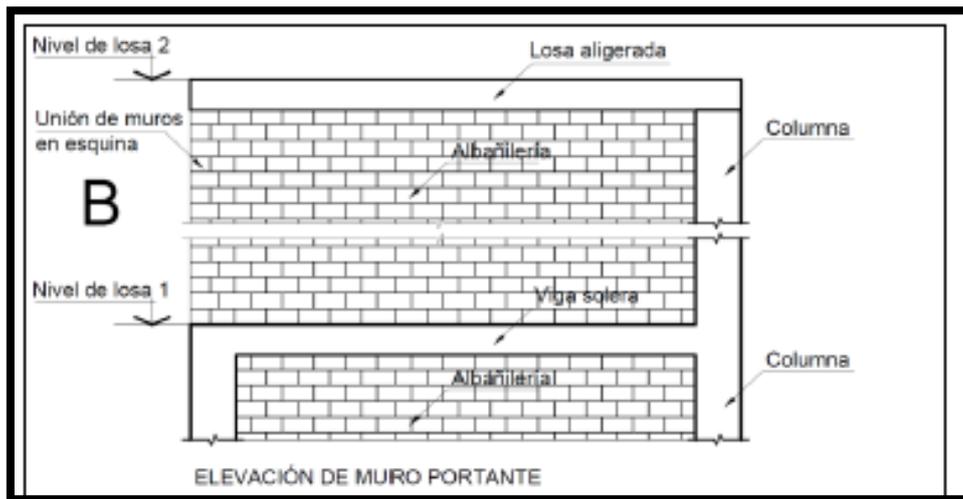


Figura 40 : Ejemplo de organización del sistema resistente tipo B.

Fuente: Pimentel, 2016.

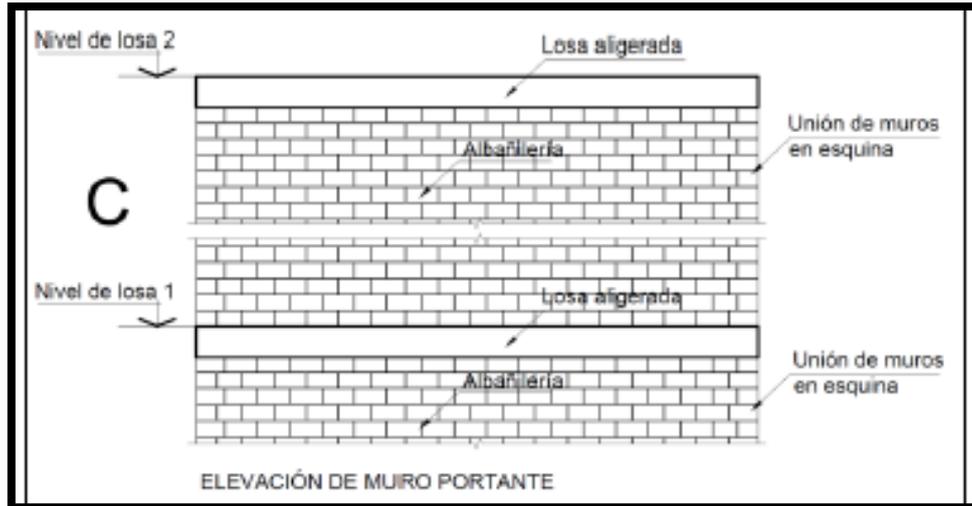


Figura 41: Ejemplo de organización del sistema resistente tipo C.

Fuente: Pimentel, 2016.

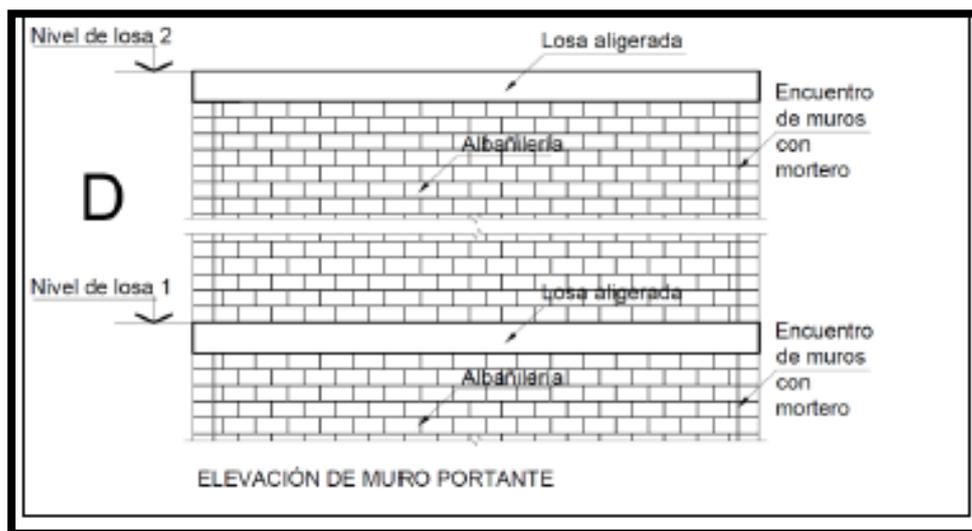


Figura 42 : Ejemplo de organización del sistema resistente tipo D.

Fuente: Pimentel, 2016.

**Calidad del sistema resistente** este parámetro busca determinar el tipo de albañilería según su característica de resistencia con el fin de asegurar la eficiencia del comportamiento de la estructura. (Hurtado O. & León M., 2008).

- A. Albañilería y mortero de buena calidad.
- B. Albañilería de buena calidad con mortero pero con unidades de albañilería no muy homogéneas a lo largo de todo el elemento.
- C. Albañilería de baja calidad con poco mortero, no homogéneas pero bien trabadas.
- D. Albañilería de baja calidad con baja o sin presencia de mortero, con unidades de albañilería no homogénea y mal trabada.

**Resistencia convencional** este parámetro relaciona el cortante resistente de los muros ( $V_R$ ) y la fuerza basal actuante ( $V_A$ ). (Hurtado O. & León M., 2008).

$$F_s = \frac{V_R}{V_A}$$

$$V_A = cW \quad V_R = \sum AmVm$$

Donde:

C: es el coeficiente sísmico.

W: representa el peso total de la edificación.

Am: es el área transversal del muro resistente a sismo.

Vm: representa el esfuerzo cortante de la mampostería

El cálculo anterior se puede refinar con el siguiente factor correctivo:

$$R = (1.33L/H)^2 \leq 1$$

Este factor se aplica a la contribución de muros en los que la relación entre la altura (H) y la longitud (L) es mayor de 1.33. El factor afecta el área de los muros involucrados, dando lugar a un área efectiva, cuya suma es la que se considera en la ecuación anterior para el cálculo de  $V_R$ . (Hurtado O. & León M., 2008, pág. 82).

La evaluación de este parámetro será mediante el factor  $F_s$ .

- A.  $F_s \geq 1.0$
- B.  $1.0 > F_s \geq 0.6$
- C.  $0.6 > F_s \geq 0.4$
- D.  $0.4 > F_s$

**Posición del edificio y cimentación** este parámetro analiza la relación entre el tipo de terreno y la cimentación con el comportamiento sísmico de la edificación, para lo cual se tiene en cuenta la capacidad y la pendiente del terreno, la ubicación de la cimentación a diferente cota y la presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén. (Hurtado O. & León M., 2008).

- A. Edificación cimentada sobre terreno estable o roca con pendiente inferior al 10%, el cimiento está a la misma cota. No hay empuje de tierra a causa de un terraplén.
- B. Edificación cimentada sobre terreno estable o roca con pendiente entre 10% y 30%, la diferencia de las cotas del cimiento no es mayor a 1 metro. No hay empuje de tierra a causa de un terraplén.
- C. Edificación cimentada sobre terreno blando o suelto con pendiente entre 10% y 30% o sobre terreno estable o roca con pendiente entre 30% y 50%. La diferencia de las cotas del cimiento no es mayor a 1 metro. Hay empuje de tierra a causa de un terraplén.
- D. Edificación cimentada sobre terreno blando o suelto con pendiente mayor al 30% o terreno estable o roca con pendiente mayor al 50%. La diferencia de cotas del cimiento es mayor a 1 metro. Hay empuje de tierra a causa de un terraplén.

**Diafragmas horizontales** este parámetro busca primordialmente la evaluación de dos aspectos, que la rigidez del diafragma en el plano sea suficiente y que las conexiones entre el diafragma y los elementos verticales, sean de carácter adecuado.” (Hurtado O. & León M., 2008).

- A. Cuando no se cumple ninguna de las siguientes condiciones: hay desniveles, el porcentaje de abertura en el diafragma es mayor de 30% y la conexión entre el diafragma y los muros es deficiente.
- B. Cuando no se cumple alguna de las condiciones de la clase A.
- C. Cuando no se cumplen dos de las condiciones en la clase A.
- D. Cuando no se cumple ninguna de las condiciones en la clase A.

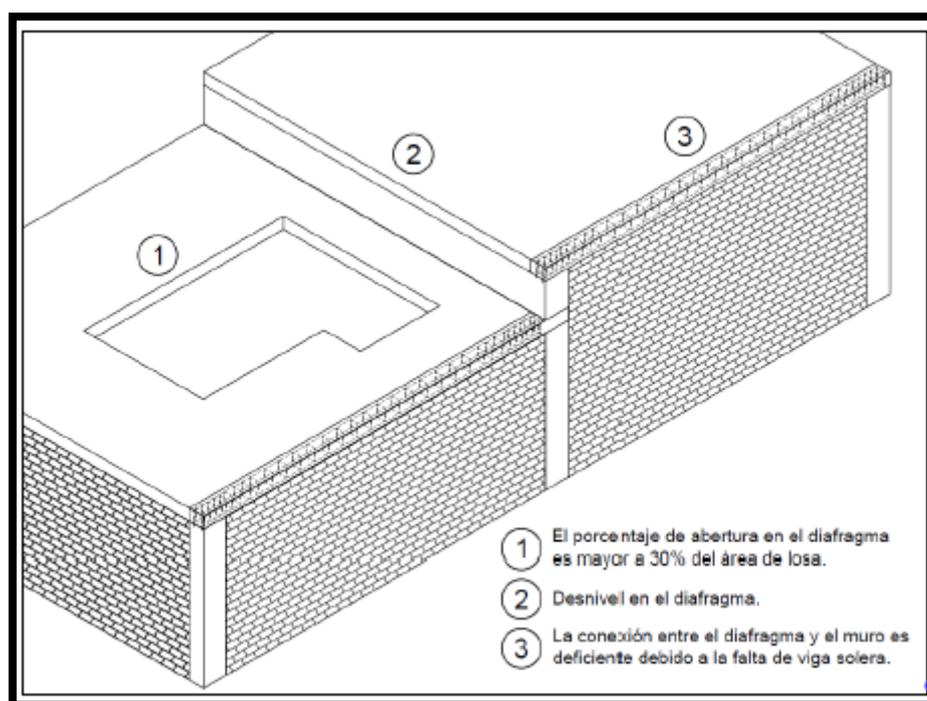


Figura 43 : Tipos de diafragma horizontal.

Fuente: Pimentel, 2016.

**Configuración en planta** se considera la relación  $a/L$  entre el ancho y el largo en planta, además se toma en cuenta las protuberancias que se presentan en el cuerpo

principal de la estructura  $b/L$ , ya que pueden causar efectos de torsión no deseados

(Hurtado O. & León M., 2008).

- A.  $a/L \geq 0.8$  o  $b/L \leq 0.1$
- B.  $0.6 \leq a/L < 0.8$  o  $0.1 < b/L \leq 0.2$
- C.  $0.4 \leq a/L < 0.6$  o  $0.2 < b/L \leq 0.3$
- D.  $a/L < 0.4$  o  $b/L > 0.3$

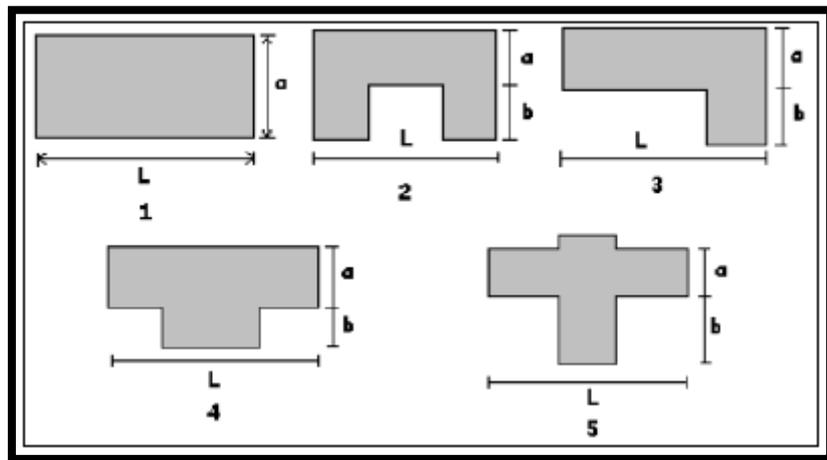


Figura 44: Tipos de configuración en planta.

Fuente: Hurtado O. & León M., 2008.

**Configuración en elevación** se determina la irregularidad con la variación de masa en porcentaje  $\pm \Delta M/M$  entre dos pisos sucesivos, siendo M la masa del piso más bajo y el signo (+) se usa si se presenta aumento o el (-) si se presenta disminución de masa hacia lo alto del edificio (Hurtado O. & León M., 2008).

- A.  $-\Delta M/M < 10\%$
- B.  $10\% \leq -\Delta M/M < 20\%$
- C.  $-\Delta M/M > 20\%$
- D.  $+\Delta M/M > 0$

**Separación máxima entre los muros** la evaluación de éste parámetro se trata de la presencia de muros transversales que interceptan muros portantes y se realiza con el factor  $L/S$ , donde  $L$  es el espaciamiento de los muros transversales y  $S$  es el espesor del muro portante. Se evaluará el caso más desfavorable (Hurtado O. & León M., 2008).

- A.  $L/S < 15$
- B.  $15 \leq L/S < 18$
- C.  $18 \leq L/S < 25$
- D.  $25 \leq L/S$

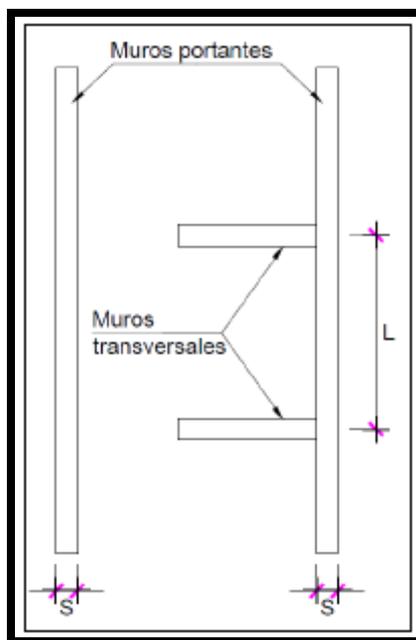


Figura 45 : Ejemplo de separación máxima entre los muros.

Fuente: Pimentel, 2016.

**Elementos no estructurales** este parámetro mide la cantidad de elementos no estructurales en la edificación (Hurtado O. & León M., 2008).

- A. Estructura con elementos no estructurales, de pequeña dimensión y bien conectados a la estructura principal.

- B. Estructura con elementos no estructurales, de pequeña dimensión y mal conectados a la estructura principal.
- C. Estructura con demasiados elementos no estructurales de peso considerable y mal conectados a la estructura principal, que pueden caer en caso de terremoto.
- D. Estructura con elementos no estructurales sin conexión o elementos montados en etapas posteriores a la construcción de la estructura, existiendo por ello una unión deficiente de dichos elementos a los muros.

**Estado de conservación** este parámetro evalúa los deterioros que se encuentran en las edificaciones y que pueden arriesgar la capacidad del sistema resistente vertical y lateral (Hurtado O. & León M., 2008).

- A. Muros, columnas y techo en buena condición y sin daño visible.
- B. Muros, columnas y techo con agrietamiento que no ha sido provocado por terremotos.
- C. Muros y columnas con grietas de mediano tamaño (2 a 3 mm de espesor) o con grietas causadas por sismo. Estructuras que no presentan agrietamiento pero que tienen un estado de conservación mediocre.
- D. Muros y columnas con gran deterioro en los materiales de construcción o con agrietamiento de espesor superior a 3 mm techos muy dañados cercanos al colapso.

**Análisis de vulnerabilidad sísmica** los valores de índice de vulnerabilidad que se obtienen mediante esta metodología se encuentran en el rango de 0 a 337.5, siendo éste último valor el menos favorable y supone presencia de mayor daño ante un sismo.

**Tabla 32 :**

*Escala global de vulnerabilidad adaptada.*

Valor de índice de vulnerabilidad Iv	Interpretación del índice de vulnerabilidad	Tipo de intervención
0 – 52.5	Baja vulnerabilidad	A largo plazo
52.5 – 125	Mediana vulnerabilidad - baja	A largo plazo
125 – 162.5	Mediana vulnerabilidad – Alta	Necesaria
162.5 – 337.5	Alta vulnerabilidad	Urgente – inmediato

Fuente : Elaboracion propia

#### ANEXO 4: PANEL FOTOGRAFICO



Figura 46 : Encuestando a propietarios de vivienda



Figura 47 : Encuestando a propietarios de vivienda



Figura 48: Encuestando a propietarios de vivienda



Figura 49 : Encuestando a propietarios de vivienda



Figura 50: encuestando a propietarios de vivienda



Figura 51: Armadura expuesta



Figura 52: Armadura expuesta



Figura 53: Armadura expuesta

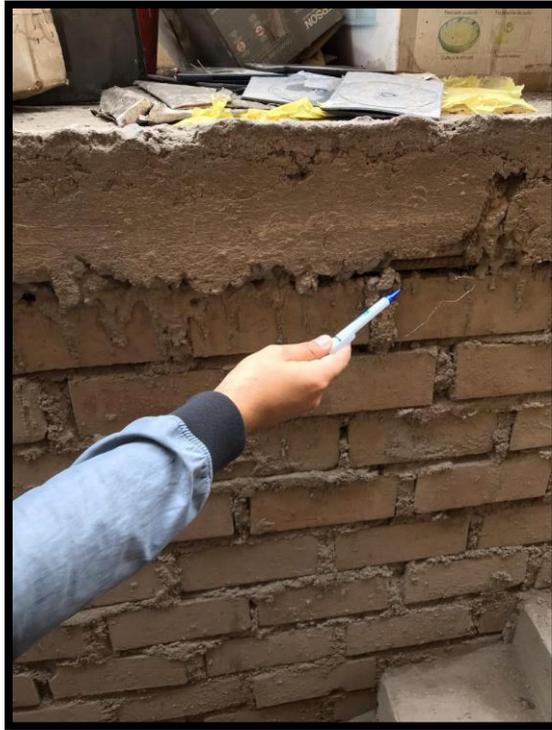


Figura 54: Armadura expuesta



Figura 55: Armadura expuesta



Figura 56: Armadura expuesta



Figura 57: Sin junta sísmica



Figura 58 : Mala conservación

## ANEXO 5: CUESTIONARIO ANONIMO A VIVIENDAS

FICHA DE ENCUESTA	
NOMBRE DEL PROPIETARIO / ENCUESTADO:	N° <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>
<b>UBICACIÓN DE LA VIVIENDA</b>	
<b>1. Área total del terreno:</b>	
a) 10-50      b) 51-100      c) 101-150      d) 151-200      e) Más de 200 m <sup>2</sup>	
<b>2. Cantidad de pisos:</b>	
a) 1              b) 2              c) 3              d) 4              e) Más de 4 pisos	
<b>3. Tiempo de vida de la edificación:</b>	
a) 1-10          b) 11-20          c) 21-30          d) 31-40          e) Más de 40 años	
<b>4. Asesoramiento técnico:</b>	
a) Sin diseño ni Supervisión técnica          b) Vivienda con diseño          c) Vivienda con diseño y Supervisión técnica	
<b>5: Planos de vivienda:</b>	
a) Si tiene                                  b) No tiene	
ESQUEMA DE LA VIVIENDA	


**OVIEDO INGENIERÍA E.I.R.L.**  
  
 M.C. Inq. Ricardo Oviedo Sarmiento

<b>HOJA DE OBSERVACIONES</b>		
		Nº <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>
UBICACIÓN	DAÑOS VISIBLES / FALLAS	
<b>1. Pendiente del terreno:</b>		<b>10. Tabiquería sin viga solera</b> <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>
a) Pendiente ligera <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>		<b>11. Incorrecta unión muro techo</b> <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>
b) Pendiente pronunciada <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>		<b>12. Armaduras expuestas</b> <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>
<b>2. Cimentación escalonada</b> <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>		
ESTRUCTURA		<b>13. Cangrejeras:</b>
<b>3. Sistema estructural:</b>		a) En vigas <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>
a) Albañilería confinada <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>		b) en columnas <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>
b) Sistema aporticado <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>		<b>14. Eflorescencia en muros</b> <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>
<b>4. Irregularidad vertical</b> <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>		<b>15. Fisuración / agrietamiento:</b>
<b>5. Piso blando</b> <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>		a) Vigas <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>
<b>6. Irregularidad torsional</b> <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>		b) Columnas <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>
<b>7. Irregularidad en planta</b> <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>		c) Muros <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>
<b>8. Columna corta</b> <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>		d) Losa <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>
<b>9. Sin junta sísmica</b> <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>		
OBSERVACIONES		
<b>16. Deformaciones:</b>		
<b>17. Incendio en la vivienda:</b>		
<b>18. Tipo de daño en la vivienda:</b>		
<b>19. Calidad de los materiales:</b>		
<b>20. Estado de observación de la vivienda:</b>		


**OVIADO INGENIERIA E.I.R.L.**  
  
 MSc° Ing. Ricardo Oviado Sarmiento

## ANEXO 6: CUESTIONARIO

**INSTRUCCIONES:** Marque con una “X” en la casilla que usted considere correcta.

DIMENSION	ÍTEMS	MUY DE ACUERDO	DE ACUERDO	INDIFERENTE	EN DESACUERDO	MUY EN DESACUERDO
<b>Dimensión 1</b> Índice de vulnerabilidad.	<b>1. Calidad estructural.</b>					
	1.1. ¿Cree usted que un mal diseño estructural ocasionaría que la calidad estructural se vea afectada en la vulnerabilidad sísmica de la vivienda?					
	1.2. ¿Cree usted que hay un grave riesgo sísmico si existe un mal diseño estructural afectando la calidad de la misma?					
	<b>2. Ubicación geográfica.</b>					
	2.1. ¿Considera que la ubicación geográfica influye directamente en el diseño estructural de la vivienda?					
	2.2. ¿Considera que la ubicación gráfica influye directamente en la vulnerabilidad sísmica de la vivienda?					
<b>Dimensión 2</b> Intensidad sísmica.	<b>3. Escala de Richter</b>					
	3.1. ¿Considera un aceptable diseño estructural si éste está preparado para soportar un sismo de 8 en la escala de Richter?					
	3.2. ¿Considera que las 8 viviendas revisadas tienen un diseño estructural tal que soporten un sismo de 8 en la escala de Richter?					
	<b>4. Intensidad volcánica.</b>					
	4.1. ¿Cree usted que un buen diseño estructural, menguaría un grave riesgo de sismo ante la actividad volcánica?					
	4.2. ¿Considera usted que el diseño estructural debe ser diferenciado en viviendas con intensidad volcánica?					
<b>Dimensión 3</b> Resistencia de materiales.	<b>5. Conocimiento de la norma E 070</b>					
	5.1. ¿Cree usted que la densidad de muros para albañilería confinada es suficiente para viviendas de dos pisos en todos los casos?					
	5.2. ¿Según el ítem anterior hay casos particulares que se colocaría sistema aporticado para viviendas de dos pisos?					

	<b>6. Conocimiento de las propiedades del concreto y acero.</b>					
	6.1. ¿Para una correcta elaboración de muros, según su densidad influye en primer lugar tener un buen concreto?					
	6.2. ¿El acero tendrá un comportamiento secundario en la elaboración de muros de albañilería confinada según su densidad?					
<b>Dimensión 4</b>	<b>7. Vivienda con y sin diseño estructural</b>					
Edificaciones	7.1. ¿Considera que la densidad de muros queda desestimada en una vivienda sin diseño estructural?					
	7.2. ¿Cree usted la relación de la densidad de muros y su vulnerabilidad sísmica es directa para desestimar riesgos estructurales en viviendas con diseño estructural?					
	<b>8. Supervisión técnica.</b>					
	8.1. ¿Considera fundamental la supervisión de un ingeniero en la fase de planificación en la colocación de muros según su densidad?					
	8.2. ¿Considera fundamental la supervisión de un ingeniero en la fase de ejecución en la colocación de muros según su densidad?					
	8.3. ¿Es importante que la supervisión sea efectuada por un ingeniero civil estructural colegiado?					

## ANEXO 7: VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

<b>Nombre del instrumento motivo de la evaluación.</b>	Cuestionario, sobre análisis estructural aplicando relación de factores estructurales en la vulnerabilidad sísmica mediante método BENEDETTI Y PETRINI en la asociación residencial SAN FRANCISCO, LIMA 2019					
<b>Autor del Instrumento</b>	Bach. Ruffner Marchan; Alexis Daniel.					
<b>Población</b>	20 ingenieros civiles colegiados del CD Lima.					
<b>DIMENSION</b>	<b>ÍTEMS</b>	<b>SUFICIENCIA</b>	<b>CLARIDAD</b>	<b>COHERENCIA</b>	<b>IMPORTANCIA</b>	<b>OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES</b>
<b>Dimensión 1</b> Índice de vulnerabilidad.	<b>1. Calidad estructural.</b>					
	1.1. ¿Cree usted que un mal diseño estructural ocasionaría que la calidad estructural se vea afectada en la vulnerabilidad sísmica de la vivienda?	4	4	4	4	
	1.2. ¿Cree usted que hay un grave riesgo sísmico si existe un mal diseño estructural afectando la calidad de la misma?		4	4	4	
	<b>2. Ubicación geográfica.</b>					
	2.1. ¿Considera que la ubicación geográfica influye directamente en el diseño estructural de la vivienda?	4	4	4	4	
	2.2. ¿Considera que la ubicación gráfica influye directamente en la vulnerabilidad sísmica de la vivienda?		4	4	4	
<b>Dimensión 2</b> Intensidad sísmica.	<b>3. Escala de Richter</b>					
	3.1. ¿Considera un aceptable diseño estructural si éste está preparado para soportar un sismo de 8 en la escala de Richter?	4	4	4	4	
	3.2. ¿Considera que las 8 viviendas revisadas tienen un diseño estructural tal que soporten un sismo de 8 en la escala de Richter?		4	4	4	
	<b>4. Intensidad volcánica.</b>					
	4.1. ¿Cree usted que un buen diseño estructural, menguaría un grave riesgo de sismo ante la actividad volcánica?	4	4	4	4	
	4.2. ¿Considera usted que el diseño estructural debe ser diferenciado en viviendas con intensidad volcánica?		4	4	4	
<b>Dimensión 3</b> Resistencia de materiales.	<b>5. Conocimiento de la norma E 070</b>					
	5.1. ¿Cree usted que la densidad de muros para albañilería confinada es suficiente para viviendas de dos pisos en todos los casos?	4	4	4	4	

 **OVIEDO INGENIERIA E.I.A.L.**  
  
 MsC° Inq. Ricardo Oviedo Sarmiento

	5.2. ¿Según el ítem anterior hay casos particulares que se colocaría sistema aporticado para viviendas de dos pisos?		4	4	4	
	<b>6. Conocimiento de las propiedades del concreto y acero.</b>					
	6.1. ¿Para una correcta elaboración de muros, según su densidad influye en primer lugar tener un buen concreto?	4	4	4	4	
	6.2. ¿El acero tendrá un comportamiento secundario en la elaboración de muros de albañilería confinada según su densidad?		4	4	4	
<b>Dimensión 4</b>	<b>7. Vivienda con y sin diseño estructural</b>					
Edificaciones	7.1. ¿Considera que la densidad de muros queda desestimada en una vivienda sin diseño estructural?	4	4	4	4	
	7.2. ¿Cree usted la relación de la densidad de muros y su vulnerabilidad sísmica es directa para desestimar riegos estructurales en viviendas con diseño estructural?		4	4	4	
	<b>8. Supervisión técnica.</b>					
	8.1. ¿Considera fundamental la supervisión de un ingeniero en la fase de planificación en la colocación de muros según su densidad?	4	4	4	4	
	8.2. ¿Considera fundamental la supervisión de un ingeniero en la fase de ejecución en la colocación de muros según su densidad?		4	4	4	
	8.3. ¿Es importante que la supervisión sea efectuada por un ingeniero civil estructural colegiado?		4	4	4	

Firma del validador experto.	 MsC° Ing. Ricardo Oviado Sarmiento
Apellidos y Nombres	Oviado Sarmiento Ricardo Ramon
D.N.I.	21519752

## ANEXO 8: INFORMACIÓN DEL VALIDADOR DE EXPERTOS

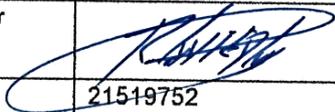
### Información del validador de expertos

#### Validado por:

Tipo de Validador	Interno ( ) [Docente UPN]	Externo (X)
Apellidos y Nombres	OVIEDO SARMIENTO RICARDO RAMON	
Sexo	Masculino (X)	Femenino ( )
Profesión	INGENIERO CIVIL C/ MAESTRIA EN INGENIERIA ESTRUCTURAL	
Grado Académico	Licenciado ( ) Magister (X) Doctor ( )	
Años de experiencia laboral	5 -10 ( ) 11 - 15(X) 16 – 20 ( ) 21 a más años ( )	

#### Solo para validado externo:

Organización donde labora	OVIEDO INGENIERIA EIRL
Cargo actual	GERENTE GENERAL
Área de especialización	INGENIERIA SISMORRESISTENTE
Número de teléfono de contacto	999014252
Correo electrónico de contacto	GERENCIA@OVIEDOINGENIERIA.PE
Medio de preferencia para contactarlo	Por teléfono ( ) Por correo electrónico (X)

Firma del validador experto.	
D.N.I.	21519752

 **OVIEDO INGENIERIA E.I.R.L.**

**MSc° Inq. Ricardo Oviedo Sarmiento**

## ANEXO 9: MATRIZ DE CONSISTENCIA

ANÁLISIS ESTRUCTURAL APLICANDO RELACIÓN DE FACTORES ESTRUCTURALES EN LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE MÉTODO BENEDETTI Y PETRINI EN LA ASOCIACION RESIDENCIAL SAN FRANCISCO, LIMA 2019	Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables y=f(x)	Dimensiones	Indicadores	Diseño de la investigación
	<b>Problema general:</b>  ¿Cuál es la relación entre los factores estructurales de las edificaciones y el nivel de vulnerabilidad sísmica en las viviendas de la asociación de vivienda residencial San Francisco, Lima 2019	<b>Objetivo general:</b>  Determinar la relación entre los factores estructurales de las edificaciones y el nivel de vulnerabilidad sísmica en las viviendas de la asociación de vivienda residencial San Francisco, Lima 2019.	<b>Hipótesis general:</b>  Existe una relación directa entre los factores estructurales de las edificaciones y el nivel de vulnerabilidad sísmica en las viviendas de la Asociación de vivienda Residencial San Francisco, Lima 2019.	Variable dependiente (y): Análisis estructural aplicando relación de los factores estructurales en la vulnerabilidad sísmica.	Índice de vulnerabilidad Intensidad Sísmica	Calidad estructural.  Ubicación geográfica.  Escalas de Richter.  Intensidad volcánica.	Tipo: Investigación Aplicada.  Método: Enfoque Cuantitativa  Diseño: Correlacional  En tiempo: Transversal
<b>Problemas específicos:</b>  1. ¿Cuál es la relación entre el diseño estructural que presentan las 08 edificaciones y su vulnerabilidad sísmica aportando herramientas para la intervención mediante criterios de estos en las viviendas de la asociación de vivienda residencial San Francisco, Lima 2019?  2. ¿Cuál es la relación entre la densidad de muro que presentan la edificación más crítica y su vulnerabilidad sísmica en las viviendas de la asociación de vivienda residencial San Francisco, Lima 2019?  3. ¿Cómo contribuir en la reducción de la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de la asociación de vivienda residencial San Francisco, Lima 2019?	<b>Objetivos específicos:</b>  1. Determinar la relación entre el diseño estructural que presentan las 08 edificaciones y su vulnerabilidad sísmica aportando herramientas para la intervención mediante criterios de estos en las viviendas de la asociación de vivienda residencial San Francisco, Lima 2019  2. Determinar la relación entre la densidad de muro que presentan la edificación más crítica y su vulnerabilidad sísmica en las viviendas de la asociación de vivienda residencial San Francisco, Lima 2019  3. Determinar la reducción de la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de la asociación de	<b>Hipótesis específicas:</b>  1. Existe una relación entre el diseño estructural que presentan las 08 edificaciones y su vulnerabilidad sísmica aportando herramientas para la intervención mediante criterios de estos en las viviendas de la asociación de vivienda residencial San Francisco, Lima 2019.  2. Existe una relación entre la densidad de muro que presentan la edificación más crítica y su vulnerabilidad sísmica en las viviendas de la asociación de vivienda residencial San Francisco, Lima 2019.	Variable independiente (x):  Método Benedetti y Petri	Resistencia de materiales  Edificaciones	Conocimiento de la norma E 070  Conocimiento de las propiedades del concreto y acero.  Vivienda con y sin diseño estructural.  Supervisión técnica.		

	vivienda residencial San Francisco, Lima 2019	3. Existe la reducción en la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de la asociación de vivienda Residencial San Francisco, Lima 2019.				
--	---	---	--	--	--	--