



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN VIVIENDAS  
HÍBRIDAS AUTOCONSTRUIDAS EN LA URBANIZACIÓN 09 DE  
OCTUBRE DE LA CIUDAD DE JULIACA, PROVINCIA DE SAN  
ROMÁN Y DEPARTAMENTO DE PUNO, 2021**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. JORGE LUIS CHURATA TURPO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**PUNO – PERÚ**

**2022**



## DEDICATORIA

A Dios por ser mi guía durante toda mi formación académica y personal.

A mis padres Celso Churata y Elvira Turpo, quienes son mi motivación para cumplir mis sueños y enseñarme el significado del amor.

A mis hermanos Jessica, René y Miguel, quienes me enseñaron grandes lecciones de vida mediante su ejemplo y su eterno amor a la familia.

A mi tíos Elias y Juana, quienes siempre me apoyaron de una manera desinteresada y que su historia de esfuerzo y superación me inspira cada día.

A mi querida Kathia, quien me enseñó el significado de una sincera amistad siendo mi apoyo incondicional en este paso para lograr mis metas profesionales. A mi familia por su apoyo y cariño constante.

**Jorge Luis Churata Turpo**



## AGRADECIMIENTO

A Dios por darme fuerza y voluntad, y así permitirme cumplir esta meta en mi vida profesional.

A mis Padres y hermanos por su apoyo durante estos años de formación profesional y darme la motivación para cumplir mis metas.

A mi alma mater la Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura y a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil por albergarme por 5 años en sus ambientes y darme la oportunidad de cumplir mis sueños.

A los docentes de la Escuela de Ingeniería Civil, por guiarme y enseñarme el camino para convertirme en un ingeniero.

Al ingeniero Néstor Leodan Suca Suca, cuya asesoría como director de tesis fue valiosa durante el proceso de elaboración de esta tesis.

A los vecinos de la Urbanización 09 de Octubre, por brindarme la confianza para poder realizar esta investigación.

A mis compañeros y amigos con quienes compartí muchos sueños, metas y anécdotas.

**Jorge Luis Churata Turpo**



# ÍNDICE GENERAL

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTO**

**ÍNDICE GENERAL**

**ÍNDICE DE FIGURAS**

**ÍNDICE DE TABLAS**

**ÍNDICE DE ACRÓNIMOS**

**RESUMEN ..... 14**

**ABSTRACT..... 15**

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

**1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ..... 16**

1.1.1. Identificación del problema ..... 16

1.1.2. Formulación del problema..... 17

**1.2. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN..... 17**

1.2.1. Hipótesis general ..... 17

1.2.2. Hipótesis específicas ..... 18

**1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN..... 18**

**1.4. OBJETIVOS ..... 19**

1.4.1. Objetivo general ..... 19

1.4.2. Objetivos específicos..... 19

## **CAPÍTULO II**

### **REVISIÓN DE LA LITERATURA**

**2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN..... 20**

2.1.1. Antecedentes internacionales ..... 20

2.1.2. Antecedentes nacionales..... 21



2.1.3.	Antecedentes regionales y locales .....	23
2.1.4.	Antecedentes sísmicos.....	25
<b>2.2.</b>	<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>31</b>
2.2.1.	Vulnerabilidad sísmica .....	31
2.2.2.	Peligro sísmico .....	36
2.2.3.	Riesgo sísmico.....	37
2.2.4.	Magnitud e intensidad. ....	37
2.2.5.	Sismicidad .....	38
2.2.6.	Tipologías estructurales.....	42
2.2.7.	Viviendas autoconstruidas.....	45
2.2.8.	Metodologías para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones .....	46
2.2.9.	Elección de la metodología empleada en esta investigación.....	56
<b>CAPÍTULO III</b>		
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>		
<b>3.1.</b>	<b>UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO .....</b>	<b>84</b>
<b>3.2.</b>	<b>PERIODO DE DURACIÓN DEL ESTUDIO.....</b>	<b>86</b>
<b>3.3.</b>	<b>PROCEDENCIA DEL MATERIAL UTILIZADO .....</b>	<b>86</b>
<b>3.4.</b>	<b>METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>87</b>
3.4.1.	Tipo de la investigación.....	87
3.4.2.	Nivel de investigación .....	87
3.4.3.	Diseño de investigación.....	88
3.4.4.	Población .....	88
3.4.5.	Tamaño de muestra.....	88
<b>3.5.</b>	<b>DISEÑO ESTADÍSTICO.....</b>	<b>89</b>
<b>3.6.</b>	<b>PROCEDIMIENTO .....</b>	<b>90</b>
3.6.1.	Tipologías estructurales de las viviendas .....	90



3.6.2.	Descripción de las fichas de campo.....	94
3.6.3.	Lista de viviendas .....	94
3.6.4.	Horario de muestreo. ....	96
<b>3.7.</b>	<b>VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>97</b>
3.7.1.	Variable independiente.....	97
3.7.2.	Variable dependiente.....	98
<b>3.8.</b>	<b>ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS .....</b>	<b>98</b>
3.8.1.	Análisis parámetro 1: Organización del sistema resistente .....	98
3.8.2.	Análisis parámetro 2: Calidad del sistema resistente .....	101
3.8.3.	Análisis parámetro 3: Resistencia convencional .....	104
3.8.4.	Análisis parámetro 4: Posición del edificio y de la cimentación.....	130
3.8.5.	Análisis parámetro 5: Diafragmas rígidos horizontales. ....	132
3.8.6.	Análisis parámetro 6: Configuración en planta, irregularidad en planta	135
3.8.7.	Análisis parámetro 7: Configuración en elevación, irregularidad en	altura 140
3.8.8.	Análisis parámetro 8: Distancia máxima entre columnas .....	145
3.8.9.	Análisis parámetro 9: Tipo de cubierta .....	147
3.8.10.	Análisis parámetro 10: Elementos no estructurales.....	149
3.8.11.	Análisis parámetro 11: Estado de conservación.....	151
<b>3.9.</b>	<b>CÁLCULO DEL PELIGRO SÍSMICO .....</b>	<b>153</b>
<b>3.10.</b>	<b>ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....</b>	<b>155</b>

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

<b>4.1.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>158</b>
4.1.1.	Resultados por parámetro .....	159
4.1.2.	Índice de vulnerabilidad .....	167
4.1.3.	Riesgo sísmico.....	168



<b>4.2. DISCUSIÓN .....</b>	<b>170</b>
4.2.1. Discusión frente a otras investigaciones.....	176
4.2.2. Cumplimiento de objetivos.....	178
4.2.3. Prueba de hipótesis .....	179
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>181</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>183</b>
<b>VII. REFERENCIAS.....</b>	<b>184</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>190</b>

**TEMA: Análisis de la Vulnerabilidad Sísmica en Viviendas Híbridas Autoconstruidas.**

**ÁREA: Estructuras.**

**LINEA DE INVESTIGACIÓN: Vulnerabilidad sísmica en edificaciones.**

**FECHA DE SUSTENTACIÓN: 03 DE MAYO DEL 2022**



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Elementos estructurales en una edificación .....	32
<b>Figura 2</b> Elementos no estructurales de una edificación. ....	33
<b>Figura 3</b> Métodos de evaluación de la vulnerabilidad sísmica. ....	34
<b>Figura 4</b> Métodos de evaluación de la vulnerabilidad sísmica. ....	35
<b>Figura 5</b> Métodos de evaluación de la vulnerabilidad sísmica. ....	36
<b>Figura 6</b> Mapa de la peligrosidad sísmica global. ....	39
<b>Figura 7</b> Mapa sísmico del Perú. ....	40
<b>Figura 8</b> Mapa de zonificación sísmica del Perú. ....	41
<b>Figura 9</b> Formas en planta .....	71
<b>Figura 10</b> Configuración en elevación.....	73
<b>Figura 11</b> Ubicación nacional de la región Puno.....	85
<b>Figura 12</b> Ubicación de la provincia de San Román y de la ciudad de Juliaca .....	85
<b>Figura 13</b> Ubicación de la urbanización 09 de Octubre de la ciudad de Juliaca. ....	86
<b>Figura 14</b> Ejemplo del SEHUI4.....	92
<b>Figura 15</b> Ejemplo SEHUI.....	92
<b>Figura 16</b> Ejemplo SEHUA1 .....	93
<b>Figura 17</b> Ejemplo del SEHUA .....	94





## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Escala numérica del índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini.....	55
<b>Tabla 2</b> Rangos de vulnerabilidad.....	56
<b>Tabla 3</b> Comparación entre los parámetros del método del índice de vulnerabilidad y el Reglamento Nacional de Edificaciones.....	57
<b>Tabla 4</b> Limitaciones en el uso de unidades de albañilería para fines estructurales.....	60
<b>Tabla 5</b> Cantidad de viviendas en la Urbanización 09 de Octubre.....	88
<b>Tabla 6</b> Tipología estructural de la Urbanización 09 de Octubre.....	91
<b>Tabla 7</b> Lista de viviendas evaluadas.....	95
<b>Tabla 8</b> Fecha de evaluación de viviendas.....	96
<b>Tabla 9</b> Resultados del parámetro 1.....	99
<b>Tabla 10</b> Resultados parámetro 2.....	102
<b>Tabla 11</b> Datos generales para el cálculo del parámetro 3.....	105
<b>Tabla 12</b> Propiedades de las unidades de albañilería.....	106
<b>Tabla 13</b> Cargas unitarias.....	107
<b>Tabla 14</b> _Metrado de cargas V-01.....	108
<b>Tabla 15</b> _Metrado de cargas V-02.....	108
<b>Tabla 16</b> _Metrado de cargas V-03.....	109
<b>Tabla 17</b> _Metrado de cargas V-04.....	109
<b>Tabla 18</b> _Metrado de cargas V-05.....	110
<b>Tabla 19</b> _Metrado de cargas V-06.....	110
<b>Tabla 20</b> _Metrado de cargas V-07.....	111
<b>Tabla 21</b> _Metrado de cargas V-08.....	112
<b>Tabla 22</b> Metrado de cargas de la vivienda V-09.....	112
<b>Tabla 23</b> _Metrado de cargas V-10.....	113
<b>Tabla 24</b> _Metrado de cargas V-11.....	113
<b>Tabla 25</b> Metrado de cargas de la vivienda V-12.....	114



<b>Tabla 26</b> Metrado de cargas de la vivienda V-13 .....	115
<b>Tabla 27</b> Metrado de cargas de la vivienda V-14 .....	115
<b>Tabla 28</b> _Metrado de cargas V-15.....	116
<b>Tabla 29</b> _Metrado de cargas V-16.....	117
<b>Tabla 30</b> _Metrado de cargas V-17.....	117
<b>Tabla 31</b> _Metrado de cargas V-18.....	118
<b>Tabla 32</b> _Metrado de cargas V-19.....	119
<b>Tabla 33</b> _Metrado de cargas V-20.....	119
<b>Tabla 34</b> _Metrado de cargas V-21 .....	120
<b>Tabla 35</b> _Metrado de cargas V-22.....	120
<b>Tabla 36</b> _Metrado de cargas V-23.....	121
<b>Tabla 37</b> _Metrado de cargas V - 24.....	122
<b>Tabla 38</b> _Metrado de cargas V-25 .....	122
<b>Tabla 39</b> _Metrado de cargas V-26.....	123
<b>Tabla 40</b> _Metrado de cargas V-27.....	124
<b>Tabla 41</b> _Metrado de cargas V-28.....	124
<b>Tabla 42</b> _Metrado de cargas V-29.....	125
<b>Tabla 43</b> _Resultado parámetro 3 .....	126
<b>Tabla 44</b> _Resultado parámetro 4. ....	131
<b>Tabla 45</b> _Resultado parámetro 5. ....	132
<b>Tabla 46</b> _Resultado parámetro 6. ....	136
<b>Tabla 47</b> Resultado parámetro 7 .....	141
<b>Tabla 48</b> Resultado parámetro 8 .....	146
<b>Tabla 49</b> _Resultado parámetro 9. ....	147
<b>Tabla 50</b> _Resultado parámetro 10. ....	150
<b>Tabla 51</b> _Resultado parámetro 11. ....	151
<b>Tabla 52</b> _Intensidad en Juliaca de los últimos sismos en el Perú.....	153
<b>Tabla 53</b> _Descripción del peligro sísmico en la ciudad de Juliaca .....	155



<b>Tabla 54</b> Índice de vulnerabilidad normalizado y vulnerabilidad de las viviendas evaluadas .....	156
<b>Tabla 55</b> Porcentajes del nivel de vulnerabilidad .....	158
<b>Tabla 56</b> Vulnerabilidad por tipología .....	159
<b>Tabla 57</b> Resultados del análisis parámetro 1 .....	160
<b>Tabla 58</b> Resultados del análisis parámetro 2 .....	160
<b>Tabla 59</b> Resultados del análisis parámetro 3 .....	161
<b>Tabla 60</b> Resultados del análisis parámetro 4 .....	162
<b>Tabla 61</b> Resultados del análisis parámetro 5 .....	162
<b>Tabla 62</b> Resultados del análisis parámetro 6 .....	163
<b>Tabla 63</b> Resultados del análisis parámetro 7 .....	164
<b>Tabla 64</b> Resultados del análisis parámetro 8 .....	164
<b>Tabla 65</b> Resultados del análisis parámetro 9 .....	165
<b>Tabla 66</b> Resultados del análisis parámetro 10 .....	166
<b>Tabla 67</b> Resultados del análisis parámetro 11 .....	166
<b>Tabla 68</b> Índice de vulnerabilidad según tipología estructural .....	167
<b>Tabla 69</b> Riesgo sísmico de la Urbanización 09 de Octubre .....	170



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

Iv: Índice de vulnerabilidad

Ivn: Índice de vulnerabilidad normalizado

Z: Factor de zona

U: Factor de uso

S: Factor de suelo

N: Número de pisos

L: Longitud del muro

t: Espesor de muro

Ap: Área de planta

V<sub>basal</sub>: Cortante basal

V<sub>m</sub>: Cortante de piso

V<sub>m</sub>: Resistencia característica al corte de la albañilería

P<sub>g</sub>: Carga gravitacional de servicio, con sobrecarga reducida

P: Carga gravitacional

W: Peso promedio por m<sup>2</sup>

$\varphi$  : Relación A/B

I<sub>p</sub>: Irregularidad en planta

I<sub>a</sub>: Irregularidad en altura

R: Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas

R<sub>o</sub>: Coeficiente básico de reducción

$\beta_1$ : Relación de lados, configuración en planta

$\beta_2$ : Relación de lados en edificaciones con protuberancias

h<sub>n</sub>: Altura de la edificación

C<sub>t</sub>: Coeficiente para estimar el periodo fundamental de vibración



T: Periodo fundamental de vibración

$\pm DM/M$ : Variación de masa entre dos pisos sucesivos

$\pm DA/A$ : Variación de áreas entre dos pisos sucesivos

$n$ : Tamaño de muestra

$T_p$ : Periodo que define la plataforma del factor C

$T_L$ : Periodo que define el inicio de la zona del factor C con desplazamiento

constante



## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo realizar un análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas híbridas autoconstruidas en la Urbanización 09 de Octubre de la ciudad de Juliaca, provincia de San Román y departamento de Puno. El desarrollo de esta investigación consiste en la evaluación en campo de 29 viviendas de la Urbanización 09 de Octubre para determinar su tipología estructural y calidad sísmica mediante el método de Índice de Vulnerabilidad propuesto por Benedetti y Petrini, este método consiste en realizar una suma ponderada de los valores numéricos que expresan la “calidad sísmica” de cada uno de los 11 parámetros estructurales y no estructurales que se consideren relevantes en el comportamiento sísmico. La recolección de datos se realizó entre los meses de agosto a diciembre del 2021 de acuerdo a las recomendaciones del método de Índice de Vulnerabilidad y el Reglamento Nacional de Edificaciones, dividiendo las viviendas en cuatro tipos de acuerdo a su tipología estructural, obteniéndose los siguientes resultados, como sigue: El 26.99 % (336 viviendas) tiene una vulnerabilidad baja, el 68.83% (857 viviendas) tiene una vulnerabilidad alta y cuenta con 52 lotes vacíos que representa el 4.18% del total de las viviendas de la Urbanización 09 de Octubre de la ciudad de Juliaca. Concluyendo así que el 71.84% de las viviendas construidas tienen una vulnerabilidad alta y el 28.16 % de las viviendas construidas tiene una vulnerabilidad baja, en consecuencia la Urbanización 09 de Octubre tiene una vulnerabilidad alta.

**Palabras Clave:** Vulnerabilidad, riesgo, peligro, tipología, Benedetti y Petrini.



## ABSTRACT

The objective of this research is to carry out an analysis of the seismic vulnerability in self-built hybrid houses in the 09 de Octubre Urbanization of the City of Juliaca, Province of San Román and Department of Puno. The development of this research consists of the field evaluation of 29 dwellings of the 09 de Octubre Urbanization to determine their structural typology and seismic quality through the Vulnerability Index method proposed by Benedetti and Petrini, this method consists of making a weighted sum of the numerical values that express the "seismic quality" of each one of the 11 structural and non-structural parameters that are considered relevant in the seismic behavior. The data collection was carried out between the months of August to December 2021 according to the recommendations of the Vulnerability Index method and the National Building Regulations, dividing the houses into four types according to their structural typology, obtaining the following results as follows: 26.99% (336 dwellings) have a low vulnerability, 68.83% (857 dwellings) have a high vulnerability and there are 52 empty lots, which represents 4.18% of the total number of dwellings in the Urbanization 09 de Octubre de Juliaca city. Thus concluding that 71.84% of the houses built have a high vulnerability and 28.16% of the houses built have a low vulnerability, thus giving us that the Urbanization 09 de Octubre has a high vulnerability.

**Keywords:** Vulnerability, Risk, Danger, Typology, Benedetti y Petrini.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1.1. Identificación del problema

El Perú es un país sísmico debido a que se ubica en el Cinturón de Fuego del Pacífico (Norabuena et al, 1999), siendo esta una de las zonas más vulnerables del planeta debido a la zona de subducción de la placa de Nazca, frente a la placa Sudamericana, ocasionando una intensa actividad sísmica en toda la costa Sudamericana.

Además, el 1ro de diciembre del 2016, ocurrió un sismo en la región centro-sur del Perú, con una magnitud de (6.0 ML), cuyo foco se encuentra a una profundidad de 10 km, (Tavera, 2016). Además la ciudad de Juliaca se encuentra dentro de la zona sísmica 3, según la Norma E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones a esto se aumenta la autoconstrucción en casi el total de las viviendas de la ciudad de Juliaca y el total de viviendas en la Urbanización 09 de Octubre.

La autoconstrucción en el Perú es muy común, la población construye sin los códigos de construcción y sus conocimientos empíricos (Huanca, 2020). Las viviendas que pertenecen a la urbanización 09 de octubre de la ciudad de Juliaca son viviendas autoconstruidas y sin apoyo técnico en la elaboración de planos, ni en el proceso de construcción, esto hace que las viviendas tengan una alta vulnerabilidad frente a sismos de mediana y alta magnitud.





Por ello, se realizó la presente investigación para analizar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas que pertenecen a la urbanización 09 de octubre y la elaboración de sus mapas de vulnerabilidad sísmica.

### **1.1.2. Formulación del problema**

#### **1.1.2.1. Problema general**

¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica de las viviendas híbridas autoconstruidas en la Urbanización 09 de Octubre de la ciudad de Juliaca, provincia de San Román y departamento de Puno, 2021?

#### **1.1.2.2. Problema específico**

¿Cuál es el índice de vulnerabilidad que poseen las viviendas de la Urbanización 09 de Octubre de la ciudad de Juliaca, provincia de San Román y departamento de Puno?

¿Cuál es el riesgo sísmico de las viviendas en la Urbanización 09 de Octubre de la ciudad de Juliaca, provincia de San Román y departamento de Puno?

¿Cuál es el mapa de vulnerabilidad de la Urbanización 09 de Octubre de la ciudad de Juliaca, provincia de San Román y departamento de Puno?

## **1.2. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1. Hipótesis general**

Las Viviendas Híbridas y Autoconstruidas en la Urbanización 09 de Octubre de la ciudad de Juliaca tienen una vulnerabilidad sísmica que va entre medio a alto.



### 1.2.2. Hipótesis específicas

- La escala numérica del Índice de vulnerabilidad sísmica en las viviendas de la Urbanización 09 de Octubre de la ciudad de Juliaca, en viviendas de construcción informal es mayor a 150.
- Las viviendas de la Urbanización 09 de Octubre de la ciudad de Juliaca, provincia de San Román y departamento de Puno, tienen un alto riesgo sísmico.
- En la Urbanización 09 de Octubre de la ciudad de Juliaca, provincia de San Román y departamento de Puno, más del 50 % de las viviendas presentan un índice de vulnerabilidad normalizado mayor al 40%.

### 1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Es un hecho que, las viviendas de la ciudad de Juliaca en un mayor porcentaje tienen una construcción informal y no usan los códigos de construcción. Después del sismo del 01 de diciembre del 2016 en Lampa, varias viviendas de la Urbanización 09 de Octubre presentaron fisuras en sus muros portantes, (Instituto Nacional de Defensa Civil [INDECI], 2016, p.2) en el “Reporte Complementario N° 706-02/12/2016/COEN-INDECI”, indica que el 01 de diciembre del 2016, se registró uno de los movimientos sísmicos más fuertes en los últimos 10 años en la Región Puno, movimiento sísmico de magnitud 5.6 en la escala de Richter e intensidad VI Lampa, V Cabana, IV-V Juliaca – Azángaro. Esta investigación se inicia como antecedente de este movimiento sísmico que provocó fisuras y fallas en diferentes viviendas de la ciudad de Juliaca.

Usando el método de índice de la vulnerabilidad de Benedetti y Petrini, se logra realizar un análisis de la Urbanización 09 de Octubre a través de una muestra representativa de 29 viviendas, este análisis de vulnerabilidad sísmica busca identificar



zonas con alto riesgo sísmico dentro de la urbanización estudiada. Resultados que nos servirán para entregar la vulnerabilidad sísmica de la Urbanización 09 de Octubre, determinar el índice de vulnerabilidad sísmica, un análisis del riesgo sísmico y el mapa de vulnerabilidad. Esta investigación busca que los vecinos de la Urbanización 09 de Octubre y las autoridades municipales, puedan realizar planes de prevención a fin de disminuir las pérdidas en un futuro evento sísmico, así como también se busca informar a los vecinos de la Urbanización 09 de Octubre sobre la sismicidad en la ciudad de Juliaca y la importancia que esta tiene al momento de construir sus viviendas.

## **1.4.OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo general**

Analizar la vulnerabilidad sísmica en viviendas híbridas autoconstruidas en la Urbanización 09 de Octubre de la ciudad de Juliaca, provincia de San Román y departamento de Puno, 2021.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- a. Determinar el índice de vulnerabilidad que posean las viviendas de la Urbanización 09 de Octubre de la ciudad de Juliaca, provincia de San Román y departamento de Puno.
- b. Estimar el Riesgo Sísmico de las viviendas en la urbanización 09 de Octubre de la ciudad de Juliaca, provincia de San Román y departamento de Puno.
- c. Elaborar mapas de Vulnerabilidad en la Urbanización 09 de Octubre de la ciudad de Juliaca, provincia de San Román y departamento de Puno.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

##### 2.1.1. Antecedentes internacionales

Moran, (2016), en Guayaquil (Ecuador), bajo el asesoramiento del Ing. John Galarza Rodrigo, presentó en la Universidad de Guayaquil la tesis de investigación titulada: "Aplicación de la Metodología FEMA 154 para la Evaluación de Daños Estructurales en Edificaciones Luego de un Evento Sísmico". Esta investigación tuvo como finalidad estudiar y aplicar formularios dados por el FEMA 154 a una vivienda familiar de tres plantas logro realizar una comparacion con los criterios dados por la NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción). Así mismo, realizó ensayos de carácter no destructivo, utilizando esclerómetro y ultrasonido determinando la resistencia a compresión del concreto simple de las columnas de la planta baja, primera planta y segunda planta, dando como resultado, altas resistencias de hasta  $297 \text{ kg/cm}^2$ . Con los resultados finales de los formatos de evaluación, llegan a la conclusión que la vivienda requiere una evaluación más detallada.

Bonett, (2003), en Barcelona (España), presentó a la Universidad Politécnica de Cataluña su Tesis Doctoral titulada: "Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de Edificios. Aplicación a Entornos Urbanos en Zonas de Amenaza Alta y Moderada", explica que los niveles de desempeño son distintos; para edificios esenciales sometidos a una acción sísmica que, para un edificio de uso ocasional sometido a una acción sísmica.



### 2.1.2. Antecedentes nacionales

Ccorahua & Soncco (2020), en Cusco (Perú), presentaron en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco la tesis de investigación titulada: “Evaluación de la Vulnerabilidad Estructural de las Edificaciones de Albañilería Confinada del Conjunto Vecinal Zarumilla, Cusco – 2018”. En esta investigación se aplicó el método cualitativo Hirosawa para edificaciones que cuentan con una densidad de muros muy alta, el método cuantitativo se basó en el RNE. E.030 de diseño sismorresistente, también se realizó estudios de mecánica de suelos, el esfuerzo actuante es de  $0.981 \text{ kg/cm}^2$  es menor que el esfuerzo admisible  $1.07 \text{ kg/cm}^2$ .

En su análisis con el método de Hirosawa se determinó que el índice de demanda sísmica ( $I_s0$ ) es menor que el índice de comportamiento sísmico ( $I_s$ ) en ambos sentidos ( $0.269 > 0.263$  en la dirección X,  $0.461 > 0.263$  en la dirección Y). En su análisis cuantitativo se calculó que las distorsiones máximas no sobrepasan el límite del 0.007 en la dirección X y ni el límite de 0.005 en la dirección Y, esto concluye que los muros no presentarán daños ante la ocurrencia de un sismo severo.

Enriquez & Granda (2018), en Arequipa (Perú), bajo el asesoramiento del Ing. Guillermo Herrera Alarcón, presentaron en la Universidad Nacional de San Agustín la tesis de investigación titulada: “Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Estructural de la Vivienda del Distrito de Vitor de la Región Arequipa”, en esta investigación se usó la metodología del índice de vulnerabilidad de Benedetti Petrini, para identificar los principales parámetros que influyen en las construcción de albañilería para establecer medidas de mitigación a la vulnerabilidad estructural, el distrito de Vitor según el INEI es la zona con el 9no nivel de pobreza más alta dentro de la provincia de Arequipa, lo que ocasiona que predomine la autoconstrucción de viviendas, originando que el 48%



de las viviendas presentan una vulnerabilidad alta, 34% vulnerabilidad media y solo el 18% vulnerabilidad baja de un total de 210 viviendas evaluadas según el método de Benedetti Petrini.

Sivincha & Mamani (2018), en Arequipa (Perú), bajo el asesoramiento del Ing. Guillermo Herrera Alarcón, presentaron en la Universidad Nacional de San Agustín la tesis de investigación titulada: “Análisis de la vulnerabilidad sísmica estructural de las viviendas ubicadas en el Sector XII de la Asociación Parque Industrial Porvenir Arequipa, Distrito de Cerro Colorado”, con esta investigación se determina el nivel de vulnerabilidad mediante el método del índice de vulnerabilidad propuesto por Benedetti y Petrini, obteniendo que existen tres tipologías en la zona de estudio: Albañilería Confinada con Diafragma Rígido (7.9%), Albañilería Parcialmente Confinada con Diafragma Flexible (4.0%) y Albañilería No Confinada con Diafragma Flexible (88.1%), también se obtuvo que el 92.1% de las viviendas del sector XII de la Asociación Parque Industrial Porvenir Arequipa presentan una Vulnerabilidad Alta.

Galdos & Nuñez (2018), en Cusco (Perú), bajo el asesoramiento del Ing. Julio Gavino Rojas Bravo, presentaron en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco la tesis de investigación titulada: “Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica en los Edificios de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Distrito de Cusco, 2018”. Esta tesis aplica un manual de evaluación rápida propuesto por el FEMA P-154 (Federal Emergency Management Agency) se evaluaron el Edificio antiguo (consta de un bloque), el Edificio Nuevo de la EPIC (consta de tres bloques) y los laboratorios de Suelos e Hidráulica (consta de tres bloques). Y logró los siguientes resultados, para el edificio antiguo de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil se obtuvo un puntaje de 0.3; el Bloque A, el Bloque B y el Bloque C de la edificación nueva obtuvieron puntajes de 0.4, 2.4 y 1.5



respectivamente; el Bloque A, el Bloque B y Bloque C de los laboratorios de Suelos e Hidráulica obtuvieron puntajes de 2.4, 2.1 y 2.4 respectivamente.

Quiroz & Vidal (2015), en Trujillo (Perú), bajo el asesoramiento del PhD. Genner Villareal Castro, presentaron en la Universidad Privada Antenor Orrego la tesis de investigación titulada: “Evaluación del Grado de Vulnerabilidad Sísmica Estructural en Edificaciones Conformadas por Sistemas Aporticados y de Albañilería Confinada en el Sector de Esperanza parte baja - Trujillo, 2014”. En esta tesis de investigación se utiliza procesos estadísticos para elaborar un formato de evaluación rápida llamado UPAO. Se evaluó un aproximado de 300 edificaciones entre sistemas aporticados y de albañilería confinada determinando así que para el 75.4% de edificaciones se tiene un alto grado de vulnerabilidad sísmica. Esta tesis de evaluación no evalúa específicamente cada edificación, sino que, en base a un muestreo de las edificaciones presentes en el distrito, brinda configuraciones típicas de construcción y en base a ellas realiza su estudio.

INDECI, (2011), en Ate (Perú), esta institución realizó un estudio denominado “Estudio para Determinar el Nivel de Vulnerabilidad Física ante la Probable Ocurrencia de un Sismo de Gran Magnitud – Distrito Ate”, En este estudio se indica las viviendas presentan un elevado porcentaje (100.0%) de niveles de vulnerabilidad alta y muy alta, esto debido a lo precario que son sus sistemas constructivos; exponiendo la vida y el patrimonio de los pobladores.

### **2.1.3. Antecedentes regionales y locales**

Ccoarite (2020), en Juliaca (Perú) bajo el asesoramiento del Ing. Herson Duberly Pari Cusi, presentaron en la Universidad Peruana Unión Filial Juliaca, la tesis de investigación titulada: “Influencia de la configuración estructural, en la vulnerabilidad



sísmica de viviendas informales – Juliaca”, para esta investigación se realizó la toma de muestras de 383 viviendas, y se analizó de la siguiente manera, el 20% a través de encuestas a propietarios de viviendas y el 80% a través de vistas aéreas con la ayuda de un dron, concluyendo que el 28% de las viviendas tienen una vulnerabilidad baja, 36% tiene una vulnerabilidad media y 36% tiene una vulnerabilidad alta.

Illacutipa & Illacutipa (2019), en Juliaca (Perú), bajo el asesoramiento del Ing. Herson Duberly Pari Cusi, presentaron en la Universidad Peruana Unión Filial Juliaca la tesis de investigación titulada: “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica mediante curvas de fragilidad de edificaciones típicas de albañilería confinada en la ciudad de Juliaca”, esta investigación tuvo por objetivo contribuir con información para la mitigación del riesgo sísmico mediante el desarrollo de curvas de fragilidad y vulnerabilidad, al final esta investigación concluye que, las edificaciones con unidades de albañilería industrial el 3.45 % de dos niveles y el 9.98% de tres niveles colapsen, y las edificaciones con unidades de albañilería artesanal el 27.55% de dos niveles y el 50.08% de tres niveles colapsen.

Choqueza & Molluni (2018), en Puno (Perú), bajo el asesoramiento del Ing. Yasmani Teófilo Vitulas Quille, presentaron en la Universidad Nacional del Altiplano la tesis de investigación titulada: “Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de las Edificaciones Públicas de Concreto Armado En La Zona Urbana Del Distrito De Ocuwiri, Prov. Lampa, Reg. Puno – 2017”, en esta investigación se estima el grado de vulnerabilidad a través de las curvas de fragilidad, concluyendo así que 88.89% son altamente vulnerables, con un valor medio de 0.009 de derivada de entrepiso y su valor medio de 79.41% de probabilidad de fallo.





#### 2.1.4. Antecedentes Sísmicos.

Según (Tavera et. al, 2016), los sismos que produjeron daños en el departamento de Puno son los siguientes:

- **31 de marzo de 1650 a las 19 horas**, ocurrió un sismo en Cusco generando estragos en en Abancay, Andahuaylas y otros pueblos ubicados en la meseta del Collao hasta Sicasica (Bolivia). Terremoto de magnitud 7.2. intensidad máxima de V en Puno.
- **9 de abril de 1928 a las 12h 30 min (hora Local)**. El observatorio de Lima registraba un movimiento sísmico proveniente de la provincia de Carabaya, departamento de Puno. Terremoto de magnitud 6.9 produce en Carabaya - Puno (al Nor este de la ciudad de Puno).
- **26 de febrero de 1952:** Movimiento sísmico de magnitud 7,5 en la escala de Richter a las 06:31 horas afectó Coasa y Macusani en la region de Puno.
- **1958: 15 de enero, A las 14:14:29 horas** terremoto en Arequipa que causó 28 muertos y 133 heridos. Alcanzó una intensidad del grado VII en la Escala Modificada de Mercalli, siendo la zona más afectada entre Camaná y Atico. El movimiento fue sentido de Chincha a Tarapacá en Chile, por el este en Cusco, Puno y otras localidades del Altiplano.
- **En el 2001:** En la frontera de Puno con Arequipa, se registro un sismo de magnitud ML=5.0 (29 de Junio 2001; 22h 33 min HL) La intensidad en Juliaca y Ayaviri de III (MM).



- **14 de mayo 2012:** Se produjo un sismo con epicentro a 31 km al suroeste de Tarata; las zonas afectadas fueron el Sur del Perú. Con una intensidad de (V) en Tacna, IV en Moquegua, III en Arequipa, II en Puno y Chucuito.
- **01 de abril 2014:** Se produjo un sismo con epicentro a 83 kilómetros al noroeste de Iquique, Chile; el sur del Perú se vió afectado. Se vio la presencia de grietas en las viviendas de Desaguadero (Puno), causando un susto a la población de Juliaca, asimismo sentido con grado III-IV en Juliaca y Puno.
- **01 de diciembre del 2016: a las 17:40 horas,** se registró un movimiento sísmico de magnitud 5.6, con una profundidad de 11 km, con epicentro a 60 km al oeste de Lampa-Puno e intensidad de IV Juliaca.
- **09 de enero 2019 hora local 09:21:54:** Se suscitó en el distrito Condorama, departamento de Arequipa frontera con la provincia de Lampa, con una profundidad de 12 km y una magnitud de 4.
- **09 de enero 2019 hora local 09:29:37:** Se registró un evento sísmico en el distrito Ocuwiri, provincia de Lampa, cuya profundidad fue de 15 km y una magnitud local de 3.6.
- **09 de enero 2019 hora local 10:03:21:** Se registró un evento sísmico en el distrito Ocuwiri, provincia de Lampa, cuya profundidad fue de 14 km y una magnitud local de 3.3.
- **09 de enero 2019 hora local 17:47:09:** Se registró un evento sísmico en el distrito Ocuwiri, provincia de Lampa, cuya profundidad fue de 16 km y una magnitud local de 3.3.



- **07 de enero 2019 hora local 17:55:15:** Se registró un evento sísmico en el distrito Ocuvi, provincia de Lampa, con una profundidad de 17 km y una magnitud de 3.3.
- **07 de enero 2019 hora local 18:13:58:** Se registró un evento sísmico en el distrito Ocuvi, provincia de Lampa, cuya profundidad fue de 23 km y una magnitud local de 3.8.
- **09 de febrero 2019 hora local 15:16:21:** Se registró un evento sísmico en el distrito de Ocuvi, provincia de Lampa frontera con la provincia de Melgar, cuya profundidad fue de 203 km y una magnitud local de 3.9.
- **01 de marzo 2019 hora local 03:50:42:** Se registró un evento sísmico en la provincia de Azángaro, cuya profundidad fue de 265 km y una magnitud local de 7.
- **20 de marzo 2019 hora local 00:41:40:** Se registró un evento sísmico en el distrito de Paratía, provincia de Lampa, cuya profundidad fue de 226 km y una magnitud local de 4.6.
- **17 de abril 2019 hora local 19:31:45:** Se registró un evento sísmico en el distrito Condoroma, departamento de Arequipa frontera con la provincia de Lampa, cuya profundidad fue de 13 km y una magnitud local de 3.6
- **15 de junio 2019 hora local 04:05:15:** Se registró un evento sísmico en el distrito de Layo, departamento de Cusco frontera con la provincia de Melgar, cuya profundidad fue de 14 km y una magnitud local de 3.9.



- **16 de junio 2019 hora local 18:49:22:** Se registró un evento sísmico en el distrito de Layo, departamento de Cusco, frontera con la provincia de Melgar, cuya profundidad fue de 16 km y una magnitud local de 4.3.
- **16 de junio 2019 hora local 20:16:11:** Se registró un evento sísmico en el distrito de Layo, departamento de Cusco, frontera con la provincia de Melgar, cuya profundidad fue de 13 km y una magnitud local de 3.7.
- **12 de noviembre 2019 hora local 19:09:17:** Se registró un evento sísmico en el distrito de Paratia, provincia de Lampa, cuya profundidad fue de 213 km y una magnitud local de 5.1.
- **08 de abril del 2020 hora local 16:38:55.** Con epicentro a 14 km al oeste de Juliaca, San Román – Puno, con una profundidad de 230km y una magnitud local de 4.1 (IGP). Los datos fueron obtenidos de las señales acelerográficas de las estaciones UNAM, UNJBG - A. ALIANZA, UNSA, CIP TACNA y CIP MOQUEGUA.
- **18 de abril del 2020 hora local 00:41:04.** Con epicentro a 14 km al suroeste de Ocuvi, Lampa – Puno, con una magnitud local de 3.5 y una intensidad máxima en la escala modificada de Mercalli de II Ocuvi. Los datos fueron obtenidos de las señales acelerográficas de las estaciones CIP AREQUIPA 2 y UNAJ.
- **21 de abril del 2020 hora local 17:55:41.** Con epicentro a 78 km al Oeste de Curuhua de Carangas, La Paz – Bolivia, con una profundidad de 166 km y una magnitud local de 4.1. Los datos fueron obtenidos de las señales acelerográficas de las estaciones UNJBG - A. ALIANZA, UNJBG - CRISTO REY, CIP AREQUIPA, UNAM, CIP TACNA, CIP AREQUIPA 2, CIP MOQUEGUA y UNSA.



- **01 de mayo del 2020 hora local 06:45:30.** Con epicentro a 16 km al sur de Juliaca, San Román – Puno, con una profundidad de 215 km y una magnitud local de 4.1. Los datos fueron obtenidos de las estaciones UNAM, CIP MAJES y UNJBG - CRISTO REY.
- **02 de mayo del 2020 hora local 21:52:56.** Con epicentro a 53 km al sureste de Capaso, El Collao – Puno, con una profundidad de 177 km y una magnitud local de 4.1 (IGP). Los datos fueron obtenidos de las señales acelerográficas de las estaciones CIP AREQUIPA 2 y UNJBG - A. ALIANZA.
- **10 de junio del 2020 hora local 06:13:43.** Con epicentro a 25 km al Este de Conduriri, El Collao – Puno, con una profundidad de 169 km y una magnitud local de 4.2 (IGP). Los datos fueron obtenidos de las señales acelerográficas de las estaciones UNJBG - CRISTO REY, UNJBG - A. ALIANZA, UNAM, CIP TACNA, UNSA, CIP AREQUIPA 2, CIP AREQUIPA y CIP MAJES.
- **10 de agosto del 2020 hora local 08:41:35.** Con epicentro a 27 km al sur de Ocuvi, Lampa – Puno, con una profundidad de 14 km, con una magnitud local de 3.7 y una intensidad máxima en la escala modificada de Mercalli III Ocuvi. Los datos fueron obtenidos de las señales acelerográficas de la estación UNAJ.
- **24 de enero del 2021 hora local 20:46:03.** Con epicentro a 24 km al noroeste de Ocuvi, Lampa – Puno, con una profundidad de 11 km y una magnitud local de 3.8. y una intensidad máxima en la escala modificada de Mercalli de III Ocuvi, Los datos fueron obtenidos de las señales acelerográficas de las estaciones SENCICO ICA, CIP AREQUIPA y CIP AREQUIPA 2.
- **03 de febrero del 2021 hora local 20:57:17.** Con epicentro a 64 km al sur de Ilave, El Collao – Puno, con una profundidad de 194.39 km y una magnitud local



de Ondas de Cuerpo 4.2. Los datos fueron obtenidos de las señales acelerográficas de las estaciones SENCICO TACNA, UNJBG - A. ALIANZA 2 y CIP AREQUIPA.

- **13 de marzo del 2021 hora local 22:21:13.** Con epicentro a 10 km al oeste de Juliaca, San Román – Puno, con una profundidad de 225.00 km y una magnitud local de 4.3. Los datos fueron obtenidos de las señales acelerográficas de las estaciones SENCICO TACNA, UNJBG - A. ALIANZA, UNJBG CRISTO REY, UNSA, UNJBG - A. ALIANZA 2, UNJBG, CIP TACNA, CIP AREQUIPA, CIP MOQUEGUA y CIP AREQUIPA 2.
- **07 de abril del 2021 hora local 14:33:14.** Con epicentro a 16 km al suroeste de San Antonio, Puno – Puno, con una profundidad de 180.00 km y una magnitud Local de 4.0 (IGP Los datos fueron obtenidos de las señales acelerográficas de las estaciones UNJBG - A. ALIANZA, UNAM, UNJBG - CRISTO REY, UNSA y CIP MAJES.
- **19 de abril del 2021 hora local 03:27:57.** Con epicentro a 25 km al norte de Ilave, El Collao – Puno, con una profundidad de 243.55 km y una magnitud Local de 4.5 (USGS). Los datos fueron obtenidos de las señales acelerográficas de las estaciones UNAM, UNJBG - A. ALIANZA, SENCICO TACNA, UNJBG - CRISTO REY, UNJBG - A. ALIANZA 2 y UNSA.
- **31 de julio del 2021 hora local 08:46:16.** Con epicentro a 16 km al oeste de Capaso, El Collao – Puno, con una profundidad de 208.00 km y una Magnitud Local de 4.2 (IGP Los datos fueron obtenidos de las señales acelerográficas de las estaciones UNJBG - A. ALIANZA, UNJBG - CRISTO REY y UNJBG.



- **24 de agosto del 2021 hora local 16:10:06.** Con epicentro a 96 km al suroeste de Yunguyo, Yunguyo –Puno, con una profundidad de 188.60 km y una Magnitud de Ondas de Cuerpo de 4.2 (USGS). Los datos fueron obtenidos de las señales acelerográficas de la estación UNAM.
- **27 de agosto del 2021 hora local 16:00:15.** Con epicentro a 22 km al sur de Santa Lucía, Lampa – Puno, con una profundidad de 10 km y una Magnitud Local de 3.8 (IGP). Los datos fueron obtenidos de las señales acelerográficas de las estaciones UNAJ, UANCV, SENCICO AREQUIPA y CIP MOQUEGUA.
- **07 de setiembre del 2021 hora local 08:22:13.** Con epicentro a 37 km al Sureste de Capaso, El Collao – Puno, con una profundidad de 186.00 km y una Magnitud Local de 4.4 (IGP). Los datos fueron obtenidos de las señales acelerográficas de las estaciones UNJBG - A. ALIANZA, UNJBG, UNAM, CIP MOQUEGUA y UNSA

## 2.2.MARCO TEÓRICO

### 2.2.1. Vulnerabilidad sísmica

Según Barbat & Pujades (2004). La Vulnerabilidad sísmica es la predisposición intrínseca que tiene una vivienda a sufrir daños frente a un movimiento sísmico, esto depende directamente de sus características físicas y estructurales de diseño

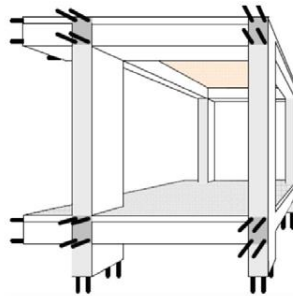
Por otro lado, Peralta (2002), indica que la vulnerabilidad es la susceptibilidad de uno o un grupo de edificaciones, a sufrir daños por la ocurrencia de un movimiento sísmico, en un periodo de tiempo y un sitio determinado.

### 2.2.1.1. Clasificación de la vulnerabilidad sísmica

A) ***Vulnerabilidad estructural.*** Los elementos estructurales son los que resisten las cargas a las que esta sometida la estructura, son los que mantienen en pie toda la estructura. Como podemos ver en la Figura 1, estos elementos pueden ser: vigas, columnas, muros portantes, cimientos. El comportamiento de una estructura frente a un sismo va ha depender de los elementos estructurales.

#### Figura 1

*Elementos estructurales en una edificación*



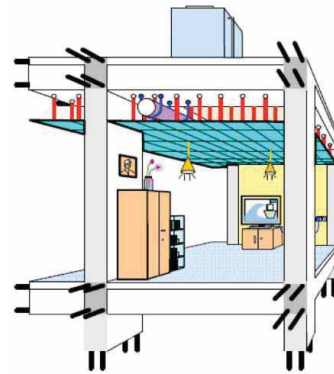
*Fuente:* Adaptado de “*Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings*”, por American Society of Civil Engineers. (2013), Virginia: Structural Engineers Institute.

B) ***Vulnerabilidad no estructural.*** A diferencia de los elementos estructurales, los elementos no estructurales no soportan cargas esenciales para la estabilidad de la estructura. Como se puede ver en la Figura 2, estos elementos no Estructurales están unidos a la estructura y son: tabiquerías, parapetos, ventanas, puertas, etc). Estos elementos al no cumplir una función estructural son susceptibles a sufrir graves daños en un evento sísmico.



## Figura 2

*Elementos no estructurales de una edificación.*



*Fuente:* Adaptado de “*Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings*”, por American Society of Civil Engineers. (2013), Virginia: Structural Engineers Institute.

### 2.2.1.2. Métodos de la evaluación de la vulnerabilidad sísmica.

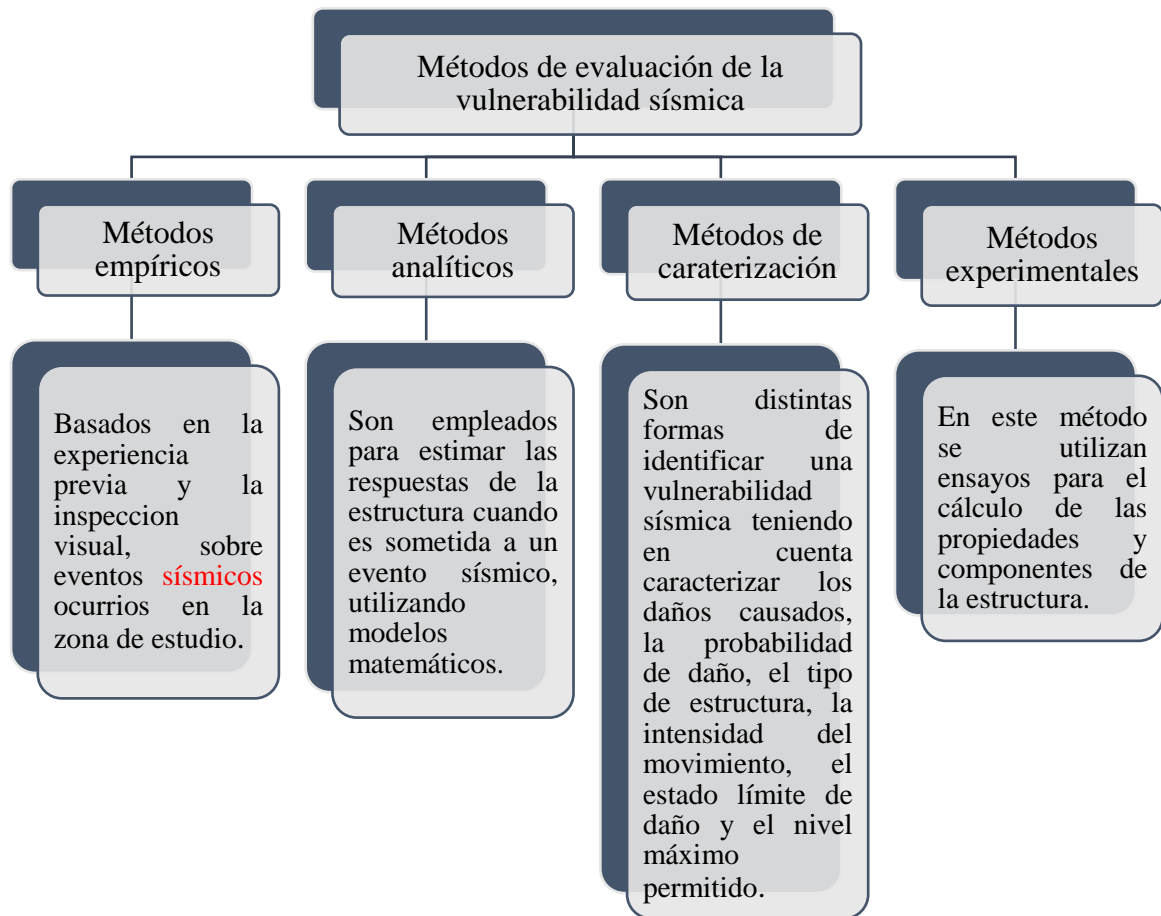
Según Alonso (2012), indica que la vulnerabilidad es la predisposición de una estructura a sufrir daños frente a un evento sísmico. Para su evaluación se incluye la tipificación y la determinación de sus causas. La vulnerabilidad depende de los factores que influyen en la variación, y estos son:

- Factores Geológicos
- Factores Estructurales.
- Factores Arquitectónicos
- Factores Constructivos

Como se puede observar en la Figura 3, los diferentes métodos de evaluación que propone Alonso, esta se divide en métodos empíricos, métodos analíticos, métodos de caracterización y métodos experimentales.

**Figura 3**

*Métodos de evaluación de la vulnerabilidad sísmica.*

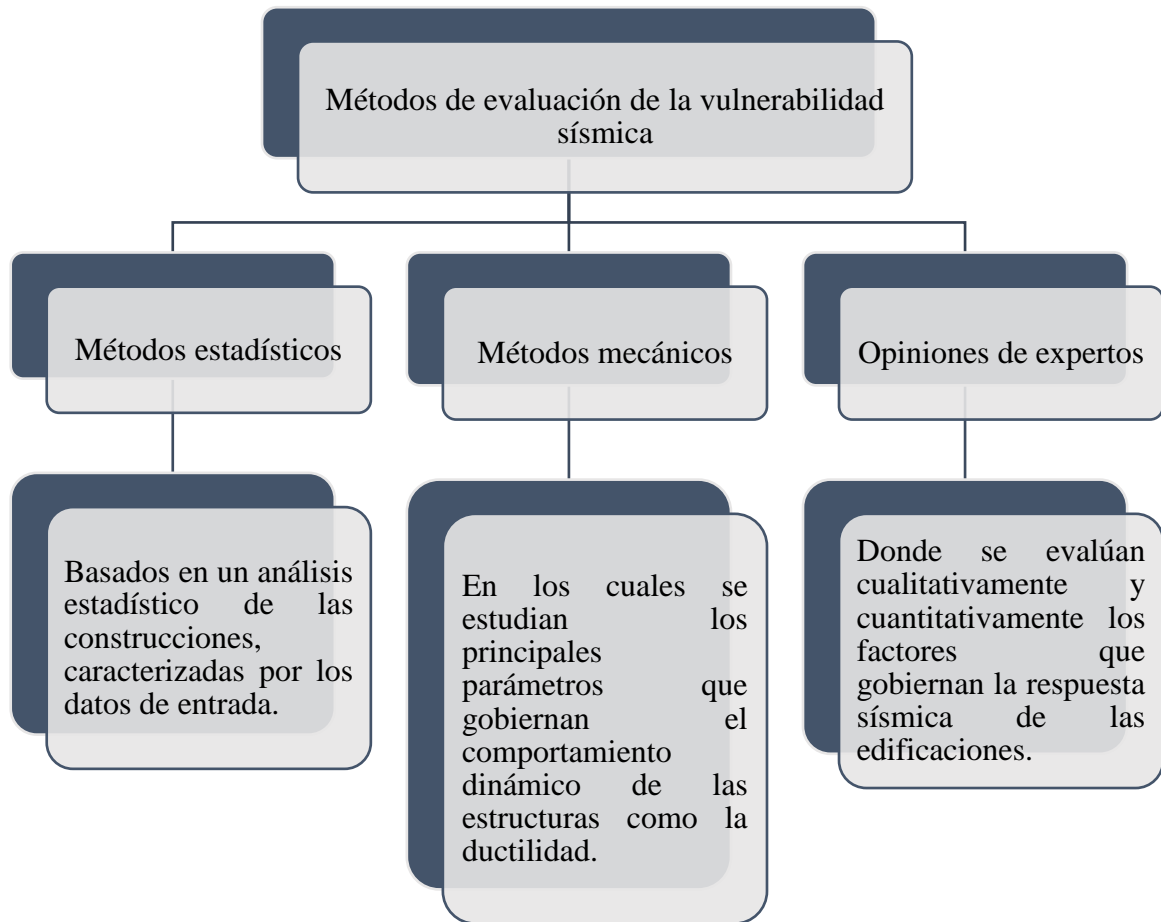


*Fuente:* Adaptado de “*Vulnerabilidad sísmica de edificaciones*”, por Alosó (2007), SIDETUR.

Dolce (1994) propone la clasificación, separa las etapas fundamentales y considera tres tipos de métodos. Según la Figura 4, se describe los diferentes métodos de evaluación: métodos estadísticos, métodos mecánicos y la opinión de expertos.

**Figura 4**

*Métodos de evaluación de la vulnerabilidad sísmica.*

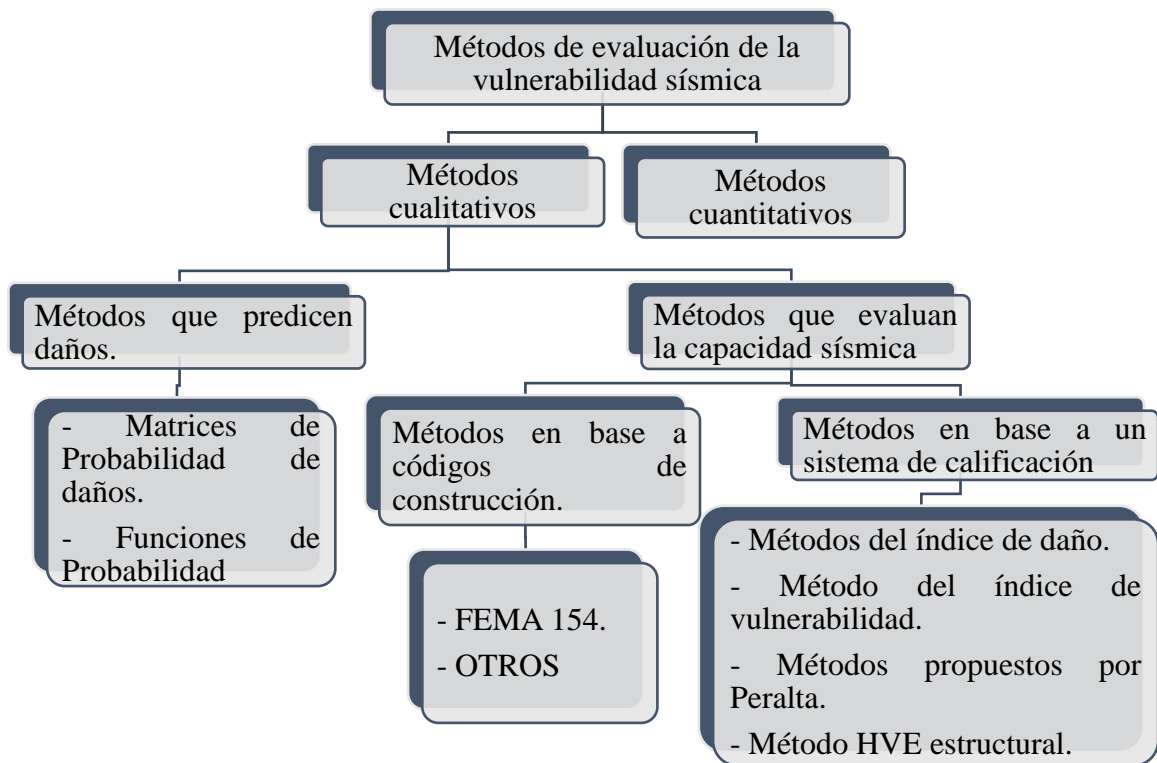


*Fuente:* Adaptado de “Report of the EAEE working Group 3: Vulnerability and Risk Analysis”, por Dolce M (1994), Rotterdam.

Por otro lado, Allauca, (2006), para evaluar la vulnerabilidad sísmica las agrupa en dos categorías, los métodos cualitativos y los métodos cuantitativos, como se observa en la Figura 5, los métodos cualitativos están divididos en los que predicen el daño y los que evalúan la capacidad sísmica.

**Figura 5**

*Métodos de evaluación de la vulnerabilidad sísmica.*



*Fuente:* Adaptado de “*Vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales. Análisis de contribución al riesgo sísmico*”, por Allauca M (2003), Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.

### 2.2.2. Peligro sísmico

El peligro, se define como la probabilidad de que ocurra un fenómeno natural, potencialmente dañino, que afecte a un área poblada, infraestructura física y/o el medio ambiente (INDECI 2006).

El peligro sísmico es la probabilidad de ocurrencia de un movimiento sísmico dentro de un periodo específico de tiempo, sobre una región establecida y con una intensidad y magnitud determinada.



### 2.2.3. Riesgo sísmico

Se entiende como el grado de pérdida, destrucción o daño esperado debido a la ocurrencia de un determinado sismo. Se relaciona con la probabilidad que se presenten consecuencias, esto está vinculado al grado de exposición. (Melone, 2003).

Kuroiwa (2002), indica que el riesgo sísmico es el grado de pérdida, destrucción o daño que se espera debido a la ocurrencia de un determinado sismo, esto depende de la vulnerabilidad sísmica y el peligro sísmico, esto es determinado en la siguiente expresión:

$$\text{Riesgo Sísmico} = \text{Vulnerabilidad} \times \text{Peligro} \dots \dots \dots (2.1)$$

### 2.2.4. Magnitud e intensidad

Para poder efectuar una evaluación cuantitativa de la acción sísmica, primeramente, se debe de indicar la diferencia entre la intensidad y magnitud de un sismo.

#### 2.2.4.1. Magnitud.

Ritcher (1935), definió un concepto para realizar una comparación de la energía liberada en el foco por diferentes sismos. Esta energía liberada por un sismo es la sumatoria de la energía transmitida en formas de ondas sísmicas y la disipada mediante otros fenómenos.

a) **Escala de Richter.** La escala de Richter, también denominada como escala de magnitud local (ML), en una escala logarítmica que asigna un número para cuantificar la energía liberada en un evento sísmico, denominada así en honor del sismólogo estadounidense Charles Francis Richter (1900-1985).



Esta escala se usa para medir la energía de sismos de una magnitud entre 2.0 a 6.9 con una profundidad de 0 a 400 kilómetros. Esta escala no es recomendable para magnitudes superiores a 6.9, a partir de 1979 se desarrolla la escala de magnitud de momento, que no se satura en valores altos de sismos y que coincide y continúa con la escala sismología de Richter para magnitudes superiores a 6.9.

**b) *Magnitud de Ondas Superficiales (Ms)*.** Esta magnitud es válida para sismos cuyo foco sea superficial, localizados a profundidades menores a 70 km

**c) *Magnitud de Ondas de Cuerpo (Mb)*.** Esta magnitud se basa en la amplitud máxima de las ondas de cuerpo cuyo periodos tiene que ser cercano a 1.0 segundo.

**d) *Magnitud de Momento (Mw)*.** Es una escala logarítmica basada en la medición de la energía total que se libera en un sismo, esta escala coincide y prosigue con la escala de Richter, complementándola y pudiendo utilizarse para magnitudes mayores a 6.9.

#### **2.2.4.2. Intensidad.**

Es una medida subjetiva, y se refiere al grado de destrucción que ocasiona un sismo en un sitio determinado. Para su medición se adopta la escala de Mercalli Modificada y se denota por MM, y tiene doce grados que se identifican con números romanos del I al XII (Choqueza & Molluni, 2018)

#### **2.2.5. Sismicidad**

Para Sivincha & Mamani “la sismicidad es considerada como la distribución en el espacio y en el tiempo de los sismos en la Tierra, para lo cual se hace una recopilación histórica de los datos y analizar sus efectos destructivos” (2018, p. 48)

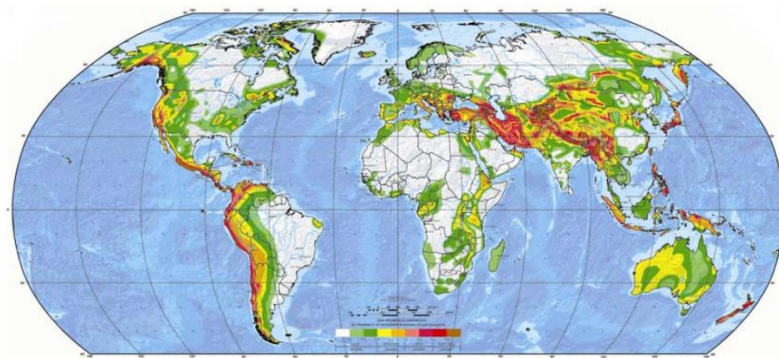
**2.2.5.1. Sismicidad global.** Los focos sísmicos en todo el mundo se distribuyen a través de las placas tectónicas. A continuación, se muestra el mapa de peligrosidad sísmica global (Giardini, 1999).

En la Figura 6 se puede apreciar la peligrosidad sísmica global, donde se ve que la costa del Pacífico de Sudamérica tiene una alta peligrosidad sísmica, esto por las placas tectónicas que se encuentran ahí.

El cinturón de Fuego del Pacífico, comprende toda la parte occidental del continente americano, desde el sur de Chile hasta Alaska y desde la parte norte de las islas Aleutianas, siguiendo las islas de Japón, Indonesia y Nueva Zelanda. El 85 % de la energía total liberada por los sismos se concentra en dicha zona. (Sivincha & Mamani, 2018, p. 49)

**Figura 6**

*Mapa de la peligrosidad sísmica global.*



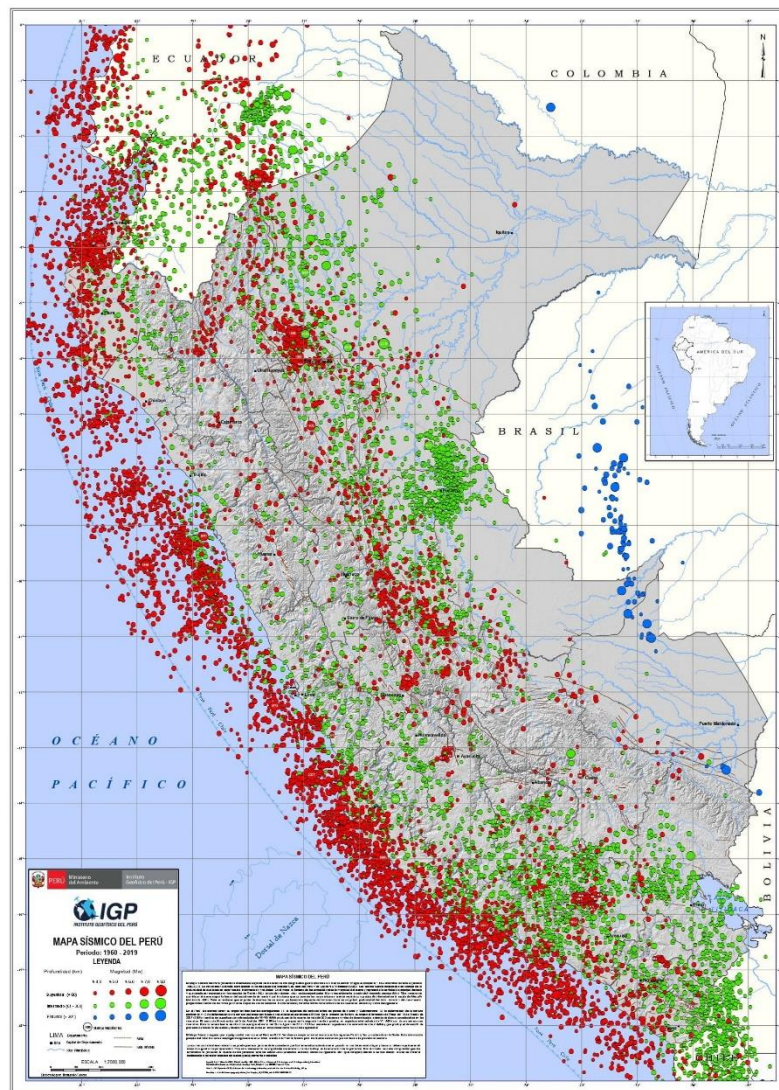
*Fuente:* Adaptado de “*The Global Seismic Hazard Assesment Program (GSHAP)*”, por Giardini D. (2015), Zurich: Institute of GEOPHYSICS.

**2.2.5.2. Sismicidad en el Perú.** Tavera (2008), indica que la actividad sísmica del Peru se ocasiona por la subducción de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana

A continuación, en la Figura 7 se detalla el mapa sísmico del Perú, en este mapa se detalla la distribución de los sismos ocurridos a lo largo de la historia en nuestro país, en este mapa se pueden diferenciar las magnitudes de los eventos sísmicos, ocurridos por el tamaño de los círculos y la profundidad de los focos sísmicos por el color de los mismos, donde se puede observar que la región de Puno, que fue testigo de varios eventos sísmicos.

### Figura 7

*Mapa sísmico del Perú.*



*Fuente:* Adaptado de “Mapa sísmico del Perú” por Instituto Geofísico del Perú – IGP. (2019), Lima.



### Figura 8

Mapa de zonificación sísmica del Perú.



Fuente: Adaptado de “Norma Técnica E-030 Diseño Sismorresistente” por el Reglamento Nacional de Edificaciones. (2018), Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Lima, Perú.



Es así que la normativa peruana, a través del reglamento nacional de edificaciones, divide al territorio en cuatro zonas sísmicas como se observa en la Figura 8, donde se puede observar que la región de Puno pertenece a la zona sísmica 2 y zona 3, sin embargo verificando con la Norma E-30 diseño sismorresistente se puede observar que la provincia de San Román y todos sus distritos se encuentran en la zona 3, por ello la ciudad de Juliaca pertenece a la zona sísmica 3.

**2.2.5.3. Sismicidad en Puno.** Los sismos en la región Puno, no es un fenómeno muy frecuente, sin embargo, no está libre de sufrir eventos sísmicos de gran magnitud. Por ello de acuerdo a la Norma Técnica Peruana E-030, la región de Puno se ubica en las Zona 2 y Zona 3. Esto debido a la presencia de sismicidad concentrada principalmente en la parte sur de esta región la misma que se encontraría asociada a los sistemas de fallas presentes como el sistema de falla Urcos, Sicuani, Ayaviri y al sistema Cusco, Lagunillas, Mañazo

De acuerdo con la Norma Peruana E-030, la región de Puno se ubica en las Zona 2 y Zona 3. Esto debido a la presencia de sismicidad concentrada principalmente en la parte sur de esta región la misma que se encontraría asociada a los sistemas de fallas presentes, como el sistema de fallas Urcos, Sicuani, Ayaviri y al sistema Cusco, Lagunillas, Mañazo.

### **2.2.6. Tipologías estructurales**

Para Rosales, como para muchos “la tipología estructural es el conocimiento de los diversos tipos estructurales en relación con los diferentes materiales a emplearse” (2004, p.15)



### 2.2.6.1. Sistemas estructurales.

El sistema estructural es la definición como los medios ideados para la transmisión de cargas al suelo, todo esto bajo un determinado mecanismo resistente y mediante una disposición adecuada de sus elementos.

Para el diseño de una estructura es muy importante el conocimiento de los sistemas y tipos estructurales, solo a través de este conocimiento se logra comprender el comportamiento de las estructuras. La concepción del sistema estructural implica una solución correcta en que las cargas se transmitan con fluidez al suelo. (Rosales, 2004, p. 22)

a) **De concreto armado.** Según el RNE E-30, existen 4 sistemas estructurales de concreto armado que a continuación se detalla:

- Sistema pórtico de concreto armado: Por lo menos el 80% del cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos que cumplan los requisitos de esta norma. En caso se tengan muros estructurales, estos deberán diseñarse para resistir la fracción de la acción sísmica total que les corresponda de acuerdo con su rigidez.
- Sistema dual (pórticos y puros estructurales): Las acciones sísmicas son resistidas por una combinación de pórticos y muros estructurales. Los pórticos deberán ser diseñados para tomar por lo menos 25% del cortante en la base. Los muros estructurales serán diseñados para las fuerzas obtenidas del análisis, según la NTE E.030 Diseño Sismorresistente.
- Sistema de muros estructurales: Sistema en el que la resistencia está dada predominantemente por muros estructurales sobre los que actúa por lo menos el 80% del cortante en la base.



- Sistema de muros de ductilidad limitada: Edificación de baja altura con alta densidad de muros de concreto armado de ductilidad limitada. Estos edificios se caracterizan por tener un sistema estructural donde la resistencia sísmica y de cargas de gravedad en las dos direcciones está dada muros de concreto armado que no pueden desarrollar desplazamientos inelásticos importantes. En este sistema estructural los muros son de espesores reducidos, se prescinde de extremos confinados y el refuerzo vertical se dispone en una sola hilera.

b) ***Albañilería armada o confinada.*** La albañilería o también llamada mampostería es el material estructural compuesto por unidades de albañilería generalmente asentadas por mortero. Se les conoce como unidades de albañilería a los ladrillos y bloques de concreto, sílice-cal o arcilla cocida. Pueden ser de distintos tipos dependiendo de su forma de uso (RNE, 2006).

La albañilería confinada es el sistema que tiene a elementos de concreto armado como confinamiento en todo el perímetro de los muros de albañilería. El proceso constructivo, involucra, además, el crear una conexión dentada entre el muro y las columnas de confinamiento. Este último paso es de vital importancia para que los muros de albañilería y los elementos de concreto armado puedan funcionar de manera integral.

Es la albañilería arriostrada con elementos de concreto armado horizontal y verticalmente, que es vaciado después a la construcción de la albañilería. La cimentación de concreto o concreto armado se considerará como confinamiento horizontal para los muros que se encuentran en el primer nivel. Los elementos de confinamiento deben vaciar luego de construir la albañilería, de esta forma se logrará integrar el concreto armado con el material de albañilería, a través de la adherencia que se genera entre ellos (R.N.E. Norma E.070).



La albañilería armada es el sistema estructural que posee acero horizontal y vertical en el interior de todos los muros de albañilería. El acero es integrado mediante concreto de tal forma que integre completamente el sistema muro de albañilería-acero

c) ***Sistema estructural mixto.*** El sistema estructural mixto o sistema estructural híbrido son aquellas estructuras donde se combinan dos o más sistemas estructurales tales como albañilería confinada y sistemas de pórticos de concreto armado.

### **2.2.7. Viviendas autoconstruidas**

Para Polo, como para otros muchos autores la autoconstrucción se refiere “a la variable independiente, que define al fenómeno mediante el cual los pobladores construyen sus propias edificaciones, sin la participación de profesionales calificados en dicho proceso” (2017, p.26).

La urgencia de las personas en contar con una vivienda propia, genera la autoconstrucción, se desarrolla en zonas no urbanizadas o en asentamientos humanos y se caracterizan por presentar deficiencias dentro de sus elementos estructurales, arquitectónicos y de procesos constructivos, volviéndose vulnerables ante la ocurrencia de un fenómeno sísmico. La informalidad en el interior del país, se genera por el acelerado crecimiento de nuestra población en los últimos años, un déficit de ingresos económicos por parte propietarios y la urgencia de contar con una vivienda propia.

Finalmente, existe una relación inversa entre la auto construcción y la calidad aparente de la edificación, vale decir que, a más auto construcción, menos calidad aparente en sus edificaciones, y a menos auto construcción más calidad aparente en la edificación, es por ello que existe gran cantidad de viviendas que no ofrecen seguridad



a sus ocupantes tanto en calidad, como en el funcionamiento de las mismas. (Polo, 2017).

Los propietarios construyen informalmente al utilizar: Materiales de baja calidad, no incluyen personal técnico especializado y no consideran los reglamentos ni las normas establecidas para un proceso constructivo adecuado.

De esta manera, el sistema autoconstructivo genera un procedimiento alternativo basado en la poca información de los propietarios referente a procesos constructivos, bajo presupuesto para materiales y mano de obra.

#### **2.2.8. Metodologías para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones**

Corsanego y Petrini (1990) clasifica a la vulnerabilidad sísmica de acuerdo al tipo de resultado que producen.

Del mismo modo Dolce (1995), proponen una clasificación que permite examinar de forma independiente los tres elementos básicos (los datos de entrada, la metodología y los resultados) involucrados en un análisis de vulnerabilidad

Caicedo (1994) indica lo siguiente: Es necesario primero distinguir entre la vulnerabilidad observada, que significa la vulnerabilidad que ha sido derivada de la observación de los daños posteriores a un terremoto y de análisis estadístico de los mismos para algún tipo definido de estructura, y la vulnerabilidad calculada, que significa vulnerabilidad que ha sido derivada de un análisis matemático mediante un modelo estructural o mediante ensayos en el laboratorio de modelos reducidos y cuyos resultados han sido expresados en términos probabilísticos.

La vulnerabilidad Observada se basa en la observación del daño ocurrido en estructuras durante un sismo mediante el índice de vulnerabilidad o la opinión subjetiva



de expertos sobre el comportamiento sísmico de diferentes tipologías constructivas. Dentro de esta categoría se encuentran los métodos subjetivos o cualitativos. (Peralta, 2002).

Para la vulnerabilidad calculada es necesario realizar un modelamiento estructural para simular el comportamiento sísmico de la edificación. Se basa en los principios utilizados para el diseño de estructuras estipuladas en las normas técnicas. Dentro de esta categoría se encuentran los métodos analíticos o cuantitativos. (Peralta, 2002).

Esta tesis de investigación toma una clasificación de acuerdo al tipo de evaluación de la siguiente forma:

**2.2.8.1. Métodos cuantitativos.** Son métodos que se basan en procedimiento de análisis y diseño antisísmico recomendado por las normas de construcción, en los cuales diferencia el material constituyente de la estructura. Su problema radica en la dificultad de la modelización matemática de las estructuras reales, la calibración del indicador de daño calculado, con el daño real observado en la edificación después del sismo, las propiedades reales de los materiales, entre otros. (Sivincha & Mamani, 2018, p. 78)

Para estos métodos se requieren parámetros más complejos que producen o determinan el comportamiento de una edificación durante un evento sísmico, tales como la configuración arquitectónica o estructural, cimentación, características del sismo, tipo de materiales, características del suelo, así como también el uso de normas, manuales o reglamentaciones brindando una información detallada y objetiva del comportamiento sísmico resistente de una edificación. Su problema radica en la dificultad del modelamiento matemático de las estructuras en sus condiciones reales.



Debido a ello, no se puede predecir analíticamente con suficiente confiabilidad la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones. Usualmente se aplican a una edificación en particular, ya que utilizarlo en un área urbana extensa es una labor muy difícil de ejecutar.

*a) Métodos del ATC.*

Según Sivincha & Mamani (2018) indica que los Métodos del ATC, determinan la vulnerabilidad de una edificación según los esfuerzos cortantes actuantes y los desplazamientos relativos del entrepiso y con las fuerzas cortantes en los entrepisos se calcula el esfuerzo promedio de los elementos resistentes verticales del edificio.

La metodología ATC-13 (1985) se basa en el factor de capacidad sísmica ( $R$ ), que es igual a la capacidad lateral resistente y la requerida.

La metodología ATC-14 (1987) clasifica la edificación dentro de una de las 15 tipologías estructurales establecidas en el método y evalúa el riesgo sísmico potencial.

Ventajas:

- Evalúa los esfuerzos cortantes actuantes, los desplazamientos relativos en el entrepiso y ciertas características especiales del edificio. En el caso de muros estructurales se debe hacer una verificación de los esfuerzos de corte.
- Realiza un análisis estructural más detallado de la edificación.

Limitaciones:

- Inicialmente se identifican aquellos edificios que significan un riesgo para la vida humana. Es decir, aquellas que se clasifican como edificaciones esenciales, cuyo funcionamiento debe de seguir aun después de un evento sísmico.





- Por su detalle estructural no es recomendable aplicarlo en una evaluación de vulnerabilidad en urbanizaciones debido a la complejidad que este representaría.
- Este método no tiene en cuenta el daño producido por uno o más sismos, por lo que no predice qué tan afectada se podrá ver en el momento en que un determinado movimiento la afecte.

***b) Método NSR-98.***

La Norma de Diseño y Construcción Sismo-Resistente Colombiana NSR – 98 (Ley 400 de 1997, Decreto 33 de 1998), establece en el "Título A - requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente", del Capítulo A.10, los criterios para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones construidas antes de su vigencia. Este procedimiento tiene como finalidad comprobar si el comportamiento estructural de la edificación en su estado actual, sometida a solicitaciones sísmicas, satisface los requerimientos mínimos establecidos en la norma.

Su procedimiento consiste en identificar una serie de parámetros y con toda esa información obtenida se construye un modelo estructural de la edificación y se analiza matemáticamente su comportamiento dinámico. Los resultados se comparan con los valores establecidos en la NSR-98, determinando las zonas o puntos más vulnerables de la edificación que pueden representar riesgo y que necesitan ser reforzadas.

**2.2.8.2. Métodos Cualitativos.**

Son más útiles de usar para poder determinar la vulnerabilidad a la que están expuestas un conjunto de edificaciones en un área urbana, existen diferentes metodologías que permiten determinarlo de manera rápida y sencilla; de esta manera podremos conocer el comportamiento de una zona urbana ante la ocurrencia de un



evento sísmico y así proporcionar medidas de prevención y mitigación de desastres. (Sivincha & Mamani, 2018, p. 82)

Estos métodos recurren a descripciones cualitativas a través de términos como vulnerabilidad baja, media, alta o similares. Se caracterizan generalmente por evaluar de manera descriptiva una edificación, así como por su facilidad de aplicación. Así mismo, brindan una información preliminar de vulnerabilidad para posteriormente realizar una investigación más detallada, si es que la edificación lo requiere. Se utilizan generalmente cuando se tiene una cantidad considerable de edificaciones a evaluar brindando resultados muy superficiales.

*a) Metodología FEMA P-154 (Federal Emergency Management Agency).*

Los métodos FEMA son procedimientos desarrollados por el "Building Seismic Safety Council" de los EE.UU. Plantean, para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones existentes, una serie de interrogantes que sirven para determinar las zonas o puntos vulnerables de una edificación. Para el análisis se utilizan procedimientos simples, calificando mediante variables lógicas, como falso o verdadero, aspectos estructurales, pórticos, diafragmas, conexiones y amenazas geológicas, entre otras, comparando los requisitos con los que se diseñó y construyó la edificación con los requerimientos de diseño sísmico actuales. (Sivincha & Mamani, 2018, p. 81)

Este procedimiento de evaluación se ha desarrollado para identificar, inventariar y detectar edificios de forma rápida y determinar que edificaciones son potencialmente peligrosos desde el punto de vista sísmico.

Esta metodología sirve como un paso eficiente para evaluar el riesgo como parte de un programa más amplio de gestión de riesgos sísmicos.



El tiempo de evaluación toma entre 15 a 75 min por edificio y sus beneficios se plasman al analizar gran cantidad de edificios, ya que es una forma de reducir el campo de estudio, eliminado potencialmente la necesidad de un análisis sísmico detallado de una gran fracción de los edificios en cuestión. Cada evaluación detallada que se evita, puede ahorrarle horas, días o más esfuerzo a un profesional de la ingeniería.

**b) Método Japonés (Hirosawa, 1992).** El método consta de tres niveles de análisis, cada uno de ellos más preciso según el orden, que van de lo simple a lo detallado basados primordialmente en el estudio del comportamiento y resistencia de los sistemas estructurales de cada piso del edificio en las direcciones principales de la planta. (Ccorahua & Soncco, 2020, p. 36)

El método Hirosawa es un método japonés, el cual está basado en el criterio de la densidad de muros estructurales que estén formadas por columnas y muros. Es aplicable para la evaluación de edificaciones de concreto armado de mediana y baja altura. Se evalúan la estructura, la forma del edificio y la peligrosidad de los elementos no estructurales.

Ventajas:

- Evalúa la estructura, la forma del edificio y la peligrosidad de los elementos no estructurales. Este último aspecto es importante puesto que la mayoría de los métodos solo tienen en cuenta los elementos que hacen parte del sistema sismo-resistente, olvidando la importancia que tienen los elementos no estructurales como muros, instalaciones eléctricas, sanitarias, etc.

Limitaciones:



- Solo es aplicable a edificaciones de concreto reforzado de mediana y baja altura construidas mediante métodos convencionales.
- Requiere criterio especializado para el dictamen de ciertos parámetros con los que deben cumplir la estructura para poder evaluar.

c) ***Método del ISTC (Istituto di Scienza e Técnica delle Costruzioni)***. Este método el cual ha sido desarrollado por el Istituto di Scienza e Técnica delle Costruzioni (I.S.T.C.), consiste en el estudio de vulnerabilidad de un conjunto de edificios hechos de mampostería de tipologías y características constructivas similares. Se considera su aplicación tanto a edificios aislados en mampostería no reforzada de regulares dimensiones (2 a 3 pisos), edificios contiguos o conjuntos de edificios. (Sivincha & Mamani, 2018, p. 83)

Consiste en el estudio de vulnerabilidad de un conjunto de edificios hechos de mampostería de tipologías y características constructivas similares. La capacidad de resistencia es analizada por dos parámetros llamados I1 e I2.

Donde I1 está asociada a la falla de corte de una edificación además se evalúa la máxima resistencia a corte que pueden presentar los muros de mampostería tomando su razón respecto al peso de este, obteniendo así una relación entre la aceleración proporcionada por la fuerza última de corte y la aceleración de gravedad, es decir, se determina un coeficiente sísmico de la estructura para luego ser comparado con el porcentaje de aceleración de gravedad esperado para el evento sísmico.

El índice I2 está asociado a la falla por superación de la resistencia en una dirección ortogonal al plano del muro (por volcamiento de este). Este índice se calcula analizando el volcamiento del muro por acción del sismo, que es contraria a la acción



estabilizante del peso propio y de la fuerza de contención proporcionada por el diafragma.

Con estos índices se calcula el índice I3, que es utilizado para determinar, en conjunto con los otros dos, la vulnerabilidad de edificio sobre la base de función de Vulnerabilidad Propuesta por el ISTC. El método establece cinco clases de vulnerabilidad: muy grande, grande, media, pequeña, muy pequeña.

Ventajas:

- Es un método que utiliza unas fichas de levantamiento de la información similares al método del índice de vulnerabilidad, teniendo en cuenta 7 ítems de vulnerabilidad que consideran las características geométricas y estructurales del edificio afectadas por sus respectivos pesos de acuerdo con su importancia.
- También utiliza funciones de vulnerabilidad, con la diferencia que estas funciones no sirven para estimar un daño en la estructura, sino que se limita a clasificar a la estructura entre un rango de vulnerabilidad específico.

Limitaciones:

- Su uso se limita a estructuras soportadas por muros de mampostería, con tipologías constructivas parecidas, es decir, mampostería reforzada de 2 a 3 pisos de altura como máximo, edificios contiguos o conjuntos de edificios.

**d) Método del Índice de Vulnerabilidad (Benetti y Petrini).** Este método italiano se formó debido a la presencia de terremotos que se daban en los años de 1976 en sus diferentes regiones, lo cual permitió a los investigadores de dicho país, identificar ciertos parámetros que controlen el daño. Estos parámetros se han compilado en un formulario el cual se han ido realizando muchos años con el propósito de determinar de



una forma rápida y sencilla la vulnerabilidad sísmica de edificios existentes. (Sivincha & Mamani, 2018, p. 85)

El método se describe en 1982, año a partir del cual se empieza su uso en numerosas ocasiones. Como resultado de ello se obtiene un importante banco de datos sobre daños de edificios para diferentes intensidades de sismos y las comprobaciones realizadas demuestran buenos resultados en la aplicación del método.

El método de índice de vulnerabilidad puede clasificarse como subjetivo, debido a que realiza una calificación subjetiva de los edificios apoyándose en cálculos simplificados de estructuras, intentando identificar los parámetros más relevantes que controlan el daño estructural.

La calificación de los edificios se realiza mediante un coeficiente denominado índice de vulnerabilidad, este índice se relaciona directamente con la vulnerabilidad o grado de daño de la estructura, mediante funciones de vulnerabilidad. Estas funciones permiten formular el índice de vulnerabilidad para cada grado de intensidad macrosísmica y evaluar de manera rápida y sencilla la vulnerabilidad sísmica de edificios, condiciones que resultan imprescindibles para desarrollar estudios urbanos a gran escala.

**Método del índice de vulnerabilidad para estructuras de albañilería confinada:** El método consiste en realizar una suma ponderada de los valores numéricos que expresan la “calidad sísmica” de cada uno de los parámetros estructurales y no estructurales.

A cada parámetro se le atribuye una de las clases A, B, C y D los cuales tienen instrucciones detalladas con el propósito de minimizar las diferencias de apreciación

entre los observadores. A cada una de estas clases les corresponde un valor de  $K_i$  que varía entre 0 a 45.

Como se puede observar en la Tabla 1, se coloca los 11 parámetros de evaluación y el valor  $K_i$  que le corresponde según el tipo de cada parámetro, así como también el peso  $W_i$  que presenta cada parámetro según su importancia para el análisis.

**Tabla 1**

*Escala numérica del Índice de Vulnerabilidad de Benedetti y Petrini.*

N°	Parámetro	$K_i$				Peso $W_i$
		A	B	C	D	
1	Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1.00
2	Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25
3	Resistencia convencional	0	5	25	45	1.50
4	Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75
5	Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1.00
6	Configuración en planta	0	5	25	45	0.50
7	Configuración en elevación	0	5	25	45	1.00
8	Separación máxima entre muros	0	5	25	45	0.25
9	Tipo de cubierta	0	15	25	45	1.00
10	Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25
11	Estado de conservación	0	5	25	45	1.00

*Fuente:* Adaptado de “*Sulla vulnerabilità sismica di edifici in muratura: un metodo di valutazione. A method for evaluating the seismic vulnerability of masonry buildings. L'industria delle costruzioni*” por Benedetti, D., & Petrini, V. (1984), Italia.

Por otro lado, cada parámetro es afectado por el coeficiente de peso, el cual refleja la importancia de cada uno de los parámetros dentro del sistema resistente del edificio. De tal manera que el Índice de vulnerabilidad  $I_v$  queda expresado de la siguiente manera:

$$I_v = \sum_{i=1}^{11} K_i * W_i \dots \dots \dots (2.2)$$

Al reemplazar los valores podemos determinar que el índice de vulnerabilidad varía del 0 al 382.5. asimismo, los parámetros uno, dos, tres, cinco, nueve, 10 y 11 son

de naturaleza descriptiva; por otro lado, los parámetros tres, seis, siete y ocho son de naturaleza cuantitativa y requieren de ciertas operaciones matemáticas.

Se puede normalizar el índice en una escala del 1 al 100, expresándolo en porcentaje, a este valor se le denomina Índice de Vulnerabilidad Normalizado (IV<sub>n</sub>):

$$IV_n = \frac{I_v}{382.5} \dots\dots\dots(2.3)$$

Para poder interpretar los resultados obtenidos, se define los rangos de vulnerabilidad (Nanfuñay & Santisteban, 2015), según la Tabla 2 se establece la vulnerabilidad en base al índice de vulnerabilidad normalizado.

**Tabla 2**

*Rangos de vulnerabilidad.*

Vulnerabilidad	Índice de vulnerabilidad normalizado
Baja	0 % ≤IV <sub>n</sub> < 20 %
Media	20 % ≤IV <sub>n</sub> < 40 %
Alta	40 % ≤IV <sub>n</sub> < 100 %

*Fuente:* Adaptado de “*Sulla vulnerabilità sismica di edifici in muratura: un metodo di valutazione. A method for evaluating the seismic vulnerability of masonry buildings. L’industria delle costruzioni*” por Benedetti, D., & Petrini, V. (1984), Italia.

### **2.2.9. Elección de la metodología empleada en esta investigación**

Para realizar el análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas híbridas autoconstruidas en la Urbanización 09 de Octubre de la ciudad de Juliaca, provincia de San Román y departamento de Puno, se elige la aplicación de la metodología del índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini, por las siguientes razones:

- Su recolección de datos se basa en inspecciones en campo con datos reales de cada vivienda.





- Se puede aplicar en un gran número de viviendas.
- Entre sus parámetros tiene la recolección tanto de datos cuantitativos y cualitativos.
- Sus parámetros de análisis son concordantes con el Reglamento Nacional de Edificaciones.

Sin embargo, al ser este un método italiano se deberá de cambiar los parámetros en base a la normativa peruana como se detalla en la Tabla 3.

**Tabla 3**

*Comparación entre los parámetros del método del índice de vulnerabilidad y el Reglamento Nacional de Edificaciones.*

<b>Parámetros</b>	<b>Criterio del Reglamento Nacional de Edificaciones</b>
1. Organización del sistema resistente	Norma E060 y E070, criterios de estructuración
2. Calidad del sistema resistente	Norma E060 y E070
3. Resistencia convencional	Norma E030 y E070
4. Posición del edificio y de la cimentación	Características Geotécnicas, Norma E030
5. Diafragmas horizontales	Norma E030, E060 y E070
6. Configuración en planta	Irregularidad en Planta – Norma E030, E070
7. Configuración en altura	Irregularidad en Altura – Norma E030, E070
8. Separación máxima entre columnas	Espaciamiento entre columnas de confinamiento, Norma E060, E070
9. Tipo de cubierta	Norma E060, E070
10. Elementos no estructurales	Norma E060, E070
11. Estado de conservación	Condición de la vivienda

Para asignar las clases A, B, C, D a cada uno de los parámetros de la metodología, se ha tomado en cuenta lo expuesto en la metodología original las



especificaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones, revisión de estudios anteriores y visitas a campo.

Para la calificación y análisis se deberá tener en cuenta siempre el caso más desfavorable (crítico). A continuación, se exponen los once parámetros adaptados para el presente estudio:

### **2.2.9.1. Parámetro 1: Organización del sistema resistente.**

Con el parámetro de organización del sistema resistente se evalúa el grado de organización de los elementos verticales, aquí no importa el material usado, cuyo propósito es determinar la eficiencia de la estructura existente, analizando la existencia de elementos de confinamiento en los elementos portantes y que se cumpla los requisitos correspondientes a la norma E-070 y E-060.

#### ***Clase A.***

- Viviendas que posean un diafragma rígido y vigas de amarre conectado correctamente a los elementos de confinamiento.
- Viviendas con muros confinados en sus cuatro bordes.
- Viviendas con muros portantes distribuidos de manera simétrica en sus dos direcciones.

#### ***Clase B.***

- Viviendas que posean un diafragma rígido y vigas de amarre conectado correctamente a los elementos de confinamiento.
- Viviendas con muros confinados en sus cuatro bordes.



- Viviendas con muros portantes distribuidos de manera simétrica en una sola dirección.

***Clase C.***

- Viviendas que posean un diafragma rígido con muros parcialmente confinados.
- Viviendas con muros portantes distribuidos de manera asimétrica.

***Clase D.***

- Viviendas que posean elementos estructurales no ligadas.
- Viviendas con muros portantes distribuidos de manera asimétrica.

**2.2.9.2. Parámetro 2: Calidad del sistema resistente.**

Con este parámetro se identifica la calidad de la albañilería usada.

Para edificaciones de albañilería estructural se realiza el análisis según las unidades de albañilería cuyo uso está considerado en la E-070 de acuerdo a la zona sísmica y los niveles de la edificación.

El Reglamento Nacional de Edificaciones, propone el tipo de albañilería a usarse, de acuerdo a la zona sísmica a la que pertenece la edificación como se puede observar en la Tabla 4.

Para sus elementos de confinamientos, se sigue las recomendaciones de la E-070, el concreto deberá de tener una resistencia  $f'c$  mayor o igual a 17.15 MPa (175 kg/cm<sup>2</sup>) y en la albañilería con unidades asentadas en mortero el espesor de las juntas de mortero será como mínimo 10 mm y el espesor máximo será de 15mm.

**Tabla 4**

*Limitaciones en el uso de unidades de albañilería para fines estructurales.*

TIPO	ZONA SÍSMICA 2 Y 3		ZONA SÍSMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal	No	Si, hasta dos pisos	Si
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Alveolar	Sí Celdas totalmente rellenas con grout	Si Celdas parcialmente rellenas con grout	Si Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

*Fuente:* Adaptado de “*Norma Técnica E-070 Albañilería*” por el Reglamento Nacional de Edificaciones. (2006), Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Lima, Perú.

***Clase A.***

- Si la vivienda no supera los dos niveles, el tipo de unidad de albañilería podrá ser sólido artesanal.
- Si la vivienda supera los dos niveles, el tipo de unidad de albañilería solo podrá ser sólido industrial.
- La resistencia de su concreto, de elementos de confinamiento de concreto armado, es mayor o igual a  $175 \text{ kg/cm}^2$ .
- El mortero de las juntas cumple con un espesor uniforme de 1 a 1.5 cm.

***Clase B.***

- Si la vivienda no supera los dos niveles, el tipo de unidad de albañilería podrá ser sólido artesanal.
- Si la vivienda supera los dos niveles, el tipo de unidad de albañilería solo podrá ser sólido industrial.



- La resistencia de su concreto, de elementos de confinamiento de concreto armado, es menor a  $175 \text{ kg/cm}^2$ .
- El mortero de las juntas no cumple con un espesor uniforme de 1 a 1.5 cm.

#### *Clase C.*

- La vivienda supera los dos niveles con unidades de albañilería de tipo sólido artesanal en sus muros portantes o cualquier otro tipo de ladrillo no recomendado por la E-070.
- La resistencia de su concreto, de elementos de confinamiento de concreto armado, es menor a  $175 \text{ kg/cm}^2$ .
- El mortero de las juntas no cumple con un espesor uniforme de 1 a 1.5 cm.

#### *Clase D.*

- La vivienda supera los dos niveles con unidades de albañilería de tipo sólido artesanal en sus muros portantes o cualquier otro tipo de ladrillo no recomendado por la E-070.
- No cuenta con elementos de confinamiento ni de ligamiento.
- El mortero de las juntas no cumple con un espesor uniforme de 1 a 1.5 cm.

#### **2.2.9.3. Parámetro 3: Resistencia convencional.**

Este parámetro hace referencia a la resistencia convencional en la que se evalúa la fiabilidad de la resistencia que puede presentar el edificio frente a cargas horizontales.

Aquí se realiza unos cálculos sencillos, en la que se tienen en cuenta la resistencia de los muros en las direcciones principales.



En este punto, según el Reglamento Nacional de Edificaciones en su norma E-070 indica que, se tiene que tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

a) **Datos generales:** Aquí se coloca la información necesaria para el cálculo de la ecuación 2.10, así también los datos obtenidos de la Norma E-030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones.

También se calcula la densidad mínima de muros portantes que se obtendrá mediante la siguiente expresión:

$$\frac{\text{Área de Corte de los Muros Reforzados}}{\text{Área de la Planta Típica}} = \frac{\sum L * t}{A_p} \geq \frac{Z * U * S * N}{56} \quad (2.4)$$

Dónde: “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.

b) **Metrado de cargas:** Se realiza el metrado de cargas según los planos en planta y los valores que nos da la norma E-020 cargas del Reglamento Nacional de Edificaciones.

c) **Evaluación del parámetro 3:** Para evaluar el parámetro 3 se tomará todos los datos ya registrados y se realizará el cálculo según las siguientes ecuaciones.

$$V_{basal} \leq V_m \dots \dots \dots (2.5)$$

$$V_{basal} \leq 0.5 * v'_m * \alpha * t * L + 0.23 * P_g \dots \dots \dots (2.6)$$



Donde:

$V_m$  = Resistencia característica a corte de la albañilería.

$P_g$  = Carga gravitacional de servicio, con sobrecarga reducida.

$t$  = Espesor efectivo del muro.

$L$  = Longitud total del muro.

$\alpha$  = Factor de reducción de resistencia al corte por efecto de esbeltez:

Realizamos el análisis basándonos en el numeral 28.2 de la norma E-030 Diseño sismorresistente fuerza cortante en la base.

$$V = \frac{Z * U * C * S}{R} P \dots\dots\dots(2.7)$$

Reemplazamos la ecuación 2.6 en la ecuación 2.5.

$$\frac{Z * U * C * S}{R} P \leq (0.5 * \sum L * t) * v'_m + 0.23 * P_g \dots\dots\dots(2.8)$$

El peso total de la edificación es:

$$P = W * A_p * N \dots\dots\dots(2.9)$$

Donde:

$W$  = Peso promedio por  $m^2$ .

$A_p$  = área de la planta típica.

$N$  = número de pisos.

Reemplazamos la ecuación 2.9 en la ecuación 2.8 y le asignamos algunos valores a la ecuación 2.8.

Según la norma E-030 los valores de acuerdo a la zona y tipo de edificación son los siguientes:

- Juliaca se encuentra en una zona sísmica 3, por lo tanto su valor  $Z$  es igual a 0.35.
- El análisis se aplicará a viviendas de uso común, por ello estas edificaciones son comunes cuyo factor  $U$  es 1.0.
- El análisis de las viviendas por ser en su gran mayoría de albañilería armada se considera un factor de reducción  $R_o$  igual a tres.

Al final la ecuación termina de la siguiente manera.

$$\frac{0.35 \cdot 1.0 \cdot C \cdot S}{R} * W * A_p * N \leq 0.5 * (\sum L * t) * v'_m + 0.23 * P_g \dots \dots \dots (2.10)$$

$$\frac{0.35 * C * S * W * N * A_p}{R} \leq 0.5 (\sum L * t) * v'_m + 0.23 * P_g \dots \dots \dots (2.11)$$

$$A = 0.5 * (\sum L * t) * v'_m + 0.23 * P_g \dots \dots \dots (2.12)$$

$$B = \frac{0.35 * C * S * W * N * A_p}{R} \dots \dots \dots (2.13)$$

$$\varphi = \frac{A}{B} \dots \dots \dots (2.14)$$

Identificación de Intervalos.

**Clase A.** cuando  $\varphi \geq 1$  en ambas direcciones.

**Clase B.** cuando  $\varphi \geq 1$  en una dirección, pero  $\varphi < 1$  en otra dirección.

**Clase C.** cuando  $0.90 \leq \varphi \leq 1$  en ambas direcciones.

**Clase D.** cuando  $\varphi < 90$  en ambas direcciones.





#### **2.2.9.4. Parámetro 4: Posición del edificio y de la cimentación.**

Para la evaluación de este parámetro se evaluará la pendiente del terreno donde se cimentó y el tipo de suelo, para la evaluación de las pendientes se tomará las siguientes recomendaciones:

- La topografía donde se encuentra la vivienda es plana o muy poco inclinada, con una pendiente menor o igual a 10%.
- Pendientes entre 10% al 20% pueden considerarse en vulnerabilidad baja, se necesita estabilizar de ser necesario.
- Pendientes entre 20% al 30% son consideradas en vulnerabilidad media y tienen que ser estabilizadas.
- Pendientes mayores al 30% son consideradas en vulnerabilidad alta y tienen que ser estabilizadas.

Debido a que la urbanización 09 de Octubre de la ciudad de Juliaca cuenta con una topografía plana con pendientes menores a 10% en este punto solo se tomará ese tipo de posición de la edificación.

En un evento sísmico las edificaciones que se ubican en una esquina son los que sufren más daño que los ubicados en una zona intermedia. Esta condición es desfavorable y se debe a que las viviendas ubicadas en una esquina, se generen irregularidad torsional en planta, ya que muchas veces existe una falta de simetría en la distribución de los muros en la zona perimetral.

La posición de la vivienda se puede clasificar de dos formas, que son las que se aprecian en la urbanización 09 de Octubre.



- Ubicada en una esquina.
- Ubicada en una zona intermedia.

Para la evaluación de la cimentación de la edificación se tomará las recomendaciones de la norma E-030 diseño sismorresistente.

- Perfil tipo So: Roca Dura.
- Perfil tipo S1: Roca o Suelos Muy Rígidos.
- Perfil tipo S2: Suelos Intermedios.
- Perfil tipo S3: Suelos blandos.

#### ***Clase A.***

- Vivienda ubicada en una zona con terreno estable y con una pendiente horizontal o menores a 10%.
- Vivienda con perfil de suelo tipo S0 o S1.
- Vivienda ubicada en una zona intermedia.

#### ***Clase B.***

- Vivienda ubicada en una zona con terreno estable y con una pendiente horizontal o menores a 10%.
- Vivienda con perfil de suelo tipo S2.
- Vivienda ubicada en una zona intermedia.

#### ***Clase C.***



- Vivienda ubicada en una zona con terreno estable y con una pendiente horizontal o menores a 10%.
- Vivienda con perfil de suelo tipo S2 y S3.
- Vivienda ubicada en una zona intermedia.

#### ***Clase D.***

- Vivienda ubicada en una zona con terreno estable y con una pendiente horizontal o menores a 10%.
- Vivienda con perfil de suelo tipo S3.
- Vivienda ubicada en una zona esquina.

#### **2.2.9.5. Parámetro 5: diafragmas horizontales.**

El quinto parámetro evalúa la calidad del sistema resistente de la losa de entrepiso. Aquí se ve la calidad de la conexión que existe entre la losa y el sistema de muros, así como la ausencia de planos de desnivel.

Para el análisis de este parámetro se tomará las consideraciones de la norma E-070, donde indica lo siguiente:

- Debe preferirse edificaciones con diafragma rígido y continuo, es decir, edificaciones en las que las losas de piso, el techo y la cimentación, actúen como elementos que integran a los muros portantes y compatibilicen sus desplazamientos laterales.
- Podrán considerarse que el diafragma es rígido cuando la relación entre sus lados no excede de cuatro. Se deberá considerar y evaluar el efecto que sobre la rigidez del diafragma tienen las aberturas y discontinuidades en la losa.



Asi también es importante considerar lo siguiente:

- La calidad del diafragma se basa en la importancia de la unión entre la losa y la cubierta, ellas deben de tener un buen amarre para garantizar el efecto de diafragma rígido.
- Las losas a desnivel, ante un evento sísmico, pueden generar choque con los muros de la misma vivienda o la vivienda vecina. El daño puede ser evitado con juntas de separación sísmica.

***Clase A.***

- Diafragma rígido (losa aligerada o losa maciza), donde la relación entre sus lados (largo/ancho) no exceda de cuatro.
- No presentar aberturas en el diafragma de gran tamaño mayores al 50% y de cualquier tipo, ya sean hechas para iluminación, ventilación o aspectos visuales.
- Ausencia de planos a desnivel en las losas.
- Los diafragmas deben tener una conexión eficiente y permanente con todos los muros

***Clase B.***

- Diafragma rígido (losa aligerada o losa maciza), donde la relación entre sus lados (largo/ancho) no exceda de cuatro.
- Presenta aberturas en el diafragma de gran tamaño mayores al 50% y de cualquier tipo, ya sean hechas para iluminación, ventilación o aspectos visuales.
- Cuenta con planos a desnivel en las losas.



- Los diafragmas deben tener una conexión eficiente y permanente con todos los muros

#### *Clase C.*

- Diafragma rígido (losa aligerada o losa maciza), donde la relación entre sus lados (largo/ancho) exceda de cuatro.
- Presenta aberturas en el diafragma de gran tamaño mayores al 50% y de cualquier tipo, ya sean hechas para iluminación, ventilación o aspectos visuales.
- Cuenta con planos a desnivel en las losas.
- Los diafragmas deben tener una conexión eficiente y permanente con todos los muros

#### *Clase D.*

- Diafragma rígido (losa aligerada o losa maciza), donde la relación entre sus lados (largo/ancho) exceda de cuatro.
- Presenta aberturas en el diafragma de gran tamaño mayores al 50% y de cualquier tipo, ya sean hechas para iluminación, ventilación o aspectos visuales.
- Cuenta con planos a desnivel en las losas.
- Los diafragmas no tienen una conexión eficiente y permanente con todos los muros.

#### **2.2.9.6. Parámetro 6: Configuración en planta, irregularidad en planta.**

La forma de la planta de un edificio incluye en el comportamiento sísmico. En edificios rectangulares existe la relación entre el lado menor  $a$  y el lado mayor  $L$ .



$$\beta_1 = a/L \dots\dots\dots(2.15)$$

Existen también protuberancias en la forma del edificio, esto se evaluará mediante la relación:

$$\beta_2 = b/L \dots\dots\dots(2.16)$$

El método de índice de vulnerabilidad propone diferentes formas en planta de las edificaciones, las formas se muestran en la Figura 9 y se cuenta con 5 formas.

Por ello según las recomendaciones de la metodología del índice de vulnerabilidad se toma los siguientes rangos.

- $0.8 \leq \beta_1 \text{ ó } \beta_2 \leq 0.1 \dots\dots\dots(2.17)$

- $0.6 \leq \beta_1 < 0.8 \text{ ó } 0.1 < \beta_2 \leq 0.2 \dots\dots\dots(2.18)$

- $0.4 \leq \beta_1 < 0.6 \text{ ó } 0.2 < \beta_2 \leq 0.3 \dots\dots\dots(2.19)$

- $\beta_1 < 0.4 \text{ ó } 0.3 < \beta_2 \dots\dots\dots(2.20)$

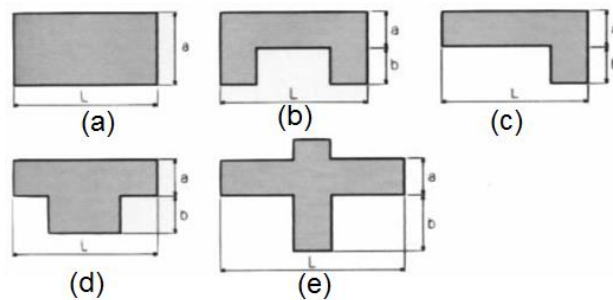
De estos puntos según el Reglamento Nacional de Edificaciones existe un factor de irregularidad en planta  $I_p$  con el cual se puede hallar el coeficiente de reducción:

$$R = R_0 * I_a * I_p \dots\dots\dots(2.21)$$

Es por eso que nuestra clasificación para los parámetros de vulnerabilidad lo hacemos de acuerdo al factor de irregularidad de planta  $I_p$ .

## Figura 9

### Formas en planta



Fuente: Adaptado de “Sulla vulnerabilità sismica di edifici in muratura: un metodo di valutazione. A method for evaluating the seismic vulnerability of masonry buildings. L’industria delle costruzioni” por Benedetti, D., & Petrini, V. (1984), Italia.

a) **Irregularidad Torsional.** El centro de masas de cada nivel generalmente coincide con el centroide del área en planta, pero cuando se concentra los muros hacia un lado de la planta, el centro de masa se moverá hacia esa zona. Esto ocasionaría que el centro de masa CM no coincida con el centro de rigidez, por lo cual, en el plano horizontal actuaría como un movimiento torsional que haría que el diafragma rígido se tuerza en relación al centro de resistencia. Esto hace que sufran grandes deflexiones que podrían llevarlos al colapso. El factor de irregularidad  $I_p=0.75$ . Este factor se basa en un análisis estructural y la encuesta es orientada a una calificación visual.

b) **Esquinas Entrantes.** Es común encontrar viviendas con forma de L, C o planta U. estas formas ocasionan variaciones de rigidez, por tanto, movimientos diferenciales entre las partes del edificio que ocasionan concentración de esfuerzos en las esquinas entrantes. El factor de irregularidad  $I_p=0.90$ . el parámetro dependerá de la relación entre las medidas de A, B, a y b; que no deben ser mayores al 20%.

c) **Discontinuidad del Diafragma.** se debe evitar aberturas, entradas, retrocesos o huecos con áreas mayores al 50% del área bruta del diafragma. Estas



aberturas atentan contra la integridad y funcionalidad de este elemento. El factor de irregularidad  $I_p=0.85$

**d) *Sistemas no Paralelos.*** Se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. También otro aspecto es que podría generarse torsión por el movimiento del terreno. Se recomienda viviendas que su largo no sea mayor a cuatro veces su ancho. El factor de irregularidad  $I_p=0.90$ .

Para la evaluación de este parámetro se dividirá según las recomendaciones del método del índice de vulnerabilidad y la norma técnica E-030.

***Clase A.***

- Su irregularidad en planta será  $I_p = 1$
- Su configuración en planta tendrá un rango de:  $0.8 \leq \beta_1$  ó  $\beta_2 \leq 0.1$

***Clase B.***

- Su irregularidad en planta será  $I_p = 0.90$
- Su configuración en planta tendrá un rango de:  $0.6 \leq \beta_1 < 0.8$  ó  $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$

***Clase C.***

- Su irregularidad en planta será  $I_p = 0.85$
- Su configuración en planta tendrá un rango de:  $0.4 \leq \beta_1 < 0.6$  ó  $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$

***Clase D.***



- Su irregularidad en planta será  $I_p = 0.85$
- Su configuración en planta tendrá un rango de:  $\beta_1 < 0.4$  ó  $0.3 < \beta_2$

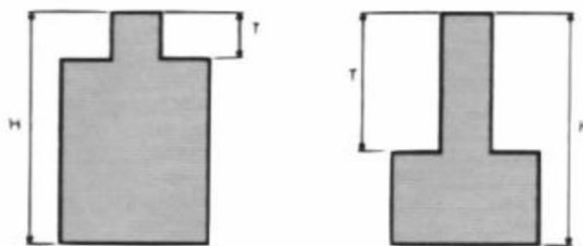
### 2.2.9.7. Parámetro 7: Configuración en elevación, irregularidad en altura.

En edificaciones de albañilería, la irregularidad en altura es ocasionada generalmente por la presencia de porches y torretas.

Los porches son la relación porcentual entre el área en planta y la superficie total de la losa y la torreta se reporta mediante la relación  $T/H$ , como se indica en la siguiente Figura 10.

**Figura 10**

*Configuración en elevación.*



*Fuente:* Adaptado de “*Sulla vulnerabilità sismica di edifici in muratura: un metodo di valutazione. A method for evaluating the seismic vulnerability of masonry buildings. L’industria delle costruzioni*” por Benedetti, D., & Petrini, V. (1984), Italia.

Se reporta por variación de masa en porcentaje  $\pm DM/M$  entre dos pisos sucesivos, siendo  $M$  la masa del piso mas bajo y utilizando el signo (+) si se trata de aumento o el (-) si se trata de disminución de masa, esta relación también puede ser sustituida por la variación de áreas respectivas  $\pm DA/A$ , se evaluará en el caso más desfavorable. La metodología del índice de vulnerabilidad propone las siguientes clasificaciones:



- Edificio con  $\pm \frac{DM}{M} < 10\%$ .....(2.22)
- Edificio con  $\pm \frac{DA}{A} < 10$  ó  $10\% \leq \pm \frac{DM}{M} < 20\%$ .....(2.23)
- Edificio con  $10\% \leq \pm \frac{DA}{A} < 20\%$  ó  $20\% < \pm \frac{DM}{M}$  ó  $\frac{T}{H} < \frac{2}{3}$ .....(2.24)
- Edificio con  $20\% < \pm \frac{DA}{A}$  ó  $0 < \pm \frac{DM}{M}$  ó  $\frac{T}{H} > \frac{2}{3}$ .....(2.25)

Según la normativa peruana este parámetro será asignado de acuerdo a la Norma Técnica E-030 diseño sismorresistente, mediante las irregularidades en altura.

De estos puntos según el Reglamento Nacional de Edificaciones existe un factor de Irregularidad en altura  $I_a$  con el cual se puede hallar el coeficiente de reducción:

Es por eso por lo que nuestra clasificación para los parámetros de vulnerabilidad lo hacemos de acuerdo con el factor de irregularidad de planta  $I_a$ .

**a) La Irregularidad de Piso Blando.** Se produce debido a que existe un cambio brusco de rigidez entre pisos consecutivos. Este caso se da usualmente, en edificaciones que usan el primer nivel como cochera o locales comerciales. Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 70% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 80% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes. El factor de irregularidad  $I_a=0.75$ .

**b) La Irregularidad de Resistencia.** Se produce irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80% de la resistencia del entrepiso inmediato superior. El factor de irregularidad  $I_a=0.75$ .



c) **La Irregularidad de Masa o Peso.** Se tiene irregularidad de masa cuando el peso de un piso es mayor que 1.5 veces el peso de un piso adyacente. Se tomará las recomendaciones de la Norma E-070 para el cálculo del peso. El factor de irregularidad  $I_a=0.90$ .

d) **La Irregularidad Geométrica Vertical.** Se considera irregularidad geométrica vertical cuando en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistentes a cargas laterales es mayor que 1.3 veces la correspondiente dimensión de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos. El factor de irregularidad  $I_a=0.90$ .

e) **Discontinuidad de los Sistemas Resistentes.** La continuidad de los elementos verticales permite la transmisión de las fuerzas hacia la cimentación. Se califica a la estructura como irregular cuando en cualquier elemento que resista más de 10% de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25% de la correspondiente dimensión del elemento. El factor de irregularidad  $I_a=0.80$ .

#### **Clase A.**

- Su irregularidad en altura  $I_a = 1.00$
- Edificio con  $\pm \frac{DM}{M} < 10\%$

#### **Clase B.**

- Su irregularidad en altura  $I_a = 0.90$
- Edificio con  $\pm \frac{DA}{A} < 10$  ó  $10\% \leq \pm \frac{DM}{M} < 20\%$

#### **Clase C.**



- Su irregularidad en altura  $I_a = 0.80$
- Edificio con  $10\% \leq \pm \frac{DA}{A} < 20\%$  ó  $20\% < \pm \frac{DM}{M}$  ó  $\frac{T}{H} < \frac{2}{3}$

#### ***Clase D.***

- Su irregularidad en altura  $I_a \leq 0.75$
- Edificio con  $20\% < \pm \frac{DA}{A}$  ó  $0 < \pm \frac{DM}{M}$  ó  $\frac{T}{H} > \frac{2}{3}$

#### **2.2.9.8. Parámetro 8: Distancia máxima entre columnas.**

Con este parámetro se tiene en cuenta la presencia de muros maestros intersectados por muros transversales ubicados a distancia excesiva entre ellos. Se reporta el factor L/S, donde L es el espaciamiento de los muros transversales y S el espesor del muro maestro, evaluando siempre el caso más desfavorable.

Para la evaluación de este parámetro según la norma técnica E-070 se deberá de cumplir con las siguientes condiciones.

- Arriostramiento de muros: Es indispensable el arriostramiento a los muros para evitar fallas por volcadura.
- Distancia máxima: La distancia máxima entre el centro de las columnas de confinamiento no deberá de ser mayor a 5 metros, ni dos veces su altura, en caso de que se exceda estos límites se pierde la acción de confinamiento en el centro de la albañilería.

Para su clasificación Benedetti y Petrini proponen los siguientes límites:

- Edificio con  $\frac{L}{S} < 15$ .



- Edificio con  $15 \leq \frac{L}{S} < 18$
- Edificio con  $18 \leq \frac{L}{S} < 25$
- Edificio con  $\frac{L}{S} \geq 25$

Para el uso en esta investigación se realizó una adaptación de acuerdo con los límites de la normativa peruana.

El caso más crítico según Benedetti y Petrini es  $\frac{L}{S} \geq 25$

El caso más crítico según la normativa peruana para un muro de soga con ladrillo King Kong Industrial,  $L \leq 5$  y  $S = 0.15$  por ello la relación L/S máxima sería  $L/S \leq 33.333$ .

El caso más crítico según la normativa peruana para un muro de soga con ladrillo King Kong Artesanal,  $L \leq 5$  y  $S = 0.13$  por ello la relación L/S máxima sería  $L/S \leq 38.46$ .

El caso más crítico según la normativa peruana para un muro de cabeza de King Kong Industrial,  $L \leq 5$  y  $S = 0.25$  por ello la relación L/S máxima sería  $L/S \leq 20$ .

El caso más crítico según la normativa peruana para un muro de cabeza de King Kong Artesanal,  $L \leq 5$  y  $S = 0.20$  por ello la relación L/S máxima sería  $L/S \leq 25$ .

*Para muro de soga King Kong Industrial:*

$$\frac{L}{S} \rightarrow 33.33 \rightarrow 25$$

$$X_{1b} \rightarrow 18$$



$$Y_{1b} \rightarrow 15$$

$$\text{Donde } X_1 = 24 \text{ y } Y_1 = 20$$

*Para muro de sogá King Kong Artesanal:*

$$\frac{L}{S} \rightarrow 38.46 \rightarrow 25$$

$$X_{1b} \rightarrow 18$$

$$Y_{1b} \rightarrow 15$$

$$\text{Donde } X_1 = 27.7 \text{ y } Y_1 = 23$$

*Para muro de cabeza King Kong Industrial:*

$$\frac{L}{S} \rightarrow 20 \rightarrow 25$$

$$X_{2b} \rightarrow 18$$

$$Y_{2b} \rightarrow 15$$

$$\text{Donde } X_2 = 14.4 \text{ y } Y_2 = 12$$

*Para muro de cabeza King Kong Artesanal:*

$$\frac{L}{S} \rightarrow 25 \rightarrow 25$$

$$X_{2b} \rightarrow 18$$

$$Y_{2b} \rightarrow 15$$

$$\text{Donde } X_2 = 18 \text{ y } Y_2 = 15$$



***Clase A.***

- Edificación con  $\frac{L}{S} < 20$  para muros de sogá con ladrillo K.K Industrial.
- Edificación con  $\frac{L}{S} < 23$  para muros de sogá con ladrillo K.K Artesanal.
- Edificación con  $\frac{L}{S} < 12$  para muros de cabeza con ladrillo KK Industrial.
- Edificación con  $\frac{L}{S} < 15$  para muros de cabeza con ladrillo KK Artesanal.

***Clase B.***

- Edificación con  $20 \leq \frac{L}{S} < 24$  para muros de sogá con ladrillo K.K Industrial.
- Edificación con  $23 \leq \frac{L}{S} < 27.7$  para muros de sogá con ladrillo K.K Artesanal.
- Edificación con  $12 \leq \frac{L}{S} < 14.4$  para muros de cabeza con ladrillo KK Industrial.
- Edificación con  $15 \leq \frac{L}{S} < 18$  para muros de cabeza con ladrillo KK Artesanal.

***Clase C.***

- Edificación con  $24 \leq \frac{L}{S} < 33.33$  para muros de sogá con ladrillo K.K Industrial.
- Edificación con  $27.7 \leq \frac{L}{S} < 38.46$  para muros de sogá con ladrillo K.K Artesanal.
- Edificación con  $14.4 \leq \frac{L}{S} < 20$  para muros de cabeza con ladrillo KK Industrial.
- Edificación con  $18 \leq \frac{L}{S} < 25$  para muros de cabeza con ladrillo KK Artesanal.

***Clase D.***

- Edificación con  $33.33 < \frac{L}{S}$  para muros de sogá con ladrillo K.K Industrial.



- Edificación con  $38.46 < \frac{L}{S}$  para muros de soga con ladrillo K.K Artesanal.
- Edificación con  $20 < \frac{L}{S}$  para muros de cabeza con ladrillo KK Industrial.
- Edificación con  $25 < \frac{L}{S}$  para muros de cabeza con ladrillo KK Artesanal.

#### **2.2.9.9. Parámetro 9: Tipo de cubierta.**

Para la evaluación de este parámetro, se analizará tanto los diafragmas rígidos como flexibles, para este parámetro se reporta las siguientes clases:

##### ***Clase A.***

- La cubierta es un diafragma rígido.
- Vigas de amarre en ambas direcciones.

##### ***Clase B.***

- La cubierta es un diafragma rígido.
- Vigas de amarre en una sola dirección.

##### ***Clase C.***

- La cubierta es un diafragma rígido.
- Vigas de amarre en ninguna dirección.

##### ***Clase D.***

- La cubierta es flexible y no se encuentra apoyada sobre vigas.





### **2.2.9.10. Parámetro 10: Elementos no estructurales.**

En este parámetro se realiza la evaluación a elementos no estructurales tales como: Parapetos, tabiques, tanques elevados, termas, etc. Se trata de un parámetro secundario para fines de evaluación de la vulnerabilidad.

#### ***Clase A.***

- Edificaciones con cornisas, parapetos y tabiques correctamente conectadas y vinculadas a la estructura y diafragmas.
- Edificaciones sin elementos susceptibles al vuelco como tanques elevados, antenas y chimeneas.

#### ***Clase B.***

- Edificaciones con cornisas, parapetos y tabiques correctamente conectadas y vinculadas a la estructura y diafragmas.
- Edificaciones con elementos susceptibles al vuelco como tanques elevados, antenas y chimeneas.

#### ***Clase C.***

- Edificaciones con cornisas, parapetos y tabiques en voladizos que no estén correctamente conectadas y vinculadas a la estructura y diafragmas.
- Edificaciones sin elementos susceptibles al vuelco como tanques elevados, antenas y chimeneas.



***Clase D.***

- Edificaciones con cornisas, parapetos y tabiques en voladizos que no estén correctamente conectadas y vinculadas a la estructura y diafragmas.
- Edificaciones con elementos susceptibles al vuelco como tanques elevados, antenas y chimeneas.

**2.2.9.11. Parámetro 11: Estado de conservación.**

Para la evaluación de este parámetro se verá el estado de conservación de la edificación, no deberá de estar expuesta a suelos o también a la humedad. Los elementos de concreto armado no deberán de presentar cangrejas que expongan el acero a sufrir corrosión debido al ambiente. Las cimentaciones deberán de ser profundas.

***Clase A.***

- Muro en buenas condiciones, sin daños visibles y unidades de albañilería sin rasgos de eflorescencia, protegidos por sobrecimientos.
- Columnas, vigas y losa sin cangrejas que puedan exponer el acero de refuerzo a corrosión.

***Clase B.***

- Muros que presentan lesiones capilares no extendidas, con excepción de los casos en los cuales dichas lesiones han sido producidas por terremotos y unidades de albañilería sin rasgos de eflorescencia, protegidos por sobrecimientos.
- Columnas, vigas y losa sin cangrejas que puedan exponer el acero de refuerzo a corrosión.



*Clase C.*

- Muros con lesiones de tamaño medio entre 2 a 3 milímetros de ancho o con lesiones capilares producidas por sismos.
- Edificio que no presenta lesiones pero que se caracteriza por un estado mediocre de conservación de la albañilería y unidades de albañilería con rasgos de eflorescencia, protegidos por sobrecimientos.
- Columnas, vigas y losa con cangrejeras que puedan exponer el acero de refuerzo a corrosión.

*Clase D.*

- Muros que presentan, un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes o, lesiones muy graves de más de 3 milímetros de ancho.
- Columnas, vigas y losa con cangrejeras que puedan exponer el acero de refuerzo a corrosión.



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO

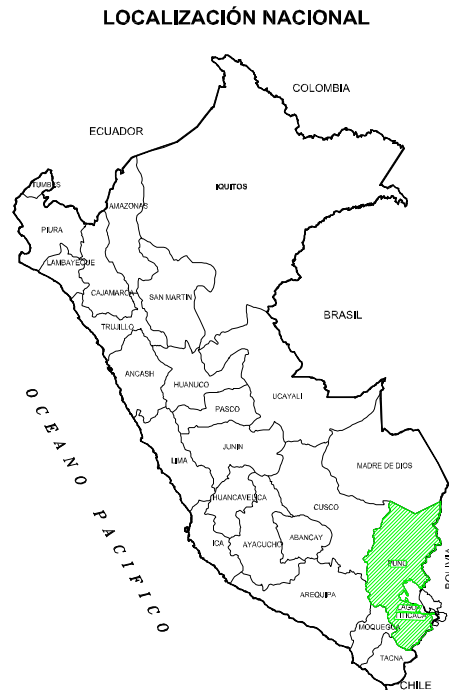
El área de estudio a realizarse es la Urbanización 09 de Octubre ubicada en la ciudad de Juliaca, provincia de San Román y departamento de Puno. El territorio presenta una topografía plana con una altura aproximada de 3825 m.s.n.m, esto se encuentra ubicado geográficamente en:

Departamento	:	Puno.
Provincia	:	San Román.
Distrito	:	Juliaca.
Urbanización	:	09 de Octubre.

En la Figura 11 se puede observar la ubicación de la región de Puno en el mapa del Perú, en la Figura 12 se observa la ubicación de la provincia de San Román, así como también la ubicación de la ciudad de Juliaca y en la Figura 13 se puede observar la ubicación de la Urbanización 09 de Octubre con una delimitación por el norte con la Urbanización Zarumilla, por el sur con la Urbanización la Pampilla, por el este con la Urbanización Nueva Esperanza y por el oeste con el Barrio Cerro Colorado.

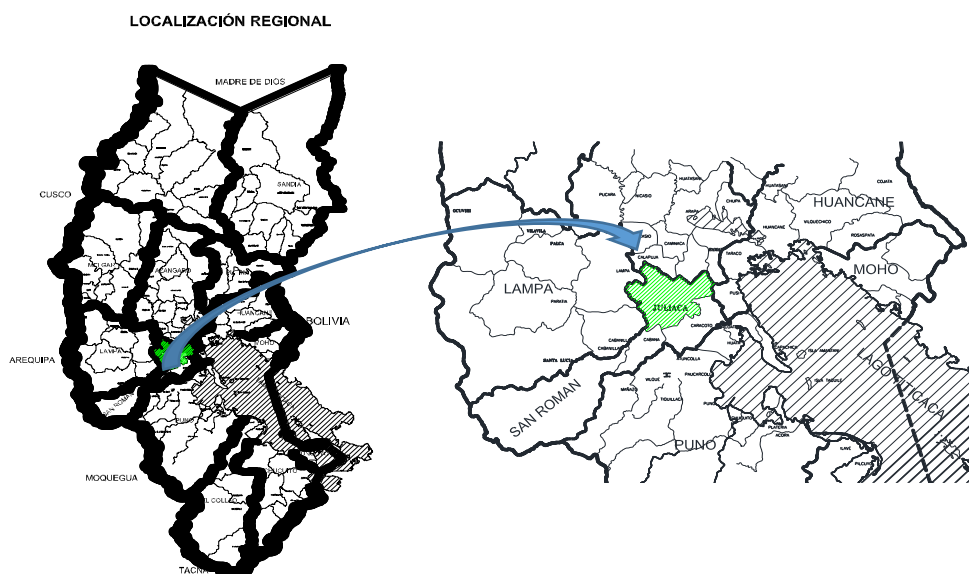
**Figura 11**

*Ubicación nacional de la región Puno*



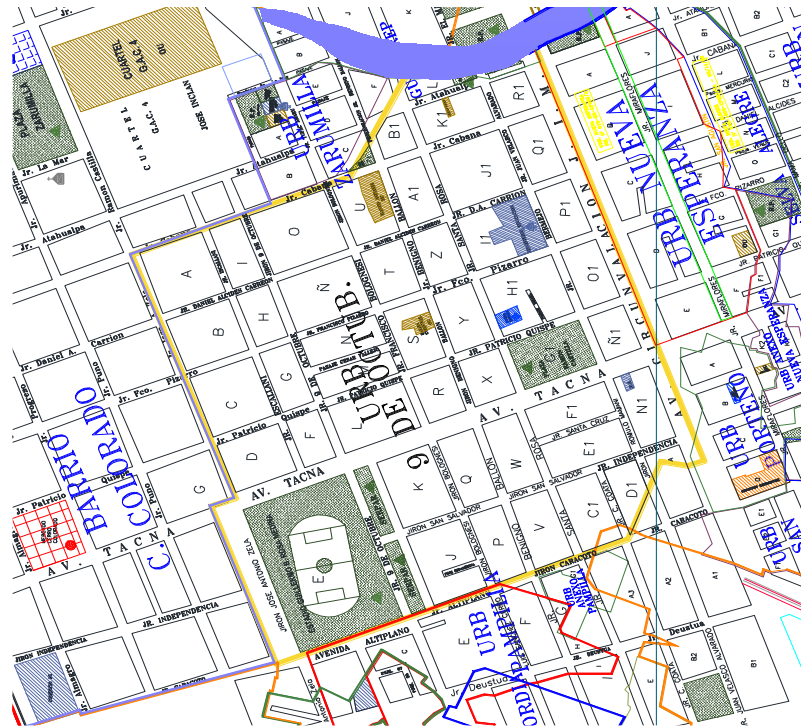
**Figura 12**

*Ubicación de la provincia de San Román y de la ciudad de Juliaca*



**Figura 13**

*Ubicación de la Urbanización 09 de Octubre de la ciudad de Juliaca.*



### **3.2.PERIODO DE DURACIÓN DEL ESTUDIO**

El estudio se ha realizado entre los meses de agosto y diciembre del 2021, que comprende una duración de 5 meses.

### **3.3.PROCEDENCIA DEL MATERIAL UTILIZADO**

Para el desarrollo de la investigación se usó los procedimientos establecidos en el método del índice de vulnerabilidad por Benedetti y Petri, así como también se empleó las recomendaciones establecidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

Los materiales usados fueron los siguientes:

- Fichas de recolección de datos, elaborados previamente y colocando toda la información necesaria para el análisis de la vulnerabilidad.



- Flexómetro de 8 metros, wincha de 50 metros y telémetro laser con alcance de 100 metros, esto para realizar todas las medidas necesarias para la elaboración de los planos de arquitectura de las viviendas.
- Esclerómetro (martillo digital de prueba de concreto), usado para la verificación de la resistencia del concreto de los elementos estructurales más cargados de cada vivienda evaluada.
- Softwares necesarios para el desarrollo de la investigación como AutoCAD 2019, Microsoft Office y Nitro Pro.
- Una computadora Acer de i5 de 12 gb de RAM y 500 gb de disco duro.

### **3.4.METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.4.1. Tipo de la investigación**

La presente investigación por el nivel de conocimiento que se adquiere se ajusta a una investigación descriptiva, con una naturaleza cualitativa,. Según Suca (2014), define que la investigación cualitativa “es aquella que persigue describir sucesos complejos en su medio natural, con información preferentemente cualitativa”

#### **3.4.2. Nivel de investigación**

El nivel de investigación empleado para la elaboración de este proyecto se considera descriptiva. Según Suca (2014), establece nivel de investigación descriptiva: “mediante este tipo de investigación, que utiliza el método de análisis, se logra caracterizar un objeto de estudio o una situación concreta, señalar sus características y propiedades”.

### 3.4.3. Diseño de investigación

La presente investigación es de tipo no experimental, debido a que no se genera ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes. Según su ubicación temporal es una investigación transversal o transeccional, prospectiva y por su forma es una investigación pura. cuya recolección de datos será mediante una investigación de campo y una finalidad aplicada. Según Hernández et al. (2014) indica que: “la investigación no experimental también se conoce como investigación ex post-facto (los hechos y variables ya ocurrieron), y observa variables y relaciones entre éstas en su contexto natural” (pág. 165).

### 3.4.4. Población

Está constituida por 1245 viviendas que pertenecen a la Urbanización 09 de Octubre que sean de unidades de albañilería artesanal y/o industrial.

### 3.4.5. Tamaño de muestra

Para tener el número total de las viviendas que pertenecen a la Urbanización 09 de Octubre de la ciudad de Juliaca se tuvo que realizar el levantamiento catastral de la urbanización dándonos así los siguientes datos.

**Tabla 5**

*Cantidad de viviendas en la Urbanización 09 de Octubre.*

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad.</b>
Manzanas seleccionadas	42
Total, de viviendas censadas	1 245





### 3.5.DISEÑO ESTADÍSTICO

Para hallar el tamaño de muestra representativa se ha empleado métodos estadísticos probabilísticos para una muestra finita, cuyo cálculo es el siguiente.

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q} \dots\dots\dots(3.01)$$

Donde:

- N = Total de la población.
- Z = Nivel de confianza.
- P = Proporción esperada.
- q = Proporción no esperada.
- e = Error estimado máximo.

Para nuestro caso se está realizando el cálculo, de acuerdo a las siguientes recomendaciones:

Tamaño de la población (N): este dato representa la cantidad total de viviendas que pertenecen a la Urbanización 09 de Ocutbre, que en este caso es de 1245.

Nivel de confianza (NC): para este caso debido a los límites que presenta la investigación tales como el libre acceso a las viviendas y la evaluación de las mismas, se opto por usar un nivel de confianza del 90% dándonos un valor Z de 1.645.

Para los siguientes datos para el cálculo del tamaño de muestra buscado se tomó en referencia la investigación realizadapor Sivincha & Mamani, 2018.



Error de estimación máximo aceptado (e): para este caso se aceptará un margen de error máximo del 10%.

Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (p): para esta evaluación se usará un porcentaje del 87.5 %.

Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado(q): para esta evaluación se usará un porcentaje de 12.5 %.

$$n = \frac{(1.645)^2 * 1245 * 0.875 * 0.125}{0.1^2 * (1245 - 1) + 1.645^2 * 0.875 * 0.125}$$

$$n = 28.9 \approx 29$$

De esta manera se obtuvo una muestra de 29 viviendas, donde se tendrá que realizar el análisis a un total de 29 viviendas para obtener la vulnerabilidad de la Urbanización 09 de Octubre de la ciudad de Juliaca, provincia de San Román y departamento de Puno.

### **3.6.PROCEDIMIENTO**

#### **3.6.1. Tipologías estructurales de las viviendas**

Se ha identificado 4 sistemas estructurales en la zona de estudio, de ellas solo se realizará el análisis a las viviendas de sistema estructural híbrido (concreto armado y albañilería confinada).

En la Tabla 6 se detalla las diferentes tipologías estructurales que existen en la Urbanización 09 de Octubre.

El plano de la tipología estructural de toda la urbanización se encuentra en el Anexo A. plano de tipologías estructurales.

**Tabla 6***Tipología estructural de la Urbanización 09 de Octubre*

Nº	Tipología estructural	Símbolo	Cant. viviendas	En (%)
1	Sistema estructural híbrido con unidades de albañilería artesanal de 1 nivel	SEHUAA1	336	26.99%
2	Sistema estructural híbrido con unidades de albañilería artesanal de 2 niveles a más	SEHUAA	614	49.31%
3	Sistema estructural híbrido con unidades de albañilería industrial de 1 a 3 niveles	SEHUI	213	17.11%
4	Sistema estructural híbrido con unidades de albañilería industrial de 4 niveles a más	SEHUI4	30	2.41%
5	Lote vacío	L	52	4.18%
TOTAL			1245	100.00%

a) ***Sistema estructural híbrido con unidades de albañilería industrial de 4 niveles a más (SEHUI4).*** Como se observa en la Figura 14, son viviendas cuyo sistema estructural está compuesto por albañilería confinada y sistema de pórticos de concreto armado, cuya elevación es de 4 pisos a más, para este tipo deberá de contar con unidades de albañilería industrial en todos sus muros portantes.

## Figura 14

*Ejemplo del SEHUI4*



b) *Sistema estructural híbrido con unidades de albañilería industrial de 1 a 3 niveles (SEHUIA).* Según la Figura 15 se puede observar que son viviendas cuyo sistema estructural está compuesto por albañilería confinada y sistema de pórticos de concreto armado, cuya elevación va de 1 a 3 pisos, para este tipo deberá de contar con unidades de albañilería industrial en todos sus muros portantes.

## Figura 15

*Ejemplo SEHUIA*



c) *Sistema estructural híbrido con unidades de albañilería artesanal de 1 nivel (SEHUAA1)*. Como se puede observar en la Figura 16, son viviendas cuyo sistema estructural está compuesto por albañilería confinada y sistema de pórticos de concreto armado, la unidad de albañilería usada en sus muros portantes es de origen artesanal, esta tipología solo se considera a viviendas de un nivel cuya unidad de albañilería es la sólida artesanal o más conocida como King Kong artesanal.

**Figura 16**

*Ejemplo SEHUAA1*



d) *Sistema estructural híbrido con unidades de albañilería artesanal de 2 niveles a más (SEHUAA)*. Según la Figura 17, son viviendas cuyo sistema estructural está compuesto por albañilería confinada y sistema de pórticos de concreto armado, la unidad de albañilería usada en sus muros portantes es de origen artesanal, para esta tipología los primeros niveles cuentan con unidades artesanales y los niveles superiores industriales se considerará esta tipología.

## Figura 17

### *Ejemplo del SEHUA*



### 3.6.2. Descripción de las fichas de campo

La ficha para la recolección de datos de campo, se basa en una adaptación de la ficha y los parámetros del método de índice de vulnerabilidad. En la primera parte se solicitaron los datos generales de la vivienda, en la segunda parte la recopilación de datos propia de cada parámetro del método y la tercera parte existe una grilla para poder realizar un bosquejo del esquema de la vivienda en planta, Ver Anexo G. Formato de Ficha de Recolección de Datos.

### 3.6.3. Lista de viviendas

Para ubicar y tener acceso a las viviendas se coordinó con el profesor Teofilo Colquehuanca, quien es dirigente de la Urbanización 09 de Octubre, y en una reunión con los vecinos se llegó a elegir las 29 viviendas a evaluar bajo el criterio de accesibilidad, a continuación, en la Tabla 7 se muestra la lista de las viviendas así como también su dirección y sus coordenadas UTM.

Luego de elegir las viviendas se procedió a coordinar con los propietarios el horario de visita y toma de datos, para ello se preparó las fichas de evaluación para cada vivienda.



**Tabla 7**

*Lista de viviendas evaluadas*

N°	Propietario	Dirección	Coordenadas UTM		
			Elevación (m)	Este (m)	Sur (m)
V-01	Teofilo Rodolfo Colquehuanca Huacani	Av. Tacna Ñ1-12	3828.25	379917.00	8286079.00
V-02	Evaristo Simon Apaza Coila	Jr. Juan Velasco Alvarado 330	3829.37	379786.00	8286376.00
V-03	Alfonso Pancca Mendoza	Psje.Cesar Vallejo 120	3830.70	379538.00	8286069.00
V-04	Percy Mario Sosa Ticona	Jr. Patricio Quispe 750	3829.85	379493.00	8285995.00
V-05	Eloy Severo Coila Mamani	Pasaje. Santa Cruz 128	3829.56	379862.00	8285945.00
V-06	Wilfredo Venegas Zapana	Jr. Francisco Bolognesi 342	3830.65	379611.00	8286065.00
V-07	Julio Colquehuanca Huacani	Jr. José Antonio Zela 311	3830.23	379310.00	8286041.00
V-08	Miguel Quispe Pacompia	Jr. Cabana 818	3829.43	379439.00	8286322.00
V-09	Celso Churata Roque	Jr. Cabana 632	3830.35	379258.00	8286256.00
V-10	Flor Marina Torres	Jr. Escallani 513	3829.67	379452.00	8285980.00
V-11	Paulino Canaza Enriquez	Jr. Escallani 214	3829.87	379326.00	8286266.00
V-12	Narcizo Quispe Cruz	Jr. Escallani 202	3829.91	379324.00	8286274.00
V-13	Luciano Yanqui Roque	Jr. Cabana 662	3029.95	379291.00	8286267.00
V-14	Juan Mamani Tapora	Jr. Santa Rosa 242	3829.37	379698.00	8286254.00
V-15	Thalia Colquehuanca Rodriguez	Jr. José Antonio Zela 319-B	3830.85	379316.00	8286029.00
V-16	Teofilo Rodolfo Colquehuanca Huacani	Jr. Francisco Pizarro 612	3830.65	379308.00	8286049.00
V-17	Mariana Pancca Flores	Jr. Francisco Pizarro 897	3829.64	379559.00	8286159.00
V-18	Luciano Yanqui Roque	Jr. Cabana 680	3029.75	379303.00	8286272.00
V-19	Victor Torres Zevallos	Jr. José Antonio Zela 409	3830.13	379352.00	8285938.00
V-20	Florencia Huacani	Jr. Benigno Ballón 120	3829.24	379581.00	8286426.00
V-21	Nicasio Cana Mendoza	Jr. Francisco Pizarro 1164	3829.12	379769.00	8286212.00
V-22	Benjamin Mamani Laquise	Jr. Juan Velazco Alvarado 605	3829.56	379892.00	8286143.00



V-23	Benjamin Mamani	Laquise Jr.	Patricio Quispe	1230	3829.71	379899.00	8286148.00
V-24	Natividad Pacohuanca	Mamani Jr.	Juan Velasco	Alvarado 317	3829.84	379856.00	8286248.00
V-25	Pedro Yupanqui Yucra	Jr.	Juan Velasco	Alvarado 603	3829.63	379897.00	8286129.0
V-26	Nay Suasaca Suasaca	Av. Tacna F-1	5-A		3828.32	379897.00	8286038.00
V-27	Valeriana Melo	Quispe de	Av. Tacna	1239	3828.75	379940.00	8286086.00
V-28	Jorge Suasaca Mamani	Jr.	Patricio Quispe	1240	3829.68	379925.00	8286156.00
V-29	Zulema Colquehuanca	Humpiri Jr.	José Antonio Zela	319	3830.54	379312.00	8286034.00

La ubicación de las viviendas se adjunta en el ANEXO C Plano de ubicación de viviendas.

#### 3.6.4. Horario de muestreo

Se coordinó con los propietarios de cada vivienda los horarios de visita y toma de datos, a fin de no perjudicar a los vecinos de la urbanización y realizar la toma de datos en horarios que ellos deseen, la toma de datos se realizó en las fechas que se especifica en a Tabla 8, en donde se coloca la dirección y la fecha en la que se tomaron los datos.

**Tabla 8**

*Fecha de evaluación de viviendas*

Nº	Propietario	Dirección	Fecha de toma de datos
V-01	Teofilo Rodolfo Colquehuanca	Av. Tacna Ñ1-12	13/10/2021
V-02	Evaristo Simon Apaza Coila	Jr. Juan Velasco Alvarado 330	13/10/2021
V-03	Alfonso Pancca Mendoza	Pasaje Cesar Vallejo 120	15/10/2021
V-04	Percy Mario Sosa Ticona	Jr. Patricio Quispe 750	15/10/2021
V-05	Eloy Severo Coila Mamani	Pasaje Santa Cruz 128	15/10/2021
V-06	Wilfredo Zapana Venegas	Jr. Francisco Bolognesi 342	15/10/2021
V-07	Julio Colquehuanca Huacani	Jr. José Antonio Zela 311	18/10/2021





V-08	Miguel Quispe Pacompia	Jr. Cabana 818	18/10/2021
V-09	Celso Nazario Churata Roque	Jr. Cabana 632	18/10/2021
V-10	Flor Marina Torres	Jr. Escallani 513	18/10/2021
V-11	Paulino Canaza Enriquez	Jr. Escallani 214	19/10/2021
V-12	Narcizo Quispe Cruz	Jr. Escallani 202	19/10/2021
V-13	Luciano Yanqui Roque	Jr. Cabana 662	19/10/2021
V-14	Juan Mamani Tapura	Jr. Santa Rosa 242	19/10/2021
V-15	Thalia Colquehuanca	Jr. José Antonio Zela 319-B	20/10/2021
V-16	Teofilo Colquehuanca Huacani	Jr. Francisco Pizarro 612	20/10/2021
V-17	Mariana Pancca Flores	Jr. Francisco Pizarro 897	20/10/2021
V-18	Luciano Yanqui Roque	Jr. Cabana 680	20/10/2021
V-19	Victor Torres Zevallos	Jr. José Antonio Zela 409	21/10/2021
V-20	Florencia Huacani	Jr. Benigno Ballón 120	21/10/2021
V-21	Nicasio Cana Mendoza	Jr. Francisco Pizarro 1164	21/10/2021
V-22	Benjamin Laquise Mamani	Jr. Juan Velazco Alvarado 605	21/10/2021
V-23	Benjamin Laquise Mamani	Jr. Patricio Quispe 1230	22/10/2021
V-24	Natividad Mamani Pacohuanca	Jr. Juan Velasco Alvarado 317	22/10/2021
V-25	Pedro Yupanqui Yucra	Jr. Juan Velasco Alvarado 603	22/10/2021
V-26	Nay Suasaca Suasaca	Av. Tacna F-1 5-A	22/10/2021
V-27	Valeriana Quispe de Melo	Av. Tacna 1239	24/10/2021
V-28	Jorge Suasaca Mamani	Jr. Patricio Quispe 1240	24/10/2021
V-29	Zulema Humpiri Colquehuanca	Jr. José Antonio Zela 319	24/10/2021

---

Después de eso se coordinó con el laboratorio de concreto para realizar el ensayo con esclerómetro y así obtener la resistencia del concreto, ensayo que se realizó el 26 de octubre del 2021.

### 3.7.VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.7.1. Variable independiente

Índice de vulnerabilidad.

**3.7.1.1. Indicador.** Los 11 parámetros de evaluación del método de índice de vulnerabilidad.



**3.7.1.2. Valor final.** Varía de 0 a 385.5.

**3.7.1.3. Tipo de variable.** Cuantitativas continuas.

### **3.7.2. Variable dependiente**

Vulnerabilidad sísmica

**3.7.2.1. Indicador.** índice de vulnerabilidad normalizado.

**3.7.2.2. Valor final.** Bajo, medio o alto.

**3.7.2.3. Tipo de variable.** Cualitativa ordinal.

## **3.8. ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS**

Para ver la ubicación de las viviendas evaluadas ir al ANEXO C. Plano de ubicación de viviendas, para ver los planos en planta de cada vivienda evaluada ir al ANEXO D. Plano de vista en planta de las viviendas evaluadas, para ver los planos de sus muros portantes de cada vivienda ir al ANEXO E. Plano de muros portantes de viviendas evaluadas, para ver los planos de losas aligeradas de cada vivienda evaluada ir al ANEXO F. Plano de losa aligerada de cada vivienda evaluada y para ver la ficha de recolección de datos ir al ANEXO H. Ficha de recolección de datos.

### **3.8.1. Análisis Parámetro 01: Organización del sistema resistente**

Con el parámetro de organización del sistema resistente se evaluó el grado de organización de los elementos verticales, analizando la existencia de elementos de confinamiento en los elementos portantes y que se cumpla los requisitos correspondientes a la norma E-070 y E-060. En la tabla 9 se muestra la clase a la que pertenece cada vivienda en este parámetro, estos datos fueron obtenidos mediante las



fichas de recolección de datos que se muestra en el Anexo H. Ficha de recolección de datos.

**Tabla 9**

*Resultados del parámetro 1*

N° vivienda	Condición	Clase
V-01	Diafragma	Rígido (losa aligerada)
	Muros Confinados	Parcialmente
	Muros distribuidos	en una sola dirección
V-02	Diafragma	Rígido (losa aligerada)
	Muros Confinados	Parcialmente
	Muros distribuidos	en una sola dirección
V-03	Diafragma	Rígido (losa aligerada)
	Muros Confinados	Parcialmente
	Muros distribuidos	en una sola dirección
V-04	Diafragma	Rígido (losa aligerada)
	Muros Confinados	Parcialmente
	Muros distribuidos	Ninguna dirección
V-05	Diafragma	Rígido (losa aligerada)
	Muros Confinados	Parcialmente
	Muros distribuidos	Ninguna dirección
V-06	Diafragma	Rígido (losa aligerada)
	Muros Confinados	Parcialmente
	Muros distribuidos	Ninguna dirección
V-07	Diafragma	Rígido (losa aligerada)
	Muros Confinados	Parcialmente
	Muros distribuidos	Ninguna dirección
V-08	Diafragma	Rígido (losa aligerada)
	Muros Confinados	Parcialmente
	Muros distribuidos	en una sola dirección
V-09	Diafragma	Rígido (losa aligerada)
	Muros Confinados	Parcialmente
	Muros distribuidos	en una sola dirección



	Diafragma	Rígido (losa aligerada)	
V-10	Muros Confinados	Sin Confinar	B
	Muros distribuidos	Ninguna dirección	
	Diafragma	Rígido (losa aligerada)	
V-11	Muros Confinados	Parcialmente	B
	Muros distribuidos	en una sola dirección	
	Diafragma	Rígido (losa aligerada)	
V-12	Muros Confinados	Parcialmente	C
	Muros distribuidos	Ninguna dirección	
	Diafragma	Rígido (losa aligerada)	
V-13	Muros Confinados	Sin Confinar	C
	Muros distribuidos	Ninguna dirección	
	Diafragma	Rígido (losa aligerada)	
V-14	Muros Confinados	Sin Confinar	D
	Muros distribuidos	Ninguna dirección	
	Diafragma	Rígido (losa aligerada)	
V-15	Muros Confinados	Sin Confinar	D
	Muros distribuidos	Ninguna dirección	
	Diafragma	Rígido (losa aligerada)	
V-16	Muros Confinados	Sin Confinar	D
	Muros distribuidos	Ninguna dirección	
	Diafragma	Rígido (losa aligerada)	
V-17	Muros Confinados	Parcialmente	D
	Muros distribuidos	Ninguna dirección	
	Diafragma	Rígido (losa aligerada)	
V-18	Muros Confinados	Totalmente	B
	Muros distribuidos	en una sola dirección	
	Diafragma	Rígido (losa aligerada)	
V-19	Muros Confinados	Parcialmente	C
	Muros distribuidos	Ninguna dirección	
	Diafragma	Rígido (losa aligerada)	
V-20	Muros Confinados	Sin Confinar	C
	Muros distribuidos	Ninguna dirección	



	Diafragma	Rígido (losa aligerada)	
V-21	Muros Confinados	Parcialmente	B
	Muros distribuidos	en una sola dirección	
	Diafragma	Rígido (losa aligerada)	
V-22	Muros Confinados	Parcialmente	C
	Muros distribuidos	Ninguna dirección	
	Diafragma	Rígido (losa aligerada)	
V-23	Muros Confinados	Parcialmente	C
	Muros distribuidos	Ninguna dirección	
	Diafragma	Rígido (losa aligerada)	
V-24	Muros Confinados	Parcialmente	C
	Muros distribuidos	Ninguna dirección	
	Diafragma	Rígido (losa aligerada)	
V-25	Muros Confinados	Parcialmente	B
	Muros distribuidos	en una sola dirección	
	Diafragma	Rígido (losa aligerada)	
V-26	Muros Confinados	Parcialmente	C
	Muros distribuidos	en una sola dirección	
	Diafragma	Rígido (losa aligerada)	
V-27	Muros Confinados	Parcialmente	B
	Muros distribuidos	en una sola dirección	
	Diafragma	Rígido (losa aligerada)	
V-28	Muros Confinados	Parcialmente	B
	Muros distribuidos	en una sola dirección	
	Diafragma	Rígido (losa aligerada)	
V-29	Muros Confinados	Parcialmente	B
	Muros distribuidos	en una sola dirección	

### 3.8.2. Análisis Parámetro 2: Calidad del sistema resistente

Para edificaciones de albañilería estructural se realizó el análisis según las unidades de albañilería cuyo uso está considerado en la E-070 de acuerdo a la zona sísmica y los niveles de la edificación.

**Tabla 10**

*Resultados parámetro 2*

Vivienda	Tipo de unidad de albañilería						Resistencia del concreto (kg/cm <sup>2</sup> )	Espesor de junta		Clase
	1er nivel	2do nivel	3er nivel	4to nivel	5to nivel	6to nivel		Horizontal (mm)	Vertical (mm)	
V-01	S.A	S.A	P.A	P.I			179.29 ± 1.15	20 mm - 50 mm	30 mm - 40 mm	C
V-02	S.A	P.I	P.I				232.02 ± 2.34	40 mm - 50 mm	20 mm - 40 mm	C
V-03	S.A						232.02 ± 2.16	30 mm - 50 mm	30 mm - 40 mm	B
V-04	S.I	P.I					390.21 ± 3.43	20 mm - 30 mm	30 mm - 50 mm	B
V-05	S.A	S.A					323.42 ± 2.68	20 mm - 30 mm	20 mm - 35 mm	B
V-06	S.A	P.A	P.A				217.96 ± 2.55	20 mm - 30 mm	20 mm - 25 mm	C
V-07	S.A	S.A					446.46 ± 2.80	20 mm - 60 mm	30 mm - 80 mm	B
V-08	S.A	S.A					376.15 ± 2.21	30 mm - 50 mm	30 mm - 50 mm	B
V-09	S.A	S.A	P.A	P.A	P.A		196.86 ± 2.04	30 mm - 50 mm	20 mm - 40 mm	C
V-10	S.A	S.A					330.45 ± 1.74	20 mm - 40 mm	20 mm - 30 mm	B
V-11	S.A						548.40 ± 2.02	35 mm - 50 mm	25 mm - 40 mm	B
V-12	S.I	P.I	P.I	P.I	P.I		246.08 ± 2.39	15 mm - 20 mm	30 mm - 50 mm	C
V-13	S.A	S.A					246.08 ± 2.11	30 mm - 60 mm	30 mm - 50 mm	B

V-14	S.A	P.A	161.71 ± 1.79	30 mm - 60 mm	20 mm - 50 mm	C
V-15	S.A		179.29 ± 1.81	40 mm - 60 mm	40 mm - 80 mm	B
V-16	S.A	P.A	384.59 ± 3.81	30 mm - 60 mm	25 mm - 60 mm	B
V-17	S.I	P.I P.I	179.29 ± 2.34	25 mm - 45 mm	35 mm - 50 mm	C
V-18	S.A	P.A P.A	126.55 ± 1.45	35 mm - 50 mm	25 mm - 50 mm	C
V-19	S.I	P.I	277.72 ± 3.33	20 mm - 25 mm	20 mm - 25 mm	C
V-20	S.A	P.A P.A	179.29 ± 0.86	35 mm - 60 mm	20 mm - 50 mm	D
V-21	S.I	P.A	232.02 ± 1.92	40 mm - 50 mm	30 mm - 40 mm	C
V-22	S.A	P.A	305.84 ± 1.57	30 mm - 50 mm	30 mm - 60 mm	C
V-23	S.I	S.I	209.52 ± 1.00	25 mm - 40 mm	20 mm - 30 mm	B
V-24	S.A		145.89 ± 1.27	20 mm - 50 mm	20 mm - 30 mm	B
V-25	S.A	P.A	246.08 ± 2.70	20 mm - 30 mm	20 mm - 40 mm	C
V-26	S.A	S.A	246.08 ± 2.02	20 mm - 40 mm	20 mm - 40 mm	B
V-27	S.A	P.A	232.02 ± 2.36	25 mm - 50 mm	20 mm - 40 mm	C
V-28	S.A	S.A	196.86 ± 2.47	30 mm - 50 mm	30 mm - 50 mm	B
V-29	S.A	S.A P.A	284.75 ± 2.34	30 mm - 60 mm	30 mm - 70 mm	C



En la Tabla 10 se muestra la clase a la que pertenece cada vivienda en el parámetro dos, esto depende mucho de la unidad de albañilería con la que fue construida, cuya abreviatura es la siguiente: Sólido artesanal (S.A), pandereta artesanal (P.A), sólido industrial (S.I) y pandereta industrial (P.I)

Se siguió las recomendaciones de la E-070, el concreto deberá de tener una resistencia  $f'c$  mayor o igual a 17.15 MPa ( $175 \text{ kg/cm}^2$ ) y en la albañilería con unidades asentadas en mortero el espesor de las juntas de mortero será como mínimo 10 mm y el espesor máximo será de 15 mm.

### **3.8.3. Análisis Parámetro 3: Resistencia convencional**

Este parámetro hace referencia a la resistencia convencional en la que se evalúa la fiabilidad de la resistencia que puede presentar el edificio frente a cargas horizontales.

#### **3.8.3.1. Datos generales.**

Los datos generales son sacados de la ficha de recolección de datos y la respectiva norma E-30 diseño sismorresistente y la norma E-070 albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones, para el cálculo de la ecuación 2.11, así también se podrá realizar el cálculo de la densidad mínima de los muros portantes con los que contará cada vivienda.

En la Tabla 11, se puede observar los datos que poseen cada vivienda, todo obtenido de la norma E-030 (diseño sismorresistente) y la densidad mínima de los muros obtenido según la norma E-070 (albañilería).



**Tabla 11**

*Datos generales para el cálculo del parámetro 3*

Viv.	Hn (m)	Análisis según la norma E-030											Densidad mínima de muros	
		Ct	Z	U	S	C	T	TL	TP	Ro	R	Ip		Ia
V-01	10	60	0.35	1	1.2	2.5	0.1667	1.6	1	3	2.16	0.90	0.80	0.0300
V-02	10	60	0.35	1	1.2	2.5	0.1667	1.6	1	3	2.16	0.90	0.80	0.0225
V-03	3.05	60	0.35	1	1.2	2.5	0.0508	1.6	1	3	2.7	0.90	1.00	0.0075
V-04	6.52	60	0.35	1	1.2	2.5	0.1087	1.6	1	3	2.16	0.90	0.80	0.0150
V-05	6.3	60	0.35	1	1.2	2.5	0.1050	1.6	1	3	2.7	0.90	1.00	0.0150
V-06	7.9	60	0.35	1	1.2	2.5	0.1317	1.6	1	3	2.16	0.90	0.80	0.0225
V-07	5.35	60	0.35	1	1.2	2.5	0.0892	1.6	1	3	2.16	0.90	0.80	0.0150
V-08	5.15	60	0.35	1	1.2	2.5	0.0858	1.6	1	3	2.4	1.00	0.80	0.0150
V-09	9.95	60	0.35	1	1.2	2.5	0.1658	1.6	1	3	2.16	0.90	0.80	0.0300
V-10	5.35	60	0.35	1	1.2	2.5	0.0892	1.6	1	3	2.16	0.90	0.80	0.0150
V-11	3	60	0.35	1	1.2	2.5	0.0500	1.6	1	3	3	1.00	1.00	0.0075
V-12	18.6	60	0.35	1	1.2	2.5	0.3100	1.6	1	3	2.16	0.90	0.80	0.0450
V-13	5.2	60	0.35	1	1.2	2.5	0.0867	1.6	1	3	2.7	0.90	1.00	0.0150
V-14	6.75	60	0.35	1	1.2	2.5	0.1125	1.6	1	3	2.7	0.90	1.00	0.0150
V-15	3.2	60	0.35	1	1.2	2.5	0.0533	1.6	1	3	2.7	0.90	1.00	0.0075
V-16	5.6	60	0.35	1	1.2	2.5	0.0933	1.6	1	3	2.16	0.90	0.80	0.0150
V-17	9.3	60	0.35	1	1.2	2.5	0.1550	1.6	1	3	2.7	0.90	1.00	0.0225
V-18	8.35	60	0.35	1	1.2	2.5	0.1392	1.6	1	3	2.7	0.90	1.00	0.0225
V-19	5.8	60	0.35	1	1.2	2.5	0.0967	1.6	1	3	2.16	0.90	0.80	0.0150
V-20	8.5	60	0.35	1	1.2	2.5	0.1417	1.6	1	3	2.16	0.90	0.80	0.0225
V-21	7.1	60	0.35	1	1.2	2.5	0.1183	1.6	1	3	2.7	0.90	1.00	0.0150
V-22	5.55	60	0.35	1	1.2	2.5	0.0925	1.6	1	3	2.4	1.00	0.80	0.0150
V-23	6.15	60	0.35	1	1.2	2.5	0.1025	1.6	1	3	2.16	0.90	0.80	0.0150
V-24	3.8	60	0.35	1	1.2	2.5	0.0633	1.6	1	3	3	1.00	1.00	0.0075
V-25	5.75	60	0.35	1	1.2	2.5	0.0958	1.6	1	3	2.16	0.90	0.80	0.0150
V-26	5.3	60	0.35	1	1.2	2.5	0.0883	1.6	1	3	2.7	0.90	1.00	0.0150
V-27	5.7	60	0.35	1	1.2	2.5	0.0950	1.6	1	3	2.7	0.90	1.00	0.0150



V-28	5.5	60	0.35	1	1.2	2.5	0.0917	1.6	1	3	3	1.00	1.00	0.0150
V-29	7.8	60	0.35	1	1.2	2.5	0.1300	1.6	1	3	2.16	0.90	0.80	0.0225

Además, para el cálculo de la ecuación 2.12 y la ecuación 2.13, se debe de conocer las propiedades de las diferentes unidades de albañilería. Esto se obtendrá de la norma E-070 albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones, estas propiedades se muestran en la tabla 12 para unidades de albañilería sólido artesanal, sólido industrial, pandereta artesanal y pandereta industrial.

**Tabla 12**

*Propiedades de las unidades de albañilería*

Unidad	King kong artesanal	King kong industrial	Pandereta artesanal	Pandereta industrial	
Peso de construcción por m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	800	800	735	721
Peso de albañilería	kg/m <sup>3</sup>	1800	1800	1370	1250
Resistencia a la compresión	kg/cm <sup>2</sup>	35	65	11.35	24
Resistencia al corte	kg/cm <sup>2</sup>	5.1	8.1	1.71	4.9

Fuente: Adaptado de “Norma Técnica E-070 Albañilería” por el Reglamento Nacional de Edificaciones. (2006), Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Lima, Perú.

### 3.8.3.2. Metrado de cargas.

El metrado de cargas se realizó de acuerdo a los valores establecidos en la norma E-020 cargas del Reglamento Nacional de Edificaciones, en la Tabla 13 se puede observar las cargas unitarias de los elementos estructurales.

**Tabla 13***Cargas unitarias*

<b>Cargas unitarias</b>		
Losa aligerada 0.20 m (ton/m <sup>2</sup> )	0.3	E-020
Acabados (ton/m <sup>2</sup> )	0.1	E-020
Muros de albañilería tarrajado (ton/m <sup>2</sup> .cm)	0.0019	E-020
Muros de albañilería con ladrillo pandereta (ton/m <sup>2</sup> .cm)	0.0014	E-020
Alféizar y parapetos tarrajados (ton/m <sup>2</sup> .cm)	0.0014	E-020
Concreto armado (ton/m <sup>3</sup> )	2.4	E-020

Fuente: Adaptado de “Norma Técnica E-020 Cargas” por el Reglamento Nacional de Edificaciones. (2006), Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Lima, Perú.

A continuación, se muestra el metrado de cargas de las viviendas evaluadas, en la Tabla 14 se puede observar el metrado de cargas de la vivienda V-01, los datos fueron obtenidos del Anexo D., plano de vista en planta de las viviendas evaluadas.

En la tabla 15 se observa el metrado de cargas de la vivienda V-02, siguiendo las recomendaciones de la norma E-020 cargas, y las dimensiones de acuerdo a su plano de vista en planta colocado en el Anexo D.

En la tabla 16, tabla 17, tabla 18 y tabla 19 se muestra el metrado de cargas de la vivienda V-03, V-04, V-05 y V-06 respectivamente de acuerdo a las recomendaciones de la norma E-020 cargas, del Reglamento Nacional de Edificaciones.



**Tabla 14**

*Metrado de cargas V-01*

Descripción	Azotea	4to nivel	3er nivel	2do nivel	1er nivel
Área de losa (m <sup>2</sup> )		205.71	205.71	205.71	128.19
Altura por nivel (m)		2.55	2.55	2.50	2.40
Dimensión de columna (mxm)		0.30x0.35	0.30x0.35	0.25x0.30	0.25x0.30
<b>Metrado de cargas</b>					
1 Peso de losa (ton)		61.71	61.71	61.71	38.28
2 Peso de acabados (ton)		20.57	20.57	20.57	12.76
3 Vigas (ton)		16.91	16.91	16.91	13.88
4 Columnas (ton)		13.49	9.64	9.07	6.48
5 Muros de albañilería (ton)		0.96	0.96	3.55	3.14
6 Alféizar y parapetos (ton)	0.87	0.87	0.87	0.39	0.22
7 Tabiquería (ton)		7.88	7.88	0.43	
<b>Peso por nivel</b>	<b>0.87</b>	<b>122.40</b>	<b>118.54</b>	<b>112.64</b>	<b>74.76</b>
<b>Peso acumulado</b>		<b>123.26</b>	<b>241.81</b>	<b>354.45</b>	<b>429.21</b>
8 Sobre carga	20.57	41.14	41.14	102.86	63.80
<b>Pg = PD+0.25*PL</b>	<b>6.01</b>	<b>132.68</b>	<b>128.83</b>	<b>138.35</b>	<b>90.71</b>
<b>Pg acumulado</b>	<b>6.01</b>	<b>138.69</b>	<b>267.52</b>	<b>405.87</b>	<b>496.59</b>

**Tabla 15**

*Metrado de cargas V-02.*

Descripción	Azotea	3er nivel	2do nivel	1er nivel
Área de losa (m <sup>2</sup> )		160.18	242.14	242.14
Altura por nivel (m)		2.83	2.83	4.33
Dimensión de columna (mxm)		0.25x0.35	0.25x0.35	0.25x0.35
<b>Metrado de cargas</b>				
1 Peso de losa (ton)	0.00	48.05	72.64	72.64
2 Peso de acabados (ton)	0.00	16.02	24.21	24.21
3 Vigas (ton)	0.00	21.26	38.84	32.63
4 Columnas (ton)	4.03	17.83	17.83	27.28
5 Muros de albañilería (ton)	0.00	0.66	0.66	17.04
6 Alféizar y parapetos (ton)	2.26	1.73	1.73	0.55
7 Tabiquería (ton)	0.00	3.08	1.77	
<b>Peso por nivel</b>	<b>6.30</b>	<b>108.64</b>	<b>157.68</b>	<b>174.35</b>
<b>Peso acumulado</b>	<b>6.30</b>	<b>114.94</b>	<b>272.61</b>	<b>446.96</b>
8 Sobre carga	32.04	32.04	121.07	121.07
<b>Pg = PD+0.25*PL</b>	<b>14.31</b>	<b>116.65</b>	<b>187.95</b>	<b>204.62</b>
<b>Pg acumulado</b>	<b>14.31</b>	<b>130.95</b>	<b>318.90</b>	<b>523.52</b>

**Tabla 16**

*Metrado de cargas V-03.*

Descripción	Azotea	1er nivel
Área de losa (m <sup>2</sup> )		70.73
Altura por nivel (m)		2.85
Dimensión de columna (mxm)		0.20x0.30
<b>Metrado de cargas</b>		
1 Peso de losa (ton)	0.00	21.22
2 Peso de acabados (ton)	0.00	7.07
3 Vigas (ton)	0.00	6.84
4 Columnas (ton)	0.00	4.51
5 Muros de albañilería (ton)	0.00	2.06
6 Alféizar y parapetos (ton)	0.55	0.18
7 Tabiquería (ton)	0.00	0.00
<b>Peso por nivel</b>	<b>0.55</b>	<b>41.88</b>
<b>Peso acumulado</b>	<b>0.55</b>	<b>42.43</b>
8 Sobre carga	0.00	35.37
<b>Pg = PD+0.25*PL</b>	<b>0.55</b>	<b>50.72</b>
<b>Pg acumulado</b>	<b>0.55</b>	<b>51.28</b>

**Tabla 17**

*Metrado de cargas V-04.*

Descripción	Azotea	2do nivel	1er nivel
Área de losa (m <sup>2</sup> )		193.40	193.40
Altura por nivel (m)		2.32	4.20
Dimensión de columna (mxm)		0.30x0.35	0.30x0.35
<b>Metrado de cargas</b>			
1 Peso de losa (ton)	0.00	58.02	58.02
2 Peso de acabados (ton)	0.00	19.34	19.34
3 Vigas (ton)	0.00	19.76	19.76
4 Columnas (ton)	0.00	11.11	20.11
5 Muros de albañilería (ton)	0.00	2.25	5.05
6 Alféizar y parapetos (ton)	0.00	0.67	0.45
7 Tabiquería (ton)	2.14	2.26	0.49
<b>Peso por nivel</b>	<b>2.14</b>	<b>113.40</b>	<b>123.21</b>
<b>Peso acumulado</b>	<b>2.14</b>	<b>115.54</b>	<b>238.75</b>
8 Sobre carga	0.00	38.68	38.68
<b>Pg = PD+0.25*PL</b>	<b>2.14</b>	<b>123.07</b>	<b>132.88</b>
<b>Pg acumulado</b>	<b>2.14</b>	<b>125.21</b>	<b>258.09</b>

**Tabla 18**

*Metrado de cargas V-05.*

Descripción	Azotea	2do nivel	1er nivel
Área de losa (m <sup>2</sup> )		104.24	104.24
Altura por nivel (m)		2.65	3.65
Dimensión de columna (mxm)		0.20x0.30	0.20x0.30
<b>Metrado de cargas</b>			
1 Peso de losa (ton)	0.00	31.27	31.27
2 Peso de acabados (ton)	0.00	10.42	10.42
3 Vigas (ton)	0.00	6.01	6.01
4 Columnas (ton)	0.00	5.34	7.36
5 Muros de albañilería (ton)	0.00	1.92	2.70
6 Alféizar y parapetos (ton)	0.00	0.35	0.49
7 Tabiquería (ton)	1.58	0.35	0.00
<b>Peso por nivel</b>	<b>1.58</b>	<b>55.66</b>	<b>58.25</b>
<b>Peso acumulado</b>	<b>1.58</b>	<b>57.24</b>	<b>115.49</b>
8 Sobre carga	0.00	20.85	20.85
<b>Pg = PD+0.25*PL</b>	<b>1.58</b>	<b>60.87</b>	<b>63.46</b>
<b>Pg acumulado</b>	<b>1.58</b>	<b>62.45</b>	<b>125.91</b>

**Tabla 19**

*Metrado de cargas V-06.*

Descripción	Azotea	3er nivel	2do nivel	1er nivel
Área de losa (m <sup>2</sup> )		93.69	128.73	128.73
Altura por nivel (m)		2.50	2.55	2.85
Dimensión de columna (mxm)		0.20x0.30	0.20x0.30	0.20x0.30
<b>Metrado de cargas</b>				
1 Peso de losa (ton)	0.00	28.11	38.62	38.62
2 Peso de acabados (ton)	0.00	9.37	12.87	12.87
3 Vigas (ton)	0.00	7.64	11.35	11.35
4 Columnas (ton)	0.00	4.68	6.98	7.80
5 Muros de albañilería (ton)	0.00	0.59	1.46	3.27
6 Alféizar y parapetos (ton)	0.00	0.43	0.51	0.15
7 Tabiquería (ton)	0.00	1.33	0.36	0.00
<b>Peso por nivel</b>	<b>0.00</b>	<b>52.15</b>	<b>72.15</b>	<b>74.06</b>
<b>Peso acumulado</b>	<b>0.00</b>	<b>52.15</b>	<b>124.30</b>	<b>198.37</b>
8 Sobre carga	18.74	18.74	25.75	25.75
<b>Pg = PD+0.25*PL</b>	<b>4.68</b>	<b>56.83</b>	<b>78.59</b>	<b>80.50</b>
<b>Pg acumulado</b>	<b>4.68</b>	<b>61.52</b>	<b>140.11</b>	<b>220.61</b>

En la tabla 20 se muestra el metrado de cargas de la vivienda V-07, de acuerdo a las recomendaciones de la norma E-020 cargas, del Reglamento Nacional de Edificaciones.

**Tabla 20***Metrado de cargas V-07.*

Descripción	Azotea	2do nivel	1er nivel
Área de losa (m <sup>2</sup> )		93.60	93.60
Altura por nivel (m)		2.65	2.70
Dimensión de columna (mxm)		0.20x0.23	0.20x0.23
<b>Metrado de cargas</b>			
1 Peso de losa (ton)	0.00	28.08	28.08
2 Peso de acabados (ton)	0.00	9.36	9.36
3 Vigas (ton)	0.00	4.03	4.03
4 Columnas (ton)	0.00	3.51	3.58
5 Muros de albañilería (ton)	0.00	2.05	4.26
6 Alféizar y parapetos (ton)	0.87	0.17	0.11
7 Tabiquería (ton)	0.00	1.99	0.06
<b>Peso por nivel</b>	<b>0.87</b>	<b>49.19</b>	<b>49.47</b>
<b>Peso acumulado</b>	<b>0.87</b>	<b>50.06</b>	<b>99.53</b>
8 Sobre carga	0.00	18.72	18.72
<b>Pg = PD+0.25*PL</b>	<b>0.87</b>	<b>53.87</b>	<b>54.15</b>
<b>Pg acumulado</b>	<b>0.87</b>	<b>54.74</b>	<b>108.89</b>

En la tabla 21 y Tabla 22 se muestra el metrado de cargas de la vivienda V-08 y V-09 respectivamente, de acuerdo a las recomendaciones de la norma E-020 cargas, del Reglamento Nacional de Edificaciones, los planos de vista en planta que se puede observar en el Anexo D.

En la tabla 23 se muestra el metrado de cargas de la vivienda V-10, de acuerdo a las recomendaciones de la norma E-020 cargas, del Reglamento Nacional de Edificaciones, los planos de vista en planta que se puede observar en el Anexo D.

En la tabla 24 se muestra el metrado de cargas de la vivienda V-11, de acuerdo a las recomendaciones de la norma E-020 cargas, del Reglamento Nacional de Edificaciones, los planos de vista en planta que se puede observar en el Anexo D.

**Tabla 21**

*Metrado de cargas V-08*

Descripción	Azotea	2do nivel	1er nivel
Área de losa (m <sup>2</sup> )		102.65	102.65
Altura por nivel (m)		2.40	2.75
Dimensión de columna (mxm)		0.20x0.20	0.20x0.20
<b>Metrado de cargas</b>			
1 Peso de losa (ton)	0.00	30.80	30.80
2 Peso de acabados (ton)	0.00	10.27	10.27
3 Vigas (ton)	0.00	8.61	3.06
4 Columnas (ton)	0.00	4.15	4.75
5 Muros de albañilería (ton)	0.00	3.37	4.76
6 Alféizar y parapetos (ton)	0.87	0.30	0.10
7 Tabiquería (ton)	0.00	0.98	0.15
<b>Peso por nivel</b>	<b>0.87</b>	<b>58.47</b>	<b>53.89</b>
<b>Peso acumulado</b>	<b>0.87</b>	<b>59.34</b>	<b>113.22</b>
8 Sobre carga	0.00	20.53	20.53
<b>Pg = PD+0.25*PL</b>	<b>0.87</b>	<b>63.60</b>	<b>59.02</b>
<b>Pg acumulado</b>	<b>0.87</b>	<b>64.47</b>	<b>123.49</b>

**Tabla 22**

*Metrado de cargas de la vivienda V-09*

Descripción	Azotea	3er nivel	2do nivel	1er nivel
Área de losa (m <sup>2</sup> )	62.29	73.94	73.94	55.96
Altura por nivel (m)	2.50	2.50	2.50	2.45
Dimensión de columna (mxm)	0.20x0.30	0.20x0.30	0.20x0.30	0.20x0.30
<b>Metrado de cargas</b>				
1 Peso de losa (ton)	18.69	22.18	22.18	16.79
2 Peso de acabados (ton)	6.23	7.39	7.39	5.60
3 Vigas (ton)	6.28	6.28	9.42	9.92
4 Columnas (ton)	5.76	5.76	5.76	6.00
5 Muros de albañilería (ton)	0.00	0.00	0.88	1.80
6 Alféizar y parapetos (ton)	0.69	1.02	0.63	0.00
7 Tabiquería (ton)	0.99	1.14	0.63	0.41
<b>Peso por nivel</b>	<b>38.64</b>	<b>43.78</b>	<b>46.90</b>	<b>40.51</b>
<b>Peso acumulado</b>	<b>38.64</b>	<b>82.41</b>	<b>129.32</b>	<b>169.83</b>
8 Sobre carga	14.79	14.79	14.79	11.19
<b>Pg = PD+0.25*PL</b>	<b>42.33</b>	<b>47.47</b>	<b>50.60</b>	<b>43.31</b>
<b>Pg acumulado</b>	<b>42.33</b>	<b>89.81</b>	<b>140.41</b>	<b>183.72</b>



**Tabla 23**

*Metrado de cargas V-10.*

Descripción	Azotea	2do nivel	1er nivel
Área de losa (m <sup>2</sup> )		135.17	138.47
Altura por nivel (m)		2.35	3.00
Dimensión de columna (mxm)		0.25x0.25	0.25x0.25
<b>Metrado de cargas</b>			
1 Peso de losa (ton)	0.00	40.55	41.54
2 Peso de acabados (ton)	0.00	13.52	13.85
3 Vigas (ton)	0.00	8.96	8.96
4 Columnas (ton)	0.00	7.05	9.00
5 Muros de albañilería (ton)	0.00	2.15	5.75
6 Alféizar y parapetos (ton)	1.89	0.77	0.15
7 Tabiquería (ton)	0.00	1.62	0.50
<b>Peso por nivel</b>	<b>1.89</b>	<b>74.61</b>	<b>79.75</b>
<b>Peso acumulado</b>	<b>1.89</b>	<b>76.50</b>	<b>156.26</b>
8 Sobre carga	0.00	27.03	27.69
<b>Pg = PD+0.25*PL</b>	<b>1.89</b>	<b>81.37</b>	<b>86.68</b>
<b>Pg acumulado</b>	<b>1.89</b>	<b>83.26</b>	<b>169.94</b>

**Tabla 24**

*Metrado de cargas V-11.*

Descripción	Azotea	1er nivel
Área de losa (m <sup>2</sup> )		50.58
Altura por nivel (m)		3.00
Dimensión de columna (mxm)		0.20x0.20
<b>Metrado de cargas</b>		
1 Peso de losa (ton)	0.00	15.17
2 Peso de acabados (ton)	0.00	5.06
3 Vigas (ton)	0.00	8.96
4 Columnas (ton)	0.00	5.76
5 Muros de albañilería (ton)	0.00	5.75
6 Alféizar y parapetos (ton)	0.72	0.15
7 Tabiquería (ton)	0.00	0.50
<b>Peso por nivel</b>	<b>0.72</b>	<b>31.75</b>
<b>Peso acumulado</b>	<b>0.72</b>	<b>32.47</b>
8 Sobre carga	0.00	10.12
<b>Pg = PD+0.25*PL</b>	<b>0.72</b>	<b>34.28</b>
<b>Pg acumulado</b>	<b>0.72</b>	<b>35.00</b>

En la tabla 25 se muestra el metrado de cargas de la vivienda V-12, de acuerdo a las recomendaciones de la norma E-020 cargas, del Reglamento Nacional de Edificaciones, los planos de vista en planta que se puede observar en el Anexo D. La unidad de medida de las cargas, tanto para la carga muerta como la carga viva es en toneladas.

En la tabla 26 se muestra el metrado de cargas de la vivienda V-13, de acuerdo a las recomendaciones de la norma E-020 cargas, del Reglamento Nacional de Edificaciones, los planos de vista en planta que se puede observar en el Anexo D.

En la tabla 27 se muestra el metrado de cargas de la vivienda V-14, de acuerdo a las recomendaciones de la norma E-020 cargas, del Reglamento Nacional de Edificaciones, los planos de vista en planta que se puede observar en el Anexo D.

**Tabla 25**

*Metrado de cargas de la vivienda V-12*

Descripción	6to nivel	5to nivel	4to nivel	3er nivel	2do nivel	1er nivel
Área de losa (m <sup>2</sup> )	96.60	96.60	96.60	96.60	96.60	96.60
Altura por nivel (m)	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.60
Dimensión de columna (mxm)	0.40x0.45	0.40x0.45	0.40x0.45	0.40x0.45	0.40x0.45	0.40x0.45
<b>Metrado de cargas</b>						
1 Peso de losa (ton)	28.98	28.98	28.98	28.98	28.98	28.98
2 Peso de acabados (ton)	9.66	9.66	9.66	9.66	9.66	9.66
3 Vigas (ton)	19.20	19.20	19.20	19.20	19.20	19.20
4 Columnas (ton)	34.99	34.99	34.99	34.99	34.99	34.99
5 Muros de albañilería (ton)	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	2.32
6 Alféizar y parapetos (ton)	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.14
7 Tabiquería (ton)	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04	0.14
<b>Peso por nivel</b>	<b>96.83</b>	<b>96.83</b>	<b>96.83</b>	<b>96.83</b>	<b>96.83</b>	<b>95.43</b>
<b>Peso acumulado</b>	<b>96.83</b>	<b>193.66</b>	<b>193.66</b>	<b>290.49</b>	<b>387.32</b>	<b>482.75</b>
8 Sobre carga	19.32	19.32	19.32	19.32	19.32	19.32
<b>Pg = PD+0.25*PL</b>	<b>101.66</b>	<b>101.66</b>	<b>101.66</b>	<b>101.66</b>	<b>101.66</b>	<b>100.26</b>
<b>Pg acumulado</b>	<b>101.66</b>	<b>203.32</b>	<b>203.32</b>	<b>304.98</b>	<b>406.64</b>	<b>506.90</b>

**Tabla 26**

*Metrado de cargas de la vivienda V-13*

Descripción	2do nivel	1er nivel
Área de losa (m <sup>2</sup> )	74.87	98.30
Altura por nivel (m)	2.60	2.60
Dimensión de columna (mxm)	0.20x0.20	0.20x0.20
<b>Metrado de cargas</b>		
1 Peso de losa (ton)	22.46	29.49
2 Peso de acabados (ton)	7.49	9.83
3 Vigas (ton)	2.11	3.02
4 Columnas (ton)	3.00	3.99
5 Muros de albañilería (ton)	1.64	2.67
6 Alféizar y parapetos (ton)	0.57	0.37
7 Tabiquería (ton)	0.80	0.12
<b>Peso por nivel</b>	<b>38.06</b>	<b>49.49</b>
<b>Peso acumulado</b>	<b>38.06</b>	<b>87.55</b>
8 Sobre carga	14.97	19.66
<b>Pg = PD+0.25*PL</b>	<b>41.80</b>	<b>54.41</b>
<b>Pg acumulado</b>	<b>41.80</b>	<b>96.21</b>

**Tabla 27**

*Metrado de cargas de la vivienda V-14*

Descripción	2do nivel	1er nivel
Área de losa (m <sup>2</sup> )	84.83	84.83
Altura por nivel (m)	2.70	4.05
Dimensión de columna (mxm)	0.20x0.20	0.20x0.20
<b>Metrado de cargas</b>		
1 Peso de losa (ton)	25.45	25.45
2 Peso de acabados (ton)	8.48	8.48
3 Vigas (ton)	7.90	7.90
4 Columnas (ton)	5.83	5.83
5 Muros de Albañilería (ton)	2.20	2.30
6 Alféizar y parapetos (ton)	0.80	0.31
7 Tabiquería (ton)	1.12	0.00
<b>Peso por nivel</b>	<b>51.79</b>	<b>50.27</b>
<b>Peso acumulado</b>	<b>51.79</b>	<b>102.06</b>
8 Sobre carga	16.97	16.97
<b>Pg = PD+0.25*PL</b>	<b>56.03</b>	<b>54.51</b>
<b>Pg acumulado</b>	<b>56.03</b>	<b>110.55</b>

En la tabla 28 se muestra el metrado de cargas de la vivienda V-15, de acuerdo a las recomendaciones de la norma E-020 cargas, del Reglamento Nacional de Edificaciones, los planos de vista en planta que se puede observar en el Anexo D. En la tabla 29 se muestra el metrado de cargas de la vivienda V-16, de acuerdo a las recomendaciones de la norma E-020 cargas, del Reglamento Nacional de Edificaciones, los planos de vista en planta que se puede observar en el Anexo D.

En la tabla 30 se muestra el metrado de cargas de la vivienda V-17, de acuerdo a las recomendaciones de la norma E-020 cargas, del Reglamento Nacional de Edificaciones, los planos de vista en planta que se puede observar en el Anexo D. En la tabla 31 se muestra el metrado de cargas de la vivienda V-18, de acuerdo a las recomendaciones de la norma E-020 cargas, del Reglamento Nacional de Edificaciones, los planos de vista en planta que se puede observar en el Anexo D.

**Tabla 28***Metrado de cargas V-15.*

Descripción	Azotea	1er nivel
Área de losa (m <sup>2</sup> )		75.10
Altura por nivel (m)		3.20
Dimensión de columna (mxm)		0.20x0.20
<b>Metrado de cargas</b>		
1 Peso de losa (ton)	0.00	22.53
2 Peso de acabados (ton)	0.00	7.51
3 Vigas (ton)	0.00	4.76
4 Columnas (ton)	2.76	2.76
5 Muros de albañilería (ton)	0.00	2.54
6 Alféizar y parapetos (ton)	0.26	0.25
7 Tabiquería (ton)	2.24	0.00
<b>Peso por nivel</b>	<b>5.27</b>	<b>40.35</b>
<b>Peso acumulado</b>	<b>5.27</b>	<b>45.63</b>
8 Sobre carga	0.00	15.02
<b>Pg = PD+0.25*PL</b>	<b>5.27</b>	<b>44.11</b>
<b>Pg acumulado</b>	<b>5.27</b>	<b>49.38</b>

**Tabla 29**

*Metrado de cargas V-16.*

Descripción	Azotea	2do nivel	1er nivel
Área de losa (m <sup>2</sup> )		123.84	123.84
Altura por nivel (m)		2.60	3.00
Dimensión de columna (mxm)		0.20x0.20	0.20x0.20
<b>Metrado de cargas</b>			
1 Peso de losa (ton)	0.00	37.15	37.15
2 Peso de acabados (ton)	0.00	12.38	12.38
3 Vigas (ton)	0.00	8.07	8.46
4 Columnas (ton)	0.00	4.03	4.03
5 Muros de Albañilería (ton)	0.00	1.89	4.05
6 Alféizar y parapetos (ton)	1.52	0.77	0.06
7 Tabiquería (ton)	0.00	1.27	0.19
<b>Peso por nivel</b>	<b>1.52</b>	<b>65.57</b>	<b>66.33</b>
<b>Peso acumulado</b>	<b>1.52</b>	<b>67.09</b>	<b>133.42</b>
8 Sobre carga	0.00	24.77	24.77
<b>Pg = PD+0.25*PL</b>	<b>1.52</b>	<b>71.76</b>	<b>72.52</b>
<b>Pg acumulado</b>	<b>1.52</b>	<b>73.28</b>	<b>145.80</b>

**Tabla 30**

*Metrado de cargas V-17.*

Descripción	3er nivel	2do nivel	1er nivel
Área de losa (m <sup>2</sup> )	68.99	68.99	67.01
Altura por nivel (m)	2.65	2.60	4.05
Dimensión de columna (mxm)	0.20x0.30	0.20x0.30	0.20x0.30
<b>Metrado de cargas</b>			
1 Peso de losa (ton)	20.70	20.70	20.10
2 Peso de acabados (ton)	6.90	6.90	6.70
3 Vigas (ton)	5.25	8.18	10.20
4 Columnas (ton)	5.83	5.83	5.83
5 Muros de Albañilería (ton)	2.38	2.38	3.07
6 Alféizar y parapetos (ton)	0.61	0.52	0.00
7 Tabiquería (ton)	0.62	1.12	0.32
<b>Peso por nivel</b>	<b>42.30</b>	<b>45.63</b>	<b>46.23</b>
<b>Peso acumulado</b>	<b>42.30</b>	<b>87.93</b>	<b>134.16</b>
8 Sobre carga	0.00	13.80	13.40
<b>Pg = PD+0.25*PL</b>	<b>42.30</b>	<b>49.08</b>	<b>49.58</b>
<b>Pg acumulado</b>	<b>42.30</b>	<b>91.38</b>	<b>140.96</b>

**Tabla 31**

*Metrado de cargas V-18.*

Descripción	Azotea	3er nivel	2do nivel	1er nivel
Área de losa (m <sup>2</sup> )		27.47	28.06	27.45
Altura por nivel (m)		2.65	2.70	3.00
Dimensión de columna (mxm)		0.20x0.35	0.20x0.35	0.20x0.35
<b>Metrado de cargas</b>				
1 Peso de losa (ton)	0.00	8.24	8.42	8.24
2 Peso de acabados (ton)	0.00	2.75	2.81	2.75
3 Vigas (ton)	0.00	2.66	3.99	3.99
4 Columnas (ton)	0.00	2.67	2.72	3.02
5 Muros de albañilería (ton)	0.00	1.17	1.17	1.53
6 Alféizar y parapetos (ton)	0.86	0.21	0.21	0.00
7 Tabiquería (ton)	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Peso por nivel</b>	<b>0.86</b>	<b>17.70</b>	<b>19.32</b>	<b>19.53</b>
<b>Peso acumulado</b>	<b>0.86</b>	<b>18.56</b>	<b>37.88</b>	<b>57.41</b>
8 Sobre carga	0.00	0.00	5.61	5.49
<b>Pg = PD+0.25*PL</b>	<b>0.86</b>	<b>17.70</b>	<b>20.72</b>	<b>20.90</b>
<b>Pg acumulado</b>	<b>0.86</b>	<b>18.56</b>	<b>39.28</b>	<b>60.18</b>

En la tabla 32 se muestra el metrado de cargas de la vivienda V-19, de acuerdo

a las recomendaciones de la norma E-020 cargas, del Reglamento Nacional de Edificaciones, los planos de vista en planta que se puede observar en el Anexo D. En la tabla 33 se muestra el metrado de cargas de la vivienda V-20, de acuerdo a las recomendaciones de la norma E-020 cargas, del Reglamento Nacional de Edificaciones, los planos de vista en planta que se puede observar en el Anexo D.

En la tabla 34 se muestra el metrado de cargas de la vivienda V-21, de acuerdo a las recomendaciones de la norma E-020 cargas, del Reglamento Nacional de Edificaciones, los planos de vista en planta que se puede observar en el Anexo D. En la tabla 35 se muestra el metrado de cargas de la vivienda V-22, de acuerdo a las recomendaciones de la norma E-020 cargas, del Reglamento Nacional de Edificaciones, los planos de vista en planta que se puede observar en el Anexo D.

**Tabla 32**

*Metrado de cargas V-19.*

Descripción	Azotea	2do nivel	1er nivel
Área de losa (m <sup>2</sup> )		121.377	122.04
Altura por nivel (m)		2.70	3.10
Dimensión de columna (mxm)		0.25x0.30	0.25x0.30
<b>Metrado de cargas</b>			
1 Peso de losa (ton)	0.00	36.41	36.61
2 Peso de acabados (ton)	0.00	12.14	12.20
3 Vigas (ton)	0.00	13.24	19.46
4 Columnas (ton)	0.00	7.78	8.93
5 Muros de Albañilería (ton)	0.00	2.40	2.86
6 Alféizar y parapetos (ton)	1.79	0.91	0.88
7 Tabiquería (ton)	0.00	1.61	0.00
<b>Peso por nivel</b>	<b>1.79</b>	<b>74.48</b>	<b>80.95</b>
<b>Peso acumulado</b>	<b>1.79</b>	<b>76.26</b>	<b>157.21</b>
8 Sobre carga	0.00	24.28	24.41
<b>Pg = PD+0.25*PL</b>	<b>1.79</b>	<b>80.55</b>	<b>87.05</b>
<b>Pg acumulado</b>	<b>1.79</b>	<b>82.33</b>	<b>169.38</b>

**Tabla 33**

*Metrado de cargas V-20*

Descripción	3er nivel	2do nivel	1er nivel
Área de losa (m <sup>2</sup> )	79.94	194.35	194.35
Altura por nivel (m)	2.65	2.65	3.20
Dimensión de columna (mxm)	0.20x0.20	0.20x0.20	0.20x0.20
<b>Metrado de cargas</b>			
1 Peso de losa (ton)	23.98	58.31	58.31
2 Peso de acabados (ton)	7.99	19.44	19.44
3 Vigas (ton)	0.00	0.00	11.42
4 Columnas (ton)	2.04	4.07	4.92
5 Muros de Albañilería (ton)	1.63	5.90	6.67
6 Alféizar y parapetos (ton)	0.37	0.79	0.58
7 Tabiquería (ton)	0.78	0.78	0.13
<b>Peso por nivel</b>	<b>36.79</b>	<b>89.28</b>	<b>101.45</b>
<b>Peso acumulado</b>	<b>36.79</b>	<b>126.07</b>	<b>227.52</b>
8 Sobre carga	0.00	38.87	38.87
<b>Pg = PD+0.25*PL</b>	<b>36.79</b>	<b>99.00</b>	<b>111.17</b>
<b>Pg acumulado</b>	<b>36.79</b>	<b>135.79</b>	<b>246.96</b>

**Tabla 34**

*Metrado de cargas V-21*

Descripción	Azotea	2do nivel	1er nivel
Área de losa (m <sup>2</sup> )		79.67	63.34
Altura por nivel (m)		3.50	3.60
Dimensión de columna (mxm)		0.20x0.30	0.20x0.30
<b>Metrado de cargas</b>			
1 Peso de losa (ton)	0.00	23.90	19.00
2 Peso de acabados (ton)	0.00	7.97	6.33
3 Vigas (ton)	0.00	10.85	11.14
4 Columnas (ton)	0.00	7.06	7.26
5 Muros de albañilería (ton)	0.00	3.44	3.22
6 Alféizar y parapetos (ton)	1.79	0.28	0.00
7 Tabiquería (ton)	0.00	0.90	0.17
<b>Peso por nivel</b>	<b>1.79</b>	<b>54.39</b>	<b>47.14</b>
<b>Peso acumulado</b>	<b>1.79</b>	<b>56.17</b>	<b>103.31</b>
8 Sobre carga	0.00	15.93	12.67
<b>Pg = PD+0.25*PL</b>	<b>1.79</b>	<b>58.37</b>	<b>50.30</b>
<b>Pg acumulado</b>	<b>1.79</b>	<b>60.16</b>	<b>110.46</b>

**Tabla 35**

*Metrado de cargas V-22.*

Descripción	Azotea	2do nivel	1er nivel
Área de losa (m <sup>2</sup> )		51.60	51.60
Altura por nivel (m)		2.50	3.05
Dimensión de columna (mxm)		0.20x0.25	0.20x0.25
<b>Metrado de cargas</b>			
1 Peso de losa (ton)	0.00	15.48	15.48
2 Peso de acabados (ton)	0.00	5.16	5.16
3 Vigas (ton)	0.00	3.45	5.36
4 Columnas (ton)	0.00	2.70	3.29
5 Muros de albañilería (ton)	0.00	0.72	1.14
6 Alféizar y parapetos (ton)	1.79	0.33	0.21
7 Tabiquería (ton)	0.00	0.76	0.06
<b>Peso por nivel</b>	<b>1.79</b>	<b>28.61</b>	<b>30.71</b>
<b>Peso acumulado</b>	<b>1.79</b>	<b>30.39</b>	<b>61.11</b>
8 Sobre carga	0.00	10.32	10.32
<b>Pg = PD+0.25*PL</b>	<b>1.79</b>	<b>31.19</b>	<b>33.29</b>
<b>Pg acumulado</b>	<b>1.79</b>	<b>32.97</b>	<b>66.27</b>



En la tabla 36 se muestra el metrado de cargas de la vivienda V-23, de acuerdo a las recomendaciones de la norma E-020 cargas, del Reglamento Nacional de Edificaciones, los planos de vista en planta que se puede observar en el Anexo D.

En la tabla 37 se muestra el metrado de cargas de la vivienda V-24, de acuerdo a las recomendaciones de la norma E-020 cargas, del Reglamento Nacional de Edificaciones, los planos de vista en planta que se puede observar en el Anexo D.

En la tabla 38 se muestra el metrado de cargas de la vivienda V-25, de acuerdo a las recomendaciones de la norma E-020 cargas, del Reglamento Nacional de Edificaciones, los planos de vista en planta que se puede observar en el Anexo D. En la tabla 39 se muestra el metrado de cargas de la vivienda V-26, de acuerdo a las recomendaciones de la norma E-020 cargas, del Reglamento Nacional de Edificaciones, los planos de vista en planta que se puede observar en el Anexo D.

**Tabla 36**

*Metrado de cargas V-23.*

<b>Descripción</b>	<b>2do nivel</b>	<b>1er nivel</b>
Área de losa (m <sup>2</sup> )	53.58	53.58
Altura por nivel (m)	2.55	3.60
Dimensión de columna (mxm)	0.20x0.30	0.20x0.30
<b>Metrado de cargas</b>		
1 Peso de losa (ton)	16.07	16.07
2 Peso de acabados (ton)	5.36	5.36
3 Vigas (ton)	3.76	7.53
4 Columnas (ton)	2.94	4.15
5 Muros de albañilería (ton)	1.20	1.69
6 Alféizar y parapetos (ton)	0.33	0.13
7 Tabiquería (ton)	0.49	0.00
<b>Peso por nivel</b>	<b>30.16</b>	<b>34.93</b>
<b>Peso acumulado</b>	<b>30.16</b>	<b>65.08</b>
8 Sobre carga	10.72	10.72
<b>Pg = PD+0.25*PL</b>	<b>32.83</b>	<b>37.61</b>
<b>Pg acumulado</b>	<b>32.83</b>	<b>70.44</b>



**Tabla 37**

*Metrado de cargas V - 24*

Descripción	1er nivel
Área de losa (m <sup>2</sup> )	66.98
Altura por nivel (m)	3.80
Dimensión de columna (mxm)	0.20x0.30
<b>Metrado de cargas</b>	
1 Peso de losa (ton)	20.09
2 Peso de acabados (ton)	6.70
3 Vigas (ton)	14.37
4 Columnas (ton)	4.38
5 Muros de albañilería (ton)	3.24
6 Alféizar y parapetos (ton)	0.00
7 Tabiquería (ton)	0.21
<b>Peso por nivel</b>	<b>48.99</b>
<b>Peso acumulado</b>	<b>48.99</b>
8 Sobre carga	13.40
<b>Pg = PD+0.25*PL</b>	<b>52.34</b>
<b>Pg acumulado</b>	<b>52.34</b>

**Tabla 38**

*Metrado de cargas V-25*

Descripción	2do nivel	1er nivel
Área de losa (m <sup>2</sup> )	150.36	150.36
Altura por nivel (m)	2.85	2.90
Dimensión de columna (mxm)	0.20x0.30	0.20x0.30
<b>Metrado de cargas</b>		
1 Peso de losa (ton)	45.11	45.11
2 Peso de acabados (ton)	15.04	15.04
3 Vigas (ton)	9.94	9.94
4 Columnas (ton)	8.62	8.77
5 Muros de albañilería (ton)	2.76	5.06
6 Alféizar y parapetos (ton)	0.79	0.49
7 Tabiquería (ton)	1.62	0.35
<b>Peso por nivel</b>	<b>83.87</b>	<b>84.76</b>
<b>Peso acumulado</b>	<b>83.87</b>	<b>168.63</b>
8 Sobre carga	30.07	30.07
<b>Pg = PD+0.25*PL</b>	<b>91.38</b>	<b>92.28</b>
<b>Pg acumulado</b>	<b>91.38</b>	<b>183.66</b>

**Tabla 39***Metrado de cargas V-26.*

<b>Descripción</b>	<b>2do nivel</b>	<b>1er nivel</b>
Área de losa (m <sup>2</sup> )	57.36	57.36
Altura por nivel (m)	2.55	2.75
Dimensión de columna (mxm)	0.20x0.20	0.20x0.20
<b>Metrado de cargas</b>		
1 Peso de la losa (ton)	17.21	17.21
2 Peso de acabados (ton)	5.74	5.74
3 Vigas (ton)	1.94	1.94
4 Columnas (ton)	1.96	2.11
5 Muros de albañilería (ton)	1.28	1.98
6 Alféizar y parapetos (ton)	0.24	0.14
7 Tabiquería (ton)	0.52	0.03
<b>Peso por nivel</b>	<b>28.88</b>	<b>29.14</b>
<b>Peso acumulado</b>	<b>28.88</b>	<b>58.02</b>
8 Sobre carga	11.47	11.47
<b>Pg = PD+0.25*PL</b>	<b>31.75</b>	<b>32.01</b>
<b>Pg acumulado</b>	<b>31.75</b>	<b>63.76</b>

En la tabla 40 se muestra el metrado de cargas de la vivienda V-27, de acuerdo a las recomendaciones de la norma E-020 cargas, del Reglamento Nacional de Edificaciones, los planos de vista en planta que se puede observar en el Anexo D. En la tabla 41 se muestra el metrado de cargas de la vivienda V-28, de acuerdo a las recomendaciones de la norma E-020 cargas, del Reglamento Nacional de Edificaciones, los planos de vista en planta que se puede observar en el Anexo D.

En la tabla 42 se muestra el metrado de cargas de la vivienda V-29, de acuerdo a las recomendaciones de la norma E-020 cargas, del Reglamento Nacional de Edificaciones, los planos de vista en planta que se puede observar en el Anexo D. Así se obtiene las cargas de todas las viviendas evaluadas, su peso propio de la estructura y su peso con sobrecarga, estos datos se obtienen a partir del Anexo D. planos de vista en planta, y en conformidad con la norma E-020 cargas, del Reglamento Nacional de Edificaciones.

**Tabla 40**

*Metrado de cargas V-27.*

Descripción	2do nivel	1er nivel
Área de losa (m <sup>2</sup> )	96.52	96.52
Altura por nivel (m)	2.60	3.10
Dimensión de columna (mxm)	0.20x0.20	0.20x0.20
<b>Metrado de cargas</b>		
1 Peso de losa (ton)	28.96	28.96
2 Peso de acabados (ton)	9.65	9.65
3 Vigas (ton)	5.59	5.59
4 Columnas (ton)	2.75	3.27
5 Muros de albañilería (ton)	1.77	2.73
6 Alféizar y parapetos (ton)	0.54	0.23
7 Tabiquería (ton)	0.92	0.24
<b>Peso por nivel</b>	<b>50.18</b>	<b>50.67</b>
<b>Peso acumulado</b>	<b>50.18</b>	<b>100.85</b>
8 Sobre carga	19.30	19.30
<b>Pg = PD+0.25*PL</b>	<b>55.00</b>	<b>55.50</b>
<b>Pg acumulado</b>	<b>55.00</b>	<b>110.50</b>

**Tabla 41**

*Metrado de cargas V-28*

Descripción	2do nivel	1er nivel
Área de losa (m <sup>2</sup> )	60.99	60.99
Altura por nivel (m)	2.60	2.90
Dimensión de columna (mxm)	0.25x0.25	0.25x0.25
<b>Metrado de cargas</b>		
1 Peso de losa (ton)	18.30	18.30
2 Peso de acabados (ton)	6.10	6.10
3 Vigas (ton)	3.63	6.65
4 Columnas (ton)	3.12	3.48
5 Muros de albañilería (ton)	0.74	1.50
6 Alféizar y parapetos (ton)	0.28	0.00
7 Tabiquería (ton)	0.96	0.06
<b>Peso por nivel</b>	<b>33.14</b>	<b>36.09</b>
<b>Peso acumulado</b>	<b>33.14</b>	<b>69.22</b>
8 Sobre carga	12.20	12.20
<b>Pg = PD+0.25*PL</b>	<b>36.18</b>	<b>39.14</b>
<b>Pg acumulado</b>	<b>36.18</b>	<b>75.32</b>

**Tabla 42***Metrado de cargas V-29*

Descripción	3er nivel	2do nivel	1er nivel
Área de losa (m <sup>2</sup> )	53.12	82.20	103.41
Altura por nivel (m)	2.40	2.45	2.95
Dimensión de columna (mxm)	0.20x0.20	0.20x0.20	0.20x0.20
<b>Metrado de cargas</b>			
1 Peso de losa (ton)	15.94	24.66	31.02
2 Peso de acabados (ton)	5.31	8.22	10.34
3 Vigas (ton)	0.00	4.81	12.31
4 Columnas (ton)	1.38	2.12	3.12
5 Muros de albañilería (ton)	0.60	1.53	3.33
6 Alféizar y parapetos (ton)	0.15	0.70	0.06
7 Tabiquería (ton)	1.21	1.07	0.00
<b>Peso por nivel</b>	<b>24.59</b>	<b>43.10</b>	<b>60.18</b>
<b>Peso acumulado</b>	<b>24.59</b>	<b>67.69</b>	<b>127.87</b>
8 Sobre carga	0.00	16.44	20.68
<b>Pg = PD+0.25*PL</b>	<b>24.59</b>	<b>47.21</b>	<b>65.35</b>
<b>Pg acumulado</b>	<b>24.59</b>	<b>71.80</b>	<b>137.15</b>

**3.8.3.3. Cálculo del parámetro 3.**

Se realizó el cálculo del parámetro 3 de acuerdo a los datos generales, su análisis con la Norma E-30, densidad de muros cuyo cálculo se encuentra en el Anexo E. planos de muros portantes de las viviendas evaluadas y su metrado de cargas. En la Tabla 43 se muestra el cálculo de la ecuación 2.14 y con este valor se puede obtener la clase a la que pertenece esta vivienda según el método de índice de vulnerabilidad, los datos usados en la tabla son los siguientes:

- $\sum I*t$  : sumatoria de la longitud de los muros portantes multiplicado por el grosos del muro.
- $A_p$  : área de la losa aligerada por nivel (m<sup>2</sup>).
- $V'm$  : resistencia característica al corte de la albañilería (ton/m<sup>2</sup>).
- $P_g$  : carga gravitacional de servicio, con sobrecarga reducida (ton).

- **W** : peso promedio por m<sup>2</sup>.
- $\varphi$  : relación entre A/B.

Así también la clasificación de cada vivienda depende de la relación entre A/B y su clasificación es la siguiente:

- Clase A: cuando  $\varphi \geq 1$  en ambas direcciones.
- Clase B: cuando  $\varphi \geq 1$  en una dirección, pero  $\varphi < 1$  en otra dirección.
- Clase C: cuando  $0.90 \leq \varphi \leq 1$  en ambas direcciones.
- Clase D: cuando  $\varphi < 0.90$  en ambas direcciones.

**Tabla 43**

*Resultados parámetro 3*

Viv.	Nivel	Eje	$\sum l*t$	Ap (m <sup>2</sup> )	V'm (ton/m <sup>2</sup> )	Pg (ton)	W (ton/m <sup>2</sup> )	A	B	A/B ( $\varphi$ )	Clase
V-01	1er nivel	X-X	3.92	127.60	51.00	496.59	3.36	214.05	834.57	0.26	D
	2do nivel	Y-Y	2.68	127.60	51.00	496.59	3.36	182.57	834.57	0.22	
	3er nivel	X-X	4.87	205.71	51.00	405.87	2.09	217.43	834.57	0.26	
	4to nivel	Y-Y	1.83	205.71	51.00	405.87	2.09	140.13	834.57	0.17	
	5to nivel	X-X	0.77	205.71	17.10	267.52	2.09	68.13	834.57	0.08	
	6to nivel	Y-Y	1.22	205.71	17.10	267.52	2.09	71.94	834.57	0.09	
	7to nivel	X-X	0.77	205.71	17.10	138.69	2.09	38.50	834.57	0.05	
V-02	1er nivel	Y-Y	1.22	205.71	17.10	138.69	2.09	42.31	834.57	0.05	D
	2do nivel	X-X	7.16	242.14	51.00	523.52	1.85	303.07	651.82	0.46	
	3er nivel	Y-Y	13.55	242.14	51.00	523.52	1.85	465.86	651.82	0.71	
	4to nivel	X-X	0.96	242.14	81.00	318.90	1.85	112.41	651.82	0.17	
	5to nivel	Y-Y	0.44	242.14	81.00	318.90	1.85	91.07	651.82	0.14	
	6to nivel	X-X	0.96	160.18	81.00	130.95	2.79	69.18	651.82	0.11	
7to nivel	Y-Y	0.26	160.18	81.00	130.95	2.79	40.75	651.82	0.06		



V-03	1er nivel	X-X	1.40	70.73	51.00	51.28	0.60	47.60	16.50	2.88	A
	nivel	Y-Y	2.39	70.73	51.00	51.28	0.60	72.79	16.50	4.41	
V-04	1er nivel	X-X	3.16	193.40	81.00	258.09	1.23	187.18	232.12	0.81	D
	nivel	Y-Y	3.17	193.40	81.00	258.09	1.23	187.91	232.12	0.81	
	2do nivel	X-X	2.46	193.40	81.00	125.21	1.23	128.37	232.12	0.55	
	nivel	Y-Y	2.64	193.40	81.00	125.21	1.23	135.60	232.12	0.58	
V-05	1er nivel	X-X	2.51	104.24	51.00	125.91	1.11	93.04	89.82	1.04	B
	nivel	Y-Y	3.65	104.24	51.00	125.91	1.11	121.91	89.82	1.36	
	2do nivel	X-X	2.51	104.24	51.00	62.45	1.11	78.45	89.82	0.87	
	nivel	Y-Y	3.65	104.24	51.00	62.45	1.11	107.32	89.82	1.19	
V-06	1er nivel	X-X	3.41	128.73	51.00	80.50	1.54	105.46	289.28	0.36	D
	nivel	Y-Y	3.08	128.73	51.00	80.50	1.54	97.08	289.28	0.34	
	2do nivel	X-X	1.64	128.73	17.10	78.59	1.54	32.08	289.28	0.11	
	nivel	Y-Y	1.64	128.73	17.10	78.59	1.54	32.06	289.28	0.11	
	3ro nivel	X-X	1.35	93.69	17.10	56.83	1.54	24.64	210.54	0.12	
	nivel	Y-Y	0.00	93.69	17.10	56.83	1.54	13.07	210.54	0.06	
V-07	1er nivel	X-X	3.42	93.60	51.00	54.15	1.06	99.61	96.76	1.03	D
	nivel	Y-Y	5.72	93.60	51.00	54.15	1.06	158.42	96.76	1.64	
	2do nivel	X-X	1.64	93.60	51.00	53.87	1.06	54.16	96.76	0.56	
	nivel	Y-Y	1.87	93.60	51.00	53.87	1.06	60.13	96.76	0.62	
V-08	1er nivel	X-X	3.47	102.65	51.00	59.02	1.10	102.06	99.07	1.03	B
	nivel	Y-Y	8.64	102.65	51.00	59.02	1.10	233.77	99.07	2.36	
	2do nivel	X-X	2.07	102.65	51.00	63.60	1.10	67.40	99.07	0.68	
	nivel	Y-Y	24.18	102.65	51.00	63.60	1.10	631.28	99.07	6.37	
V-09	1er nivel	X-X	0.28	55.96	51.00	43.31	3.03	17.15	330.23	0.05	D
	nivel	Y-Y	3.75	55.96	51.00	43.31	3.03	105.64	330.23	0.32	
	2do nivel	X-X	0.00	73.94	51.00	50.60	2.30	11.64	330.23	0.04	
	nivel	Y-Y	2.06	73.94	51.00	50.60	2.30	64.28	330.23	0.19	
	3ro nivel	X-X	0.00	73.94	17.10	47.47	3.03	10.92	436.33	0.03	
	nivel	Y-Y	0.00	73.94	17.10	47.47	3.03	10.92	436.33	0.03	
	4to nivel	X-X	0.00	62.29	17.10	42.33	2.30	9.74	278.19	0.03	
	nivel	Y-Y	0.00	62.29	17.10	42.33	2.30	9.74	278.19	0.03	
V-10	1er nivel	X-X	4.96	138.47	51.00	86.68	1.13	146.31	151.92	0.96	D
	nivel	Y-Y	5.85	138.47	51.00	86.68	1.13	169.10	151.92	1.11	
	2do nivel	X-X	1.62	135.17	51.00	81.37	1.16	59.99	151.92	0.39	
	nivel	Y-Y	2.15	135.17	51.00	81.37	1.16	73.58	151.92	0.48	



V-11	1er nivel	X-X	1.35	50.58	51.00	34.28	0.64	42.41	11.36	3.73	A
	nivel	Y-Y	3.48	50.58	51.00	34.28	0.64	96.65	11.36	8.50	
V-12	1er nivel	X-X	2.14	96.60	81.00	100.26	5.00	109.63	1408.02	0.08	D
	2do a 6to nivel	Y-Y	2.01	96.60	81.00	100.26	5.00	104.53	1408.02	0.07	
		X-X	1.34	96.60	49.00	101.66	5.00	56.16	1408.02	0.04	
V-13	1er nivel	Y-Y	0.77	96.60	49.00	101.66	5.00	42.23	1408.02	0.03	B
	2do nivel	X-X	2.37	98.30	51.00	54.41	0.89	72.88	68.10	1.07	
	nivel	Y-Y	3.49	98.30	51.00	54.41	0.89	101.46	68.10	1.49	
	2do nivel	X-X	1.39	74.87	51.00	41.80	0.89	45.02	51.87	0.87	
V-14	1er nivel	Y-Y	2.20	74.87	51.00	41.80	0.89	65.70	51.87	1.27	D
	2do nivel	X-X	0.48	84.83	51.00	54.51	1.20	24.67	79.38	0.31	
	nivel	Y-Y	2.67	84.83	51.00	54.51	1.20	80.53	79.38	1.01	
	2do nivel	X-X	0.48	84.83	17.10	56.03	1.20	16.96	79.38	0.21	
V-15	1er nivel	Y-Y	2.54	84.83	17.10	56.03	1.20	34.57	79.38	0.44	A
	2do nivel	X-X	1.46	75.10	51.00	44.11	0.61	47.43	17.74	2.67	
	nivel	Y-Y	3.46	75.10	51.00	44.11	0.61	98.37	17.74	5.54	
V-16	1er nivel	X-X	3.44	123.84	51.00	72.52	1.08	104.42	129.71	0.80	D
	2do nivel	Y-Y	4.71	123.84	51.00	72.52	1.08	136.91	129.71	1.06	
	2do nivel	X-X	2.68	123.84	17.10	71.76	1.08	39.44	129.71	0.30	
	nivel	Y-Y	1.43	123.84	17.10	71.76	1.08	28.71	129.71	0.22	
V-17	1er nivel	X-X	0.55	67.01	51.00	49.58	2.00	25.44	156.52	0.16	D
	2do nivel	Y-Y	3.65	67.01	51.00	49.58	2.00	104.43	156.52	0.67	
	2do nivel	X-X	0.55	68.99	17.10	49.08	2.00	15.99	161.14	0.10	
	nivel	Y-Y	2.70	68.99	17.10	49.08	2.00	34.40	161.14	0.21	
	3er nivel	X-X	0.55	68.99	17.10	42.30	2.00	14.44	161.14	0.09	
	nivel	Y-Y	2.70	68.99	17.10	42.30	2.00	32.84	161.14	0.20	
V-18	1er nivel	X-X	0.33	27.45	51.00	20.90	2.09	13.09	66.97	0.20	D
	2do nivel	Y-Y	2.16	27.45	51.00	20.90	2.09	59.97	66.97	0.90	
	2do nivel	X-X	0.33	28.06	17.10	20.72	2.09	7.54	68.46	0.11	
	nivel	Y-Y	1.57	28.06	17.10	20.72	2.09	18.21	68.46	0.27	
	3ro nivel	X-X	0.33	27.47	17.10	17.70	2.09	6.85	67.02	0.10	
	nivel	Y-Y	1.57	27.47	17.10	17.70	2.09	17.52	67.02	0.26	
V-19	1er nivel	X-X	1.51	122.04	81.00	87.05	1.29	81.30	152.84	0.53	D
	2do nivel	Y-Y	3.69	122.04	81.00	87.05	1.29	169.32	152.84	1.11	
	2do nivel	X-X	0.66	121.38	49.00	80.55	1.29	34.76	152.01	0.23	
	nivel	Y-Y	3.69	121.38	49.00	80.55	1.29	108.84	152.01	0.72	





V-20	1er nivel	X-X	5.30	194.35	51.00	111.17	1.17	160.72	331.80	0.48	D
	nivel	Y-Y	6.39	194.35	51.00	111.17	1.17	188.59	331.80	0.57	
	2do nivel	X-X	4.52	194.35	17.10	99.00	1.17	61.42	331.80	0.19	
	nivel	Y-Y	5.83	194.35	17.10	99.00	1.17	72.59	331.80	0.22	
	3ro nivel	X-X	4.52	79.94	17.10	36.79	1.17	47.11	136.48	0.35	
	nivel	Y-Y	5.83	79.94	17.10	36.79	1.17	58.29	136.48	0.43	
V-21	1er nivel	X-X	0.38	63.34	81.00	50.30	1.63	26.76	80.35	0.33	D
	nivel	Y-Y	5.38	63.34	81.00	50.30	1.63	229.60	80.35	2.86	
	2do nivel	X-X	0.89	79.67	17.10	58.37	1.63	21.07	101.07	0.21	
	nivel	Y-Y	5.25	79.67	17.10	58.37	1.63	58.30	101.07	0.58	
V-22	1er nivel	X-X	1.62	51.60	51.00	33.29	1.18	49.06	53.47	0.92	D
	nivel	Y-Y	0.49	51.60	51.00	33.29	1.18	20.16	53.47	0.38	
	2do nivel	X-X	1.34	51.60	17.10	31.19	1.18	18.61	53.47	0.35	
	nivel	Y-Y	0.00	51.60	17.10	31.19	1.18	7.17	53.47	0.13	
V-23	1er nivel	X-X	0.86	53.58	81.00	37.61	1.21	43.64	63.27	0.69	B
	nivel	Y-Y	2.15	53.58	81.00	37.61	1.21	95.58	63.27	1.51	
	2do nivel	X-X	0.00	53.58	81.00	32.83	1.21	7.55	63.27	0.12	
	nivel	Y-Y	2.15	53.58	81.00	32.83	1.21	94.49	63.27	1.49	
V-24	1er nivel	X-X	2.46	66.98	81.00	52.34	0.73	111.58	17.15	6.51	A
	nivel	Y-Y	2.29	66.98	81.00	52.34	0.73	104.59	17.15	6.10	
V-25	1er nivel	X-X	2.54	150.36	51.00	92.28	1.12	85.99	163.94	0.52	D
	nivel	Y-Y	7.33	150.36	51.00	92.28	1.12	208.09	163.94	1.27	
	2do nivel	X-X	1.33	150.36	17.10	91.38	1.12	32.36	163.94	0.20	
	nivel	Y-Y	4.06	150.36	17.10	91.38	1.12	55.75	163.94	0.34	
V-26	1er nivel	X-X	0.81	57.36	51.00	32.01	1.01	27.98	45.13	0.62	B
	nivel	Y-Y	3.28	57.36	51.00	32.01	1.01	91.10	45.13	2.02	
	2do nivel	X-X	0.68	57.36	51.00	31.75	1.01	24.61	45.13	0.55	
	nivel	Y-Y	1.96	57.36	51.00	31.75	1.01	57.30	45.13	1.27	
V-27	1er nivel	X-X	0.84	96.52	51.00	55.50	1.04	34.19	78.44	0.44	D
	nivel	Y-Y	4.11	96.52	51.00	55.50	1.04	117.47	78.44	1.50	
	2do nivel	X-X	0.55	96.52	17.10	55.00	1.04	17.32	78.44	0.22	
	nivel	Y-Y	2.67	96.52	17.10	55.00	1.04	35.47	78.44	0.45	
V-28	1er nivel	X-X	1.00	60.99	51.00	39.14	1.13	34.46	48.46	0.71	D
	nivel	Y-Y	1.93	60.99	51.00	39.14	1.13	58.33	48.46	1.20	
	2do nivel	X-X	0.00	60.99	51.00	36.18	1.13	8.32	48.46	0.17	
	nivel	Y-Y	1.45	60.99	51.00	36.18	1.13	45.32	48.46	0.94	

V-29	1er nivel	X-X	2.99	103.41	51.00	65.35	1.24	91.17	186.47	0.49	D
	2do nivel	Y-Y	4.04	103.41	51.00	65.35	1.24	118.15	186.47	0.63	
	3ro nivel	X-X	1.28	82.20	51.00	47.21	1.24	43.50	148.23	0.29	
	4to nivel	Y-Y	2.03	82.20	51.00	47.21	1.24	62.57	148.23	0.42	
	5to nivel	X-X	1.28	53.12	17.10	24.59	1.24	16.60	95.79	0.17	
	6to nivel	Y-Y	2.03	53.12	17.10	24.59	1.24	23.00	95.79	0.24	

#### 3.8.4. Análisis parámetro 4: Posición del edificio y de la cimentación

Para la evaluación de este parámetro se verifica la ficha de recolección de datos y su clasificación es de acuerdo al ítem 2.2.9.4, de donde se puede verificar lo siguiente:

- La Urbanización 09 de Octubre de la ciudad de Juliaca en toda su área tiene una pendiente menor al 10%.
- El tipo de suelo es obtenido de los diferentes estudios de suelos que se encuentran en el Anexo J. estudio de suelos, en donde se observa que el suelo predominante es limo de baja plasticidad (ML) que es un S3 (suelo blando) según la norma E-030 diseño sismorresistente, cabe resaltar que según el método de índice de vulnerabilidad para el parámetro 4 no exige un estudio de suelos específico para cada vivienda, mas solo un estudio de suelos que se encuentre cerca o en la misma área de estudio y se analiza según el suelo predominante en el área de estudio.
- La ubicación de la zona se obtendrá de la ficha de recolección de datos y será analizado si la vivienda se encuentra en una esquina o en una zona intermedia dentro de su manzana.

En la Tabla 44 se puede observar los datos para cada vivienda y su respectiva clasificación.



**Tabla 44**

*Resultado parámetro 4.*

<b>Vivienda</b>	<b>Pendiente</b>	<b>Tipo de suelo</b>	<b>Ubicación en zona</b>	<b>Clase</b>
V-01	menor a 10%	ML	esquina	D
V-02	menor a 10%	ML	intermedia	C
V-03	menor a 10%	ML	intermedia	C
V-04	menor a 10%	ML	esquina	D
V-05	menor a 10%	ML	intermedia	C
V-06	menor a 10%	ML	esquina	D
V-07	menor a 10%	ML	intermedia	C
V-08	menor a 10%	ML	intermedia	C
V-09	menor a 10%	ML	intermedia	C
V-10	menor a 10%	ML	esquina	D
V-11	menor a 10%	ML	intermedia	C
V-12	menor a 10%	ML	esquina	D
V-13	menor a 10%	ML	intermedia	C
V-14	menor a 10%	ML	intermedia	C
V-15	menor a 10%	ML	intermedia	C
V-16	menor a 10%	ML	esquina	D
V-17	menor a 10%	ML	intermedia	C
V-18	menor a 10%	ML	intermedia	C
V-19	menor a 10%	ML	esquina	D
V-20	menor a 10%	ML	intermedia	C
V-21	menor a 10%	ML	intermedia	C
V-22	menor a 10%	ML	esquina	D

V-23	menor a 10%	ML	intermedia	C
V-24	menor a 10%	ML	esquina	D
V-25	menor a 10%	ML	intermedia	C
V-26	menor a 10%	ML	intermedia	C
V-27	menor a 10%	ML	intermedia	C
V-28	menor a 10%	ML	intermedia	C
V-29	menor a 10%	ML	intermedia	C

### 3.8.5. Análisis parámetro 5: Diafragmas rígidos horizontales.

Este parámetro se analizó tomando las consideraciones de la norma E-070, donde indica lo siguiente:

Podrán considerarse que el diafragma es rígido cuando la relación entre sus lados no excede de 4. Se deberá considerar y evaluar el efecto que sobre la rigidez del diafragma tienen las aberturas y discontinuidades en la losa.

**Tabla 45**

*Resultado parámetro 5.*

Viv.	Descripción	Largo (L) m	Ancho (B) m	Área del diafragma m <sup>2</sup>	Relación L/B	Abertura		Clase
						Área	%	
V-01	Losa 1er nivel	18.27	4.62	127.6	3.95	2.86	2.24%	A
	Losa 2do nivel	21.97	9.26	205.71	2.37	10.81	5.25%	
	Losa 3er nivel	21.97	9.26	205.71	2.37	10.81	5.25%	
	Losa 4to nivel	21.97	9.26	205.71	2.37	10.81	5.25%	
V-02	Losa 1er nivel	26.87	9.76	262.2512	2.75	22.91	8.74%	B
	Losa 2do nivel	26.87	9.76	262.2512	2.75	22.91	8.74%	



	Losa 3er nivel	26.87	4.69	126.0203	5.73	7.53	5.98%	
V-03	Losa 1er nivel	10.16	7.5	76.2	1.35	5.47	7.18%	A
V-04	Losa 1er nivel	18.67	10.27	191.7409	1.82	13.19	6.88%	A
	Losa 2do nivel	18.67	10.27	191.7409	1.82	13.19	6.88%	
V-05	Losa 1er nivel	13.225	10.76	142.301	1.23	38.06	26.75%	A
	Losa 2do nivel	13.225	10.76	142.301	1.23	38.06	26.75%	
V-06	Losa 1er nivel	12	11	132	1.09	17.9	13.56%	A
	Losa 2do nivel	12	11	132	1.09	17.9	13.56%	
	Losa 3er nivel	12	6.4	76.8	1.88	6.4	8.33%	
V-07	Losa 1er nivel	12.928	7.24	93.59872	1.79	0	0.00%	D
	Losa 2do nivel	12.928	7.24	93.59872	1.79	0	0.00%	
V-08	Losa 1er nivel	20.075	5.33	106.99	3.77	4.345	4.06%	D
	Losa 2do nivel	20.075	5.33	106.99	3.77	4.345	4.06%	
V-09	Losa 1er nivel	8.197	6.17	50.57	1.33	0	0.00%	B
	Losa 2do nivel	17.19	4.98	85.606	3.45	11.664	13.63%	
	Losa 3er nivel	17.19	4.98	85.606	3.45	11.664	13.63%	
	Losa 4to nivel	14.34	4.98	71.41	2.88	9.12	12.77%	
V-10	Losa 1er nivel	14.26	11	156.86	1.30	18.39	11.72%	D
	Losa 2do nivel	14.26	11	156.86	1.30	21.69	13.83%	
V-11	Losa 1er nivel	14.26	11	156.86	1.30	18.39	11.72%	A
V-12	Losa 1er al 6to	10	10	100	1.00	6.3	6.30%	A
	Nivel	10	10	100	1.00	6.3	6.30%	
V-13	Losa 1er nivel	18.65	6.29	117.308	2.97	19.01	16.21%	D



	Losa 2do nivel	15.37	6.29	96.677	2.44	21.81	22.56%	
V-14	Losa 1er nivel	11.21	10.8	121.068	1.04	36.24	29.93%	B
	Losa 2do nivel	11.21	10.8	121.068	1.04	36.24	29.93%	
V-15	Losa 1er nivel	11.316	6.9	78.08	1.64	2.98	3.82%	D
	Losa 2do nivel	11.21	10.8	121.068	1.04	36.24	29.93%	
V-16	Losa 1er nivel	14.92	11.34	169.19	1.32	45.35	26.80%	A
	Losa 2do nivel	14.92	11.34	169.19	1.32	45.35	26.80%	
V-17	Losa 1er nivel	17.81	4.07	72.487	4.38	5.48	7.56%	C
	Losa 2do nivel	17.81	4.07	72.487	4.38	3.5	4.83%	
	Losa 3er nivel	17.81	4.07	72.487	4.38	3.5	4.83%	
V-18	Losa 1er nivel	10.05	2.9	29.145	3.47	1.7	5.83%	A
	Losa 2do nivel	10.05	2.9	29.145	3.47	1.09	3.74%	
	Losa 3er nivel	10.05	2.9	29.145	3.47	1.68	5.76%	
V-19	Losa 1er nivel	12.37	12.64	156.357	0.98	34.32	21.95%	A
	Losa 2do nivel	12.37	12.64	156.357	0.98	34.98	22.37%	
V-20	Losa 1er nivel	25.1	12.26	307.726	2.05	113.38	36.84%	D
	Losa 2do nivel	25.1	12.26	307.726	2.05	113.38	36.84%	
	Losa 3er nivel	12.26	6.72	82.3872	1.82	2.45	2.97%	
V-21	Losa 1er nivel	18.03	3.93	70.858	4.59	7.52	10.61%	C
	Losa 2do nivel	22.18	3.93	87.167	5.64	7.5	8.60%	
V-22	Losa 1er nivel	10.43	5.22	54.44	2.00	2.84	5.22%	A
	Losa 2do nivel	10.43	5.22	54.44	2.00	2.84	5.22%	
V-23	Losa 1er nivel	9.4	5.7	53.58	1.65	0	0.00%	A

	Losa 2do nivel	9.4	5.7	53.58	1.65	0	0.00%	
V-24	Losa 1er nivel	10.03	6.678	66.98	1.50	0	0.00%	A
V-25	Losa 1er nivel	13.94	11.69	162.96	1.19	12.6	7.73%	B
	Losa 2do nivel	13.94	11.69	162.96	1.19	12.6	7.73%	
V-26	Losa 1er nivel	10.89	5.87	63.92	1.86	6.56	10.26%	D
	Losa 2do nivel	10.89	5.87	63.92	1.86	6.56	10.26%	
V-27	Losa 1er nivel	12.06	12.1	145.926	1.00	49.41	33.86%	A
	Losa 2do nivel	12.06	12.1	145.926	1.00	49.41	33.86%	
V-28	Losa 1er nivel	10.48	5.82	60.99	1.80	0	0.00%	A
	Losa 2do nivel	10.48	5.82	60.99	1.80	0	0.00%	
V-29	Losa 1er nivel	17.262	6.79	117.21	2.54	13.8	11.77%	D
	Losa 2do nivel	12.106	6.79	82.19	1.78	0	0.00%	
	Losa 3er nivel	7.65	6.944	53.12	1.10	0	0.00%	

### 3.8.6. Análisis parámetro 6: Configuración en planta, irregularidad en planta

La forma de la planta de un edificio incluye en el comportamiento sísmico. En edificios rectangulares existe la relación entre el lado menor  $a$  y el lado mayor  $L$ . Existen también protuberancias en la forma del edificio. La forma de la edificación se tomó de una de las 5 formas puestas en la figura 9 formas en planta.

En la Tabla 46 se muestra la clasificación de cada vivienda según el parámetro 6, así como también el cálculo de sus irregularidades en planta.

Para la definición de la clase de cada vivienda se tomó en cuenta las recomendaciones del método de índice de vulnerabilidad que consiste en irse siempre al caso más crítico.

**Tabla 46**

*Resultado parámetro 6.*

Vivienda	Nivel	Forma de planta	Forma										I por sistemas no paralelos	I por discontinuidad del diafragma	Clase	
			Configuracion en planta			Irregularidad por esquinas entrantes				b/B						
			a	b	L	$\beta 1$	$\beta 2$	a	B	A	B	a/A	b/B			
V-01	1er	c	4.62	5.72	18.27	0.25	0.31	10.34	18.27	5.72	12.27	55.32%	67.16%	ejes no paralelos	2.86	2.24%
	2do	c	9.26	5.48	21.97	0.42	0.25	14.74	21.97	5.48	11.27	37.18%	51.30%	ejes no paralelos	10.81	5.25%
	3er	c	9.26	5.48	21.97	0.42	0.25	14.74	21.97	5.48	11.27	37.18%	51.30%	ejes no paralelos	10.81	5.25%
	4to	c	9.26	5.48	21.97	0.42	0.25	14.74	21.97	5.48	11.27	37.18%	51.30%	ejes no paralelos	10.81	5.25%
V-02	1er	c	5.05	4.71	21.94	0.23	0.21	21.94	9.76	7.66	4.71	34.91%	48.26%	ejes paralelos	22.91	8.74%
	2do	a	9.76	0	26.87	0.36	0.00	9.76	26.87	3.84	2.08	39.34%	7.74%	ejes paralelos	22.91	8.74%
	3er	c	4.69	5.07	26.87	0.17	0.19	9.76	26.87	5.07	21.74	51.95%	80.91%	ejes paralelos	7.53	5.98%
V-03	1er	c	5.26	2.24	10.16	0.52	0.22	10.16	7.5	2.44	2.24	24.02%	29.87%	ejes paralelos	5.47	7.18%
V-04	1er	b	6.5	3.77	18.67	0.35	0.20	10.27	11.22	3.77	3.5	36.71%	31.19%	ejes paralelos	13.19	6.88%
	2do	b	6.5	3.77	18.67	0.35	0.20	10.27	11.22	3.77	3.5	36.71%	31.19%	ejes paralelos	13.19	6.88%
V-05	1er	c	5.32	5.61	14	0.38	0.40	12.87	14	5.61	7.88	43.59%	56.29%	ejes no paralelos	38.06	26.75%



	2do	c	5.32	5.61	14	0.38	0.40	12.87	14	5.61	7.88	43.59%	56.29%	ejes no paralelos	38.06	26.75%
	1er	c	7.35	3.65	12	0.61	0.30	11	12	3.65	4.92	33.18%	41.00%	ejes paralelos	17.90	13.56%
V-06	2do	c	7.35	3.65	12	0.61	0.30	11	12	3.65	4.92	33.18%	41.00%	ejes paralelos	17.90	13.56%
	3er	a	6.4	0.95	12	0.53	0.08	7.35	12	0.95	6.77	12.93%	56.42%	ejes paralelos	6.40	8.33%
														ejes no paralelos		
V-07	1er	a	7.24	0	12.93	0.56	0.00	11	12	0	0	0.00%	0.00%	ejes no paralelos	0.00	0.00%
	2do	a	7.24	0	12.93	0.56	0.00	11	12	0	0	0.00%	0.00%	ejes no paralelos	0.00	0.00%
V-08	1er	c	4.3	1.03	20.08	0.21	0.05	20.08	5.33	1.16	1.03	5.78%	19.32%	ejes paralelos	4.35	4.06%
	2do	c	4.3	1.03	20.08	0.21	0.05	20.08	5.33	1.16	1.03	5.78%	19.32%	ejes paralelos	4.35	4.06%
V-09	1er	a	6.17	0	8.197	0.75	0.00	4.98	6.65	2.4	3.45	48.19%	51.88%	ejes paralelos	0.00	0.00%
	2do	b	2.58	2.4	17.19	0.15	0.14	4.98	8.06	2.4	4.86	48.19%	60.30%	ejes paralelos	11.66	13.63%
	3er	b	2.58	2.4	17.19	0.15	0.14	4.98	8.06	2.4	4.86	48.19%	60.30%	ejes paralelos	11.66	13.63%
	4to	c	2.58	2.4	14.34	0.18	0.17	4.98	14.34	2.4	3.8	48.19%	26.50%	ejes paralelos	9.12	12.77%
V-10	1er	b	6.43	4.58	14.26	0.45	0.32	11	8.13	4.58	3.06	41.64%	37.64%	ejes paralelos	18.39	11.72%
	2do	b	6.43	4.58	14.26	0.45	0.32	11	9.19	4.58	4.79	41.64%	52.12%	ejes paralelos	21.69	13.83%
V-11	1er nivel	a	6.17	0	8.197	0.753	0	6.17	8.197	0	0	0	0	ejes paralelos	18.39	11.72%
V-12	1er 2do al	b	7.9	2.1	10	0.79	0.21	10	10	2.1	4.27	21.00%	42.70%	ejes paralelos	6.30	6.30%
	6to	b	7.9	2.1	10	0.79	0.21	10	10	2.1	4.27	21.00%	42.70%	ejes paralelos	6.30	6.30%
V-13	1er	b	4.12	2.17	18.65	0.22	0.12	6.29	13.03	2.17	8.52	34.50%	65.39%	ejes paralelos	19.01	16.21%

V-14	2do	c	4.12	2.17	15.37	0.27	0.14	15.37	6.29	9.72	2.17	63.24%	34.50%	ejes paralelos	21.81	22.56%
	1er	c	4.92	5.88	11.21	0.44	0.52	11.21	10.8	4.75	5.88	42.37%	54.44%	ejes paralelos	36.24	29.93%
	2do	c	4.92	5.88	15.37	0.32	0.38	11.21	10.8	4.75	5.88	42.37%	54.44%	ejes paralelos	36.24	29.93%
V-15				4.25	2.64											
	1er	c	8	2	11.32	0.38	0.23	11.21	6.9	0.95	2.642	8.47%	38.29%	paralelos	2.98	3.82%
V-16				7.22												
	1er	c	7.68	3.66	14.92	0.51	0.25	14.92	11.34	6	3.66	48.43%	32.28%	paralelos	45.35	26.80%
				7.22												
	2do	c	7.68	3.66	14.92	0.51	0.25	14.92	11.34	6	3.66	48.43%	32.28%	paralelos	45.35	26.80%
	1er	b	2.81	1.26	17.81	0.16	0.07	17.81	4.07	3.91	1.26	21.95%	30.96%	ejes paralelos	5.48	7.56%
	2do	a	4.07	0	17.81	0.23	0.00	8.59	4.07	1.79	3.22	20.84%	79.12%	ejes paralelos	3.50	4.83%
V-17	3er	c	2.58	2.4	17.81	0.14	0.13	4.98	8.06	2.4	4.86	48.19%	60.30%	ejes paralelos	3.50	4.83%
	1er	b	2.05	0.85	10.05	0.20	0.08	2.9	4.92	0.85	2	29.31%	40.65%	ejes paralelos	1.70	5.83%
	2do	b	1.85	1.05	10.05	0.18	0.10	2.9	4.92	1.04	1	35.86%	20.33%	ejes paralelos	1.09	3.74%
	3er	b	1.85	1.05	10.05	0.18	0.10	2.9	4.92	1.05	1.6	36.21%	32.52%	ejes paralelos	1.68	5.76%
	1er	c	7.32	5.32	12.37	0.59	0.43	12.37	12.64	6.45	5.32	52.14%	42.09%	ejes paralelos	34.32	21.95%
	2do	c	7.32	5.32	12.37	0.59	0.43	12.37	12.64	6.45	5.32	52.14%	42.09%	ejes paralelos	34.98	22.37%
V-19				18.7												
	1er	c	6.21	6.05	25.1	0.25	0.24	25.1	12.26	4	6.05	74.66%	49.35%	ejes paralelos	8	36.84%
	2do	c	6.21	6.05	25.1	0.25	0.24	25.1	12.26	4	6.05	74.66%	49.35%	ejes paralelos	8	36.84%
V-20	3er	c	6.36	0.36	12.26	0.52	0.03	12.26	6.72	6.8	0.36	55.46%	5.36%	ejes paralelos	2.45	2.97%
	1er	b	1.19	2.74	18.03	0.07	0.15	3.93	6.6	2.74	2.58	69.72%	39.09%	ejes paralelos	7.52	10.61%
				113.3												

V-22	2do	b	1.19	1.19	2.74	0.43	0.43	3.93	10.76	2.74	2.58	69.72%	23.98%	ejes paralelos	7.50	8.60%
	1er	c	4.67	0.55	10.43	0.45	0.05	10.43	5.22	2.07	0.7	19.85%	13.41%	ejes paralelos	2.84	5.22%
	2do	c	4.67	0.55	10.43	0.45	0.05	10.43	5.22	2.07	0.7	19.85%	13.41%	ejes paralelos	2.84	5.22%
V-23	ejes no															
	1er	a	5.7	0	9.4	0.61	0.00	9.4	5.7	0	0	0.00%	0.00%	paralelos	0.00	0.00%
V-24	ejes no															
	2do	a	5.7	0	9.4	0.61	0.00	9.4	5.7	0	0	0.00%	0.00%	paralelos	0.00	0.00%
V-24	6.67															
	1er	a	8	0	10.03	0.67	0.00	10.03	6.678	0	0	0.00%	0.00%	ejes paralelos	0.00	0.00%
V-25	1er	b	6.4	5.29	13.94	0.46	0.38	13.94	11.69	6.02	5.29	43.19%	45.25%	ejes paralelos	12.60	7.73%
	2do	b	6.4	5.29	13.94	0.46	0.38	13.94	11.69	6.02	5.29	43.19%	45.25%	ejes paralelos	12.60	7.73%
V-26	1er	c	4.45	1.42	10.89	0.41	0.13	10.89	5.87	4.22	1.42	38.75%	24.19%	ejes paralelos	6.56	10.26%
	2do	c	4.45	1.42	10.89	0.41	0.13	10.89	5.87	4.22	1.42	38.75%	24.19%	ejes paralelos	6.56	10.26%
V-27	1er	c	5.46	6.64	12.06	0.45	0.55	12.06	12.1	6.07	6.64	50.33%	54.88%	ejes paralelos	49.41	33.86%
	2do	c	5.46	6.64	12.06	0.45	0.55	12.06	12.1	6.07	6.64	50.33%	54.88%	ejes paralelos	49.41	33.86%
V-28	1er	a	5.82	0	10.48	0.555	0	10.48	5.82	0	0	0.00%	0.00%	ejes paralelos	0.00	0.00%
	2do	a	5.82	0	10.48	0.555	0	10.48	5.82	0	0	0.00%	0.00%	ejes paralelos	0.00	0.00%
V-29	ejes no															
	1er	c	4.27	2.52	17.26	0.25	0.15	17.26	6.79	4.78	2.52	27.69%	37.11%	paralelos	13.80	11.77%
	2do	a	6.79	0	12.11	0.561	0	12.11	6.79	4.22	1.42	34.86%	20.91%	paralelos	0.00	0.00%
3er	a	4	0	7.65	0.908	0							paralelos	0.00	0.00%	

### 3.8.7. Análisis parámetro 7: Configuración en elevación, irregularidad en altura

En edificaciones de albañilería, la irregularidad en altura es ocasionada generalmente por la presencia de porches y torretas. Los porches son la relación porcentual entre el área en planta y la superficie total de la losa y la torreta se reporta mediante la relación T/H.

Se reporta por variación de masa en porcentaje  $\pm DM/M$  entre dos pisos sucesivos, siendo M la masa del piso más bajo y utilizando el signo (+) si se trata de aumento o el (-) si se trata de disminución de masa, esta relación también puede ser sustituida por la variación de áreas respectivas  $\pm DA/A$ , se evaluó en el caso más desfavorable. La metodología del índice de vulnerabilidad propone las siguientes clasificaciones:

- Edificio con  $\pm \frac{DM}{M} < 10\%$
- Edificio con  $\pm \frac{DA}{A} < 10$  ó  $10\% \leq \pm \frac{DM}{M} < 20\%$
- Edificio con  $10\% \leq \pm \frac{DA}{A} < 20\%$  ó  $20\% < \pm \frac{DM}{M}$  ó  $\frac{T}{H} < \frac{2}{3}$
- Edificio con  $20\% < \pm \frac{DA}{A}$  ó  $0 < \pm \frac{DM}{M}$  ó  $\frac{T}{H} > \frac{2}{3}$

Según la normativa peruana este parámetro fue asignado de acuerdo a la Norma Técnica E-030 diseño sismorresistente, en la Tabla 47 se muestra el resultado del parámetro 7 y el cálculo de sus irregularidades en altura.

**Tabla 47**

*Resultado parámetro 7*

Viv. Nivel	Configuración en altura										Irregularidad geométrica vertical				Irregularidad en masa Pg1/Pg2	Discontinuidad en los sistemas resistentes. Clase
	M	DM	DM/M	A	DA	DA/A	T	H	T/H	L	B	L1/L2	B1/B2	Pg		
V-01	1er	74.76	37.88	50.66%	128.19	77.52	60.47%	0.00	0	18.27	4.62	1.20	2.00	90.71	1.53	M. Discontinuos
	2do	112.64			205.71		0.00	10.00	21.97	9.26	1.00	1.00	138.35	1.53		
	3er	118.54			205.71		0.00		21.97	9.26	1.00	1.00	128.83	1.07		
	4to	122.40			205.71		0.00		21.97	9.26			132.68	1.03		
V-02	1er	174.35	-16.67	-9.56%	242.14	0.00	0.00%		26.87	9.76	1.00	1.00	204.62	1.09	M. Discontinuos	
	2do	157.68	-49.04	-31.10%	242.14	-81.96	-33.85%	10.00	26.87	9.76	1.00	2.08	187.95	1.61		
	3er	108.64			160.18		2.84		2/7	26.87	4.69		116.65			
V-03	1er	41.88	0	0.00%	70.73	0.00	0.00%	3.05	10.16	7.5			50.72	0.00	M. Continuos	
V-04	1er	123.21	-9.81	-7.97%	193.40	0.00	0.00%	6.52	18.67	10.27	1.00	1.00	132.88	1.08	M. Discontinuos	
	2do	113.40			193.40		0.00		0	18.67	10.27		123.07			
V-05	1er	58.25	-2.58	-4.44%	104.24	0.00	0.00%	6.30	13.23	10.76	1.00	1.00	63.46	1.04	M. Continuos	
	2do	55.66			104.24		0.00		0	13.23	10.76		60.87			

	1er	74.06		128.73				12	11	1.00	1.00	80.50	1.02	M.
V-06	2do	72.15	-20.00	-27.72%	128.73	-35.04	-27.22%	12	11	1.00	1.72	78.59	1.38	Discontinuos
	3er	52.15		93.69				1/3	12	6.4		56.83		
V-07	1er	49.47	-0.28	-0.57%	93.60	0.00	0.00%	12.93	7.24	1.00	1.00	54.15	1.01	M.
	2do	49.19		93.60				0	12.93	7.24		53.87		Discontinuos
V-08	1er	53.89	4.58	8.50%	102.65	0.00	0.00%	20.08	5.33	1.00	1.00	59.02	1.08	M.
	2do	58.47		102.65		-46.69	-45.48%	0	20.08	5.33		63.60		Discontinuos
V-09	1er	40.51		55.96				8.197	6.17	2.10	1.24	43.31	1.17	
	2do	46.90		73.94				17.19	4.98	1.00	1.00	50.60	1.07	M.
	3er	43.78	-5.14	-11.74%	73.94			17.19	4.98	1.20	1.00	47.47	1.12	Discontinuos
	4to	38.64		62.29				1/4	14.34	4.98		42.33		
V-10	1er	79.75	-5.14	-6.45%	138.47	-3.30	-2.38%	14.26	11	1.00	1.00	86.68	1.07	M.
	2do	74.61		135.17				0	14.26	11		81.37		Discontinuos
V-11	1er	31.75	0	0.00%	50.58	0	0.00%	14.26	11			34.28	0.00	M. Continuos
V-12	1er	95.43	1.40	1.47%	96.60	0.00	0.00%	10	10	1.00	1.00	100.26	1.01	M.
	2do													Discontinuos
	al 6to	96.83		96.60				0	10	10		101.66		
V-13	1er	49.49	-11.43	-23.10%	98.30	-23.43	-23.84%	18.65	6.29	1.21	1.00	54.41	1.30	M. Continuos
	2do	38.06		74.87				1/2	15.37	6.29		41.80		

V-14	1er	50.27	1.52	3.02%	84.83	0.00	0.00%	0.00	6.75	11.21	10.8	1.00	1.00	54.51	1.03	M. Continuos	A
	2do	51.79			84.83			0.00		0	11.21	10.8		56.03			
V-15	1er	40.35	0	0.00%	75.10	0.00	0.00%	3.2		11.32	6.9			44.11	0.00	M. Continuos	A
	2do	66.33	-0.76	-1.15%	123.84	0.00	0.00%	5.6		14.92	11.34	1.00	1.00	72.52	1.01	M.	C
V-16	1er	65.57			123.84			0.00		0	14.92	11.34		71.76		Discontinuos	
	2do	46.23			67.01	1.98	2.95%			17.81	4.07	1.00	1.00	49.58	1.01		
V-17	1er	45.63	-3.33	-7.30%	68.99			9.3		17.81	4.07	1.00	1.00	49.08	1.16	M. Continuos	A
	2do	42.30			68.99			0.00		0	17.81	4.07		42.30			
	3er	19.53			27.45	0.61	2.22%			10.05	2.9	1.00	1.00	20.90	1.01		
V-18	1er	19.32	-1.62	-8.38%	28.06			8.35		10.05	2.9	1.00	1.00	20.72	1.17	M. Continuos	A
	2do	17.70			27.47			0.00		0	10.05	2.9		17.70			
	3er	80.95	-6.47	-7.99%	122.04	-0.66	-0.54%	5.8		12.37	12.64	1.00	1.00	87.05	1.08	M.	C
V-19	1er	74.48			121.4			0.00		0	12.37	12.64		80.55		Discontinuos	
	2do	101.45			194.35					25.1	12.26	1.00	1.00	111.17	1.12		
	3er	89.28	-52.49	-58.79%	194.35	-114.41	-58.87%	8.5		25.1	12.26	2.05	1.82	99.00	2.69	M.	D
V-20	1er	36.79			79.94			2.65		1/3	12.26	6.72		36.79		Discontinuos	
	2do	47.14	7.25	15.38%	63.34	16.33	25.78%	7.1		18.03	3.93	1.23	1.00	50.30	1.16	M. Continuos	D
	3er	54.39			79.67			3.60		1/2	22.18	3.93		58.37			
V-21	1er	30.71	-2.11	-6.85%	51.60	0.00	0.00%	5.55		10.43	5.22	1.00	1.00	33.29	1.07		C
	2do																

	2do	28.61	51.60	0.00	0	10.43	5.22	31.19	M. Discontinuos
V-23	1er	34.93	-4.77	-13.66%	0.00	9.4	5.7	1.00	1.15
	2do	30.16	53.58	0.00	0.00%	6.15	5.7	1.00	37.61
			53.58	0.00	0	9.4	5.7	32.83	M. Discontinuos
V-24	1er	48.99	0	0.00%	3.8	10.03	6.678	52.34	M. Continuos
V-25	1er	84.76	-0.89	-1.05%	0.00%	13.94	11.69	1.00	92.28
	2do	83.87	150.36	0.00	0.00%	5.75	11.69	1.00	91.38
			150.36	0.00	0	13.94	11.69	91.38	M. Discontinuos
V-26	1er	29.14	-0.25	-0.87%	0.00%	10.89	5.87	1.00	32.01
	2do	28.88	57.36	0.00	5.3	10.89	5.87	1.00	31.75
			57.36	0.00	0	10.89	5.87	31.75	M. Continuos
V-27	1er	50.67	-0.50	-0.98%	0.00%	12.06	12.1	1.00	55.50
	2do	50.18	96.52	0.00	5.7	12.06	12.1	1.00	55.00
			96.52	0.00	0	12.06	12.1	55.00	M. Continuos
V-28	1er	36.09	-2.95	-8.18%	0.00%	10.48	5.82	1.00	39.14
	2do	33.14	60.99	0.00	5.5	10.48	5.82	1.00	36.18
			60.99	0	0	10.48	5.82	36.18	M. Continuos
	1er	60.18	103.41			17.26	6.79	1.43	65.35
V-29	2do	43.10	-18.51	-42.94%	7.8	12.11	6.79	1.58	47.21
	3er	24.59	53.12		4.85	5/8	6.944		24.59
			53.12						M. Discontinuos





### 3.8.8. Análisis parámetro 8: Distancia máxima entre columnas

Se realizó la evaluación de este parámetro según la norma técnica E-070, se deberá de cumplir con las siguientes condiciones.

- Arriostramiento de muros: Es indispensable el arriostramiento a los muros para evitar fallas por volcadura.
- Distancia máxima: La distancia máxima entre el centro de las columnas de confinamiento no deberá de ser mayor a 5 metros ni 2 veces su altura, en caso de que se exceda estos límites se pierde la acción de confinamiento en el centro de la albañilería.

Para la clasificación según el ítem 2.2.9.8. parámetro 8, se divide la clasificación de los muros de acuerdo a, si son sólido industrial o sólido artesanal y también si son muros de cabeza o muros de sogá.

En la tabla 48 se puede observar la clase a la que pertenece cada vivienda según el método de índice de vulnerabilidad, en el Anexo E. plano de muros portantes de las viviendas evaluadas, se puede observar el código que se coloca a cada muro, así como también su longitud, el tipo de muro se obtuvo en la etapa de recolección de datos y se realizó la clasificación siguiendo el principio del método de índice de vulnerabilidad de irse siempre al caso más crítico.

Por ello la clasificación de cada vivienda va de acuerdo al muro portante que tenga la mayor longitud.

**Tabla 48***Resultado parámetro  $\delta$* 

Vivienda	Nivel	Muro	Long	Tipo de muro	S	L/S	Clase
V-01	1er nivel	My - 05	4.89	Soga	0.15	32.60	C
V-02	1er nivel	My-04	4.65	Cabeza	0.25	18.60	C
V-03	1er nivel	Mx - 03	3.94	Soga	0.15	26.27	C
V-04	1er nivel	Mx - 04	4.72	Soga	0.15	31.47	C
V-05	1er nivel	M - 02	3.53	Cabeza	0.20	17.65	C
V-06	1er nivel	My - 04	3.85	Soga	0.15	25.67	C
V-07	1er nivel	M-12	5.40	Cabeza	0.25	21.60	D
V-08	1er nivel	My-04	4.21	Cabeza	0.20	21.05	C
V-09	1er nivel	My - 04	4.86	Cabeza	0.20	24.30	C
V-10	1er nivel	My -01	4.37	Cabeza	0.20	21.85	C
V-11	1er nivel	My - 01	4.39	Cabeza	0.20	21.95	C
V-12	1er nivel	Mx - 05	4.15	Soga	0.15	27.67	C
V-13	1er nivel	My - 02	3.81	Soga	0.13	29.31	C
V-14	1er nivel	My - 04	4.38	Soga	0.13	33.69	C
V-15	1er nivel	M - 03	4.58	Cabeza	0.20	22.90	C
V-16	1er nivel	My - 05	6.88	Cabeza	0.20	34.40	D
V-17	1er nivel	My - 06	5.33	Soga	0.15	35.53	D
V-18	1er nivel	My -03	4.52	Soga	0.13	34.77	C
V-19	1er nivel	My - 04	4.39	Cabeza	0.25	17.56	C
V-20	1er nivel	Mx - 03	5.23	Soga	0.13	40.23	D
V-21	1er nivel	My - 02	3.20	Soga	0.15	21.33	B
V-22	1er nivel	Mx -02	3.43	Soga	0.13	26.38	B
V-23	1er nivel	My - 04	3.70	Soga	0.15	24.67	C
V-24	1er nivel	Mx -05	3.78	Cabeza	0.20	18.90	C
V-25	1er nivel	My - 03	3.54	Cabeza	0.20	17.70	B
V-26	1er nivel	My -01	4.63	Cabeza	0.20	23.15	C
V-27	1er nivel	My -05	4.41	Cabeza	0.20	22.05	C
V-28	1er nivel	My - 01	3.72	Soga	0.13	28.62	C
V-29	1er nivel	M - 05	5.76	Cabeza	0.20	28.80	D

### 3.8.9. Análisis parámetro 9: Tipo de cubierta

Este parámetro se evaluó analizando si presenta una cubierta rígida (losa aligerada o losa maciza) y la presencia de vigas.

En la tabla 49, se observa el tipo de cubierta de cada nivel de cada vivienda evaluada, además la presencia de vigas y su respectivo peralte y como resultado del parámetro 9 es la clase a la que presenta cada vivienda.

**Tabla 49**

*Resultado parámetro 9.*

Viv.	Nivel	Tipo de cubierta	Presencia de vigas	Peralte de vigas		Clase
				Eje principal	Eje secundario	
V-01	1er nivel	Losa aligerada	Una dirección	0.40		B
	2do nivel	Losa aligerada	Una dirección	0.40		
	3er nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.40	0.40	
	4to nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.40	0.40	
V-02	1er nivel	Losa aligerada	Una dirección		0.40	B
	2do nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.20	0.20	
	3er nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.20	0.20	
V-03	1er nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.30	0.30	A
V-04	1er nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.35	0.35	A
	2do nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.35	0.35	
V-05	1er nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.20	0.20	A
	2do nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.20	0.20	
V-06	1er nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.30	0.20	A
	2do nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.30	0.20	
	3er nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.30	0.20	
V-07	1er nivel	Losa aligerada	Una dirección		0.30	B
	2do nivel	Losa aligerada	Una dirección		0.30	
V-08	1er nivel	Losa aligerada	Una dirección		0.20	B
	2do nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.20	0.20	



V-09	1er nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.20	0.30	A
	2do nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.20	0.30	
	3er nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.20	0.20	
	4to nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.20	0.20	
V-10	1er nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.20	0.20	A
	2do nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.20	0.20	
V-11	1er nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.20	0.20	A
V-12	1er nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.50	0.40	A
	2do al 6to	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.50	0.40	
V-13	1er nivel	Losa aligerada	Una dirección		0.20	B
	2do nivel	Losa aligerada	Una dirección		0.20	
V-14	1er nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.30	0.20	A
	2do nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.30	0.20	
V-15	1er nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.20	0.20	A
V-16	1er nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.40	0.20	A
	2do nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.40	0.20	
V-17	1er nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.50	0.50	A
	2do nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.20	0.50	
	3er nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.20	0.20	
V-18	1er nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.30	0.30	A
	2do nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.30	0.30	
	3er nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.20	0.20	
V-19	1er nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.20	0.50	A
	2do nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.20	0.50	
V-20	1er nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.20	0.40	C
	2do nivel	Losa aligerada	Ninguna			
	3er nivel	Losa aligerada	Ninguna			
V-21	1er nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.40	0.40	A
	2do nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.40	0.20	
V-22	1er nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.40	0.20	A
	2do nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.20	0.20	
V-23	1er nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.40	0.40	A
	2do nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.20	0.20	
V-24	1er nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.60	0.60	A



V-25	1er nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.20	0.20	A
	2do nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.20	0.20	
V-26	1er nivel	Losa aligerada	Una dirección	0.20		B
	2do nivel	Losa aligerada	Una dirección	0.20		
V-27	1er nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.20	0.20	A
	2do nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.20	0.20	
V-28	1er nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.20	0.50	A
	2do nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.20	0.20	
V-29	1er nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.40	0.40	C
	2do nivel	Losa aligerada	Ambas direcciones	0.20	0.20	
	3er nivel	Losa aligerada	Ninguna			

### 3.8.10. Análisis parámetro 10: Elementos no estructurales

En este parámetro se realizó la evaluación a elementos no estructurales tales como: parapetos, tabiques, tanques elevados, termas, etc. Se trata de un parámetro secundario para fines de evaluación de la vulnerabilidad.

En la Tabla 50 se observa si los parapetos, tabiques y alféizar poseen arriostramiento y se encuentran debidamente aislados, así como también la presencia de elementos que sean susceptibles al vuelco en caso de un evento sísmico. Para el resultado del parámetro 10, la clase a la que pertenece se sigue las recomendaciones del método de índice de vulnerabilidad que consiste en siempre irse al caso más crítico.

La obtención de los datos se realizó según la ficha de recolección de datos que se encuentran en el Anexo H. ficha de recolección de datos. Las viviendas evaluadas, en su mayoría poseen elementos susceptibles al vuelco y el más común entre ellos es su tanque elevado, se considera en el análisis como un elemento vulnerable al vuelco en caso no solo de un evento sísmico, debido a la gran altura en la que se encuentran y que no están debidamente fijados a la estructura.

**Tabla 50**

*Resultado parámetro 10.*

Vivienda	Parapetos, tabiques, alféizar	Elementos susceptibles al	
		vuelco	Clase
V-01	sin arriostramiento, sin aislamiento	tanque elevado	D
V-02	sin arriostramiento, sin aislamiento	tanque elevado	D
V-03	sin arriostramiento, sin aislamiento	no presenta	C
V-04	sin arriostramiento, sin aislamiento	tanque elevado	D
V-05	sin arriostramiento, aislado	tanque elevado	B
V-06	sin arriostramiento, sin aislamiento	tanque elevado	D
V-07	sin arriostramiento, sin aislamiento	tanque elevado y Ladrillos	D
V-08	sin arriostramiento, sin aislamiento	ladrillos	D
V-09	sin arriostramiento, sin aislamiento	tanque elevado	D
V-10	sin arriostramiento, sin aislamiento	tanque elevado	D
V-11	sin arriostramiento, sin aislamiento	tanque elevado	D
V-12	sin arriostramiento, aislado	tanque elevado	B
V-13	sin arriostramiento, sin aislamiento	ladrillos	D
V-14	sin arriostramiento, sin aislamiento	tanque elevado	D
V-15	sin arriostramiento, sin aislamiento	no presenta	C
V-16	sin arriostramiento, sin aislamiento	no presenta	C
V-17	sin arriostramiento, sin aislamiento	tanque elevado	D
V-18	sin arriostramiento, aislado	tanque elevado	B
V-19	sin arriostramiento, aislado	tanque elevado	B
V-20	sin arriostramiento, sin aislamiento	tanque elevado y Ladrillos	D
V-21	sin arriostramiento, aislado	tanque elevado	B
V-22	sin arriostramiento, sin aislamiento	no presenta	C

V-23	sin arriostramiento, sin aislamiento	no presenta	C
V-24	con arriostre, aislado	no presenta	A
V-25	sin arriostramiento, sin aislamiento	tanque elevado	D
V-26	sin arriostramiento, sin aislamiento	tanque elevado	D
V-27	sin arriostramiento, aislado	tanque elevado	B
V-28	sin arriostramiento, sin aislamiento	no presenta	C
V-29	sin arriostramiento, sin aislamiento	no presenta	C

### 3.8.11. Análisis parámetro 11: Estado de conservación

En este parámetro vimos el estado de conservación de la edificación, no deberá de estar expuesta a suelos o también a la humedad.

Los elementos de concreto armado no deberán de presentar cangrejeras que expongan el acero a sufrir corrosión debido al ambiente.

En la Tabla 51 se presenta las condiciones de los muros portantes de cada vivienda evaluada así como también la clase a la pertenece, en esta tabla está si sus muros portantes presentan fisuras y si presenta el ancho de fisura (mm).

**Tabla 51**

*Resultado parámetro 11.*

Vivienda	Muro portante			Clase
	Fisuras	Ancho de fisura (mm)	Eflorescencia	
V-01	No presenta		Parcialmente	C
V-02	Parcialmente	2	Parcialmente	C
V-03	Parcialmente	2	Parcialmente	C
V-04	No presenta		No	A
V-05	No presenta		Parcialmente	B



V-06	No presenta		No	A
V-07	Completamente	5	Parcialmente	D
V-08	Parcialmente	2	Parcialmente	C
V-09	Parcialmente	2	No presenta	C
V-10	No presenta		Parcialmente	B
V-11	Parcialmente	2	No presenta	C
V-12	No presenta		No presenta	A
V-13	Parcialmente	5	Parcialmente	D
V-14	Parcialmente	2	Parcialmente	C
V-15	Completamente	5	Parcialmente	D
V-16	Parcialmente	4	Completamente	D
V-17	No presenta		No presenta	B
V-18	No presenta		No presenta	B
V-19	No presenta		No presenta	B
V-20	Completamente	5	Parcialmente	D
V-21	No presenta		No presenta	A
V-22	Parcialmente	3	Parcialmente	C
V-23	No presenta		No presenta	A
V-24	Parcialmente	2	Parcialmente	C
V-25	Parcialmente	2	No presenta	C
V-26	Parcialmente	4	Parcialmente	D
V-27	No presenta		No presenta	B
V-28	Parcialmente	2	Parcialmente	C
V-29	Completamente	5	Parcialmente	D

---



### 3.9. CÁLCULO DEL PELIGRO SÍSMICO

Para el cálculo del peligro sísmico, primero se verá el historial sísmico en la región de Puno y qué intensidad tuvo en la ciudad de Juliaca, llegando así a la elaboración de la siguiente tabla.

**Tabla 52**

*Intensidad en Juliaca de los últimos sismos en el Perú.*

<b>Intensidad en Juliaca de los sismos en el Perú</b>					
<b>Fecha</b>	<b>Intensidad (mm)</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Prof.</b>	<b>Mag (Ms, Mb, Ml, Mw)</b>	<b>Dpto</b>
<b>31/03/1650</b>	<b>V</b>	<b>Puno</b>		<b>7.2</b>	<b>Puno</b>
9/04/1928		Carabaya	50	6.9	Puno
<b>15/01/1958</b>	<b>VII</b>	<b>Camaná</b>			<b>Arequipa</b>
<b>1/04/2014</b>	<b>IV</b>	<b>Iquique</b>		<b>8.2</b>	<b>Chile</b>
12/02/2015		Lampa	208	4.4	Puno
13/03/2015		Chucuito	190	4.7	Puno
28/03/2015		Lampa	185	4.1	Puno
22/04/2015		Chucuito	180	4.4	Puno
3/06/2015		El Collao	186	4.3	Puno
28/08/2015		El Collao	182.1	4.9	Puno
5/09/2015		Lampa	224	4.4	Puno
8/10/2015		El Collao	213	4.6	Puno
30/11/2015		Puno	50	3.5	Puno
16/06/2016		El Collao	165	4.3	Puno
<b>1/12/2016</b>	<b>VI</b>	<b>Lampa</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>Puno</b>
9/01/2019		Lampa	12	4	Puno



9/02/2019		Lampa	203	3.9	Puno
1/03/2019		Azángaro	265	7	Puno
20/03/2019		Lampa	226	4.6	Puno
12/11/2019		Lampa	213	5.1	Puno
<b>18/04/2020</b>	<b>II</b>	<b>Lampa</b>	<b>14</b>	<b>3.5</b>	<b>Puno</b>
<b>10/08/2020</b>	<b>III</b>	<b>Lampa</b>	<b>14</b>	<b>3.7</b>	<b>Puno</b>
<b>24/01/2021</b>	<b>III</b>	<b>Lampa</b>	<b>11</b>	<b>3.8</b>	<b>Puno</b>

*Fuente:* En la tabla 52, se presenta los datos de los sismos con mayor intensidad y magnitud entre los años 2015 – 2021.

La Peligrosidad sísmica es la probabilidad de que el valor de un cierto parámetro que mide el movimiento del suelo (intensidad, aceleración) sea superado en un determinado periodo de tiempo (t), también llamado periodo de exposición.

Como hizo Enriquez y Granda (2018) en su tesis de investigación, realizaron un proceso para el cálculo del peligro sísmico, que para el caso de Juliaca es con un periodo de retorno de 475 años para una magnitud de 6 ML y una intensidad de VI MM equivale a decir que: hay una probabilidad del 10% de que se produzca un sismo de igual o superior grado en un periodo de exposición (t) de 50 años o que la probabilidad anual (PA) de que ocurra un sismo de magnitud 6 ml Y intensidad de VI MM o superior es del 0.2% anual durante el periodo de años definido, para el cálculo se usó la siguiente fórmula.

$$E = 1 - \left(1 - \frac{1}{TR(a)}\right)^{Vu} \dots\dots\dots(3.1)$$

Donde: E % (probabilidad de excedencia) : 10%

TR (periodo de retorno) : 475 años

Vu (vida útil) : 50 años.

Así se puede concluir que Juliaca tiene como valor alto un sismo de magnitud 6 ML y una intensidad de VI MM como ya ocurrió en el año 2016 y ese sería el valor a tomar en cuenta como un sismo que tiene una probabilidad real de ocurrir a lo largo del tiempo, así también en los últimos 5 años ocurrieron sismos de magnitud 3.8 ML que podría considerarse un parámetro bajo en nuestro peligro sísmico.

**Tabla 53***Descripción del peligro sísmico en la ciudad de Juliaca*

Peligro sísmico	Descripción del sismo				
	Magnitud (ML)	Intensidad sísmica (MM)	Percepción del temblor	Daño en edificaciones mal construidas	Daño en edificaciones bien construidas
<b>Alto</b>	5.00 <	VII	Severo	Severo	Considerable
<b>Medio</b>	3.80 - 5.00	VI	Fuerte	Considerable	Leve
<b>Bajo</b>	3.00 - 3.80	IV	Leve	Leve	Ninguno

En la tabla 53 se coloca los límites que se considera para un sismo con una magnitud e intensidad determinada y el daño que puede ocasionar a las viviendas de la Urbanización 09 de Octubre.

### 3.10. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Después de la recolección de datos y su respectivo procesamiento, se consolida los resultados en la tabla 54, donde ya se coloca el índice de vulnerabilidad normalizado y el nivel de vulnerabilidad de cada vivienda, así como también las tipologías estructurales.

**Tabla 54**

*Índice de vulnerabilidad normalizado y vulnerabilidad de las viviendas evaluadas*

Vivienda	Tipología estructural	Parámetro											Ivn	Vulnerabilidad
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
V-01	SEHUAA	B	C	D	D	A	D	D	C	B	D	C	62.09%	Alta
V-02	SEHUAA	B	C	D	C	B	D	D	C	B	D	C	59.48%	Alta
V-03	SEHUAA1	B	B	A	C	A	C	A	C	A	C	C	19.61%	Baja
V-04	SEHUAI	C	B	D	D	A	D	C	C	A	D	A	49.02%	Alta
V-05	SEHUAA	C	B	B	C	A	D	A	C	A	B	B	21.24%	Media
V-06	SEHUAA	C	C	D	D	A	C	D	C	A	D	A	52.94%	Alta
V-07	SEHUAA	C	B	D	C	D	C	C	D	B	D	D	71.24%	Alta
V-08	SEHUAA	B	B	B	C	D	D	C	C	B	D	C	47.71%	Alta
V-09	SEHUAA	B	C	D	C	B	D	D	C	A	D	C	55.56%	Alta
V-10	SEHUAA	B	B	D	D	D	D	C	C	A	D	B	58.17%	Alta
V-11	SEHUAA1	B	B	A	C	A	B	A	C	A	D	C	18.30%	Baja
V-12	SEHUAI4	C	C	D	D	A	C	C	C	A	B	A	44.77%	Alta
V-13	SEHUAA	C	B	B	C	D	D	D	C	B	D	D	62.09%	Alta
V-14	SEHUAA	D	C	D	C	B	D	A	C	A	D	C	54.25%	Alta
V-15	SEHUAA1	D	B	A	C	D	D	A	C	A	C	D	49.67%	Alta
V-16	SEHUAA	D	B	D	D	A	C	C	D	A	C	D	64.71%	Alta
V-17	SEHUAI	D	C	D	C	C	D	A	D	A	D	B	52.94%	Alta
V-18	SEHUAA	B	C	D	C	A	D	A	C	A	B	B	34.31%	Media
V-19	SEHUAI	C	C	D	D	A	D	C	C	A	B	B	48.69%	Alta
V-20	SEHUAA	C	D	D	C	D	D	D	D	C	D	D	84.31%	Alta
V-21	SEHUAA	B	C	D	C	C	D	D	B	A	B	A	47.39%	Alta



V-22	SEHUAA	C	C	D	D	A	C	C	B	A	C	C	51.63%	Alta
V-23	SEHUAI	C	B	B	C	A	B	C	C	A	C	A	22.88%	Media
V-24	SEHUAA1	C	B	A	D	A	B	A	C	A	A	C	23.20%	Media
V-25	SEHUAA	B	C	D	C	B	C	C	B	A	D	C	46.41%	Alta
V-26	SEHUAA	C	B	B	C	D	C	A	C	B	D	D	47.71%	Alta
V-27	SEHUAA	B	C	D	C	A	D	A	C	A	B	B	34.31%	Media
V-28	SEHUAA	B	B	D	C	A	C	A	C	A	C	C	37.25%	Media
V-29	SEHUAA	B	C	D	C	D	D	D	D	C	C	D	77.78%	Alta

El índice de vulnerabilidad normalizado  $I_{vn}$  tiene su cálculo según la ecuación 2.3 que es el índice de vulnerabilidad  $I_v$  sobre 385.5 cuya ecuación es la 2.2.

El valor del 385.5 se detalla en el ítem 2.2.8.2.d. que es el valor máximo al que puede llegar el índice de vulnerabilidad, si todos los parámetros pertenecen a la clase D.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo se presenta el resultado del análisis de las 29 viviendas que nos sirve de punto de partida, para determinar la vulnerabilidad para cada tipología estructural que se define en la presente investigación y la elaboración del mapa de vulnerabilidad.

#### 4.1.RESULTADOS

Según la recolección de datos y su procesamiento que podemos observar en el capítulo anterior, se llega al consolidado de la tabla 54, esto representado en porcentajes según la vulnerabilidad, se puede observar en la Tabla 55.

**Tabla 55**

*Porcentajes del nivel de vulnerabilidad*

<b>Vulnerabilidad</b>	<b>Cant.</b>	<b>%</b>
Baja	2	6.90%
Media	6	20.69%
Alta	21	72.41%
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>100.00%</b>

Así también la evaluación de la vulnerabilidad sísmica estructural de las viviendas se ha ampliado a partir de los resultados del tamaño de muestra a la totalidad de viviendas; basado en la semejanza que existe entre viviendas de la misma tipología estructural, se elabora la tabla 56 que divide la vulnerabilidad obtenida según las 4 tipologías estructurales anteriormente presentadas.

La tabla 56 nos muestra la vulnerabilidad para las 29 viviendas evaluadas, sin embargo esta cantidad es la muestra representativa de un total de 1245 viviendas que pertenecen a la Urbanización 09 de Octubre, para determinar la vulnerabilidad se sigue el proceso del método del índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini que a la vez fue empleado por Sivincha y Mamani (2018), este procedimiento consiste en el análisis del resultado obtenido en cada parámetro y colocar la clase predominante para cada tipología estructural y así obtenemos el nivel de vulnerabilidad normalizado para cada tipología estructural.

**Tabla 56***Vulnerabilidad por tipología*

<b>Vulnerabilidad por tipología de las 29 viviendas evaluadas</b>									
<b>Tipología</b>	<b>SEHUAA1</b>		<b>SEHUAA</b>		<b>SEHUI</b>		<b>SEHUI4</b>		<b>Total</b>
<b>Vulnerabilidad</b>	<b>Cant.</b>	<b>%</b>	<b>Cant.</b>	<b>%</b>	<b>Cant.</b>	<b>%</b>	<b>Cant.</b>	<b>%</b>	
<b>Baja</b>	2	50.00%		0.00%		0.00%		0.00%	2
<b>Media</b>	1	25.00%	4	20.00%	1	25.00%		0.00%	6
<b>Alta</b>	1	25.00%	16	80.00%	3	75.00%	1	100.00%	21
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>100.00%</b>	<b>20</b>	<b>100.00%</b>	<b>4</b>	<b>100.00%</b>	<b>1</b>	<b>100.00%</b>	<b>29</b>

#### **4.1.1. Resultados por parámetro**

##### **4.1.1.1. Resultado parámetro 1: Organización del sistema resistente.**

En la tabla 57 se presenta la clasificación de las viviendas dentro de las clases A, B, C y D según cada tipología.

Para calificar el parámetro 01 organización del sistema resistente según cada tipología estructural, se tomará la clase que más números de vivienda tenga calificada, de esta manera se obtiene que, para la tipología SEHUAA1 pertenece a la Clase B,



SEHUAA pertenece a la clase B, SEHUAI pertenece a la clase C y SEHUAI4 pertenece a la clase C.

**Tabla 57**

*Resultados del análisis parámetro 1*

Clase	SEHUAA1		SEHUAA		SEHUAI		SEHUAI4	
	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%
<b>A</b>	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
<b>B</b>	2	50.00%	11	55.00%	0	0.00%	0	0.00%
<b>C</b>	1	25.00%	7	35.00%	3	75.00%	1	100.00%
<b>D</b>	1	25.00%	2	10.00%	1	25.00%	0	0.00%
<b>TOTA</b>								
<b>L</b>	<b>4</b>	<b>100.00%</b>	<b>20</b>	<b>100.00%</b>	<b>4</b>	<b>100.00%</b>	<b>1</b>	<b>100.00%</b>

**4.1.1.2. Resultado parámetro 2: Calidad del sistema resistente.**

En la tabla 58 se presenta las clases que se obtuvieron en el parámetro 2, según la tipología estructural a la que pertenecen, así se escoge la clase predominante para cada tipología estructural.

**Tabla 58**

*Resultados del análisis parámetro 2.*

CLASE	SEHUAA1		SEHUAA		SEHUAI		SEHUAI4	
	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%
<b>A</b>	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
<b>B</b>	4	100.00%	8	40.00%	2	50.00%	0	0.00%
<b>C</b>	0	0.00%	11	55.00%	2	50.00%	1	100.00%
<b>D</b>	0	0.00%	1	5.00%	0	0.00%	0	0.00%
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>100.00%</b>	<b>20</b>	<b>100.00%</b>	<b>4</b>	<b>100.00%</b>	<b>1</b>	<b>100.00%</b>



De la tabla 58 se puede deducir que las viviendas de tipología SEHUA1 pertenecen a la clase B, SEHUA pertenecen a la clase C, SEHUI pertenecen a la clase B y las viviendas de tipología SEHUI4 pertenecen a la clase C.

#### 4.1.1.3. Resultado parámetro 3: Resistencia convencional.

En la tabla 59 se presenta las clases que se obtuvieron en el parámetro 3, según la tipología estructural a la que pertenecen.

**Tabla 59**

*Resultados del análisis parámetro 3.*

CLASE	SEHUA1		SEHUA		SEHUI		SEHUI4	
	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%
A	4	100.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
B	0	0.00%	4	20.00%	1	25.00%	0	0.00%
C	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
D	0	0.00%	16	80.00%	3	75.00%	1	100.00%
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>100.00%</b>	<b>20</b>	<b>100.00%</b>	<b>4</b>	<b>100.00%</b>	<b>1</b>	<b>100.00%</b>

De la tabla se puede deducir que las viviendas de tipología SEHUA1 pertenecen a la clase A, SEHUA pertenecen a la clase D, SEHUI pertenecen a la clase D y las viviendas de tipología SEHUI4 pertenecen a la clase D.

#### 4.1.1.4. Resultado parámetro 4: Posición del edificio y de la cimentación.

En la tabla 60 se presenta las clases que se obtuvieron en el parámetro 4, según la tipología estructural a la que pertenecen.

**Tabla 60**

*Resultados del análisis parámetro 4*

CLASE	SEHUAA1		SEHUAA		SEHUAI		SEHUAI4	
	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%
A	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
B	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
C	3	75.00%	15	75.00%	2	50.00%	0	0.00%
D	1	25.00%	5	25.00%	2	50.00%	1	100.00%
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>100.00%</b>	<b>20</b>	<b>100.00%</b>	<b>4</b>	<b>100.00%</b>	<b>1</b>	<b>100.00%</b>

De la tabla 60 se puede deducir que las viviendas de tipología SEHUAA1 pertenecen a la clase C, SEHUAA pertenecen a la clase C, SEHUAI pertenecen a la clase D y las viviendas de tipología SEHUAI4 pertenecen a la clase D.

#### 4.1.1.5. Resultado parámetro 5: Diafragmas horizontales

En la tabla 61 se presenta las clases que se obtuvieron en el parámetro 5, según la tipología estructural a la que pertenecen, así se escoge la clase predominante para cada tipología estructural.

**Tabla 61**

*Resultados del análisis parámetro 5*

CLASE	SEHUAA1		SEHUAA		SEHUAI		SEHUAI4	
	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%
A	3	75.00%	8	40.00%	3	75.00%	1	100.00%
B	0	0.00%	4	20.00%	0	0.00%	0	0.00%
C	0	0.00%	1	5.00%	1	25.00%	0	0.00%
D	1	25.00%	7	35.00%	0	0.00%	0	0.00%
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>100.00%</b>	<b>20</b>	<b>100.00%</b>	<b>4</b>	<b>100.00%</b>	<b>1</b>	<b>100.00%</b>

De la tabla se puede deducir que las viviendas de tipología SEHUA1 pertenecen a la clase A, SEHUA pertenecen a la clase A, SEHUI pertenecen a la clase A y las viviendas de tipología SEHUI4 pertenecen a la clase A.

#### 4.1.1.6. Resultado parámetro 6: Configuración en planta.

En la tabla 62 se presenta las clases que se obtuvieron en el parámetro 6, según la tipología estructural a la que pertenecen, así se escoge la clase predominante para cada tipología estructural.

**Tabla 62**  
*Resultados del análisis parámetro 6*

CLASE	SEHUA1		SEHUA		SEHUI		SEHUI4	
	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%
A	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
B	2	50.00%	0	0.00%	1	25.00%	0	0.00%
C	1	25.00%	7	35.00%	0	0.00%	1	100.00%
D	1	25.00%	13	65.00%	3	75.00%	0	0.00%
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>100.00%</b>	<b>20</b>	<b>100.00%</b>	<b>4</b>	<b>100.00%</b>	<b>1</b>	<b>100.00%</b>

De la tabla se puede deducir que las viviendas de tipología SEHUA1 pertenecen a la clase B, SEHUA pertenecen a la clase D, SEHUI pertenecen a la clase D y las viviendas de tipología SEHUI4 pertenecen a la clase C.

#### 4.1.1.7. Resultado parámetro 7: Configuración en elevación.

En la tabla 63 se presenta las clases que se obtuvieron en el parámetro 7, según la tipología estructural a la que pertenecen, así se escoge la clase predominante para cada tipología estructural.

**Tabla 63***Resultados del análisis parámetro 7*

CLASE	SEHUAA1		SEHUAA		SEHUAI		SEHUAI4	
	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%
A	4	100.00%	6	30.00%	1	25.00%	0	0.00%
B	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
C	0	0.00%	6	30.00%	3	75.00%	1	100.00%
D	0	0.00%	8	40.00%	0	0.00%	0	0.00%
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>100.00%</b>	<b>20</b>	<b>100.00%</b>	<b>4</b>	<b>100.00%</b>	<b>1</b>	<b>100.00%</b>

De la tabla se puede deducir que las viviendas de tipología SEHUAA1 pertenecen a la clase A, SEHUAA pertenecen a la clase D, SEHUAI pertenecen a la clase C y las viviendas de tipología SEHUAI4 pertenecen a la clase C.

#### 4.1.1.8. Resultado parámetro 8: Distancia máxima entre columnas.

En la tabla 64 se presenta las clases que se obtuvieron en el parámetro 8, según la tipología estructural a la que pertenecen, así se escoge la clase predominante para cada tipología estructural.

**Tabla 64***Resultados del análisis parámetro 8*

CLASE	SEHUAA1		SEHUAA		SEHUAI		SEHUAI4	
	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%
A	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
B	0	0.00%	3	15.00%	0	0.00%	0	0.00%
C	4	100.00%	13	65.00%	3	75.00%	1	100.00%
D	0	0.00%	4	20.00%	1	25.00%	0	0.00%
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>100.00%</b>	<b>20</b>	<b>100.00%</b>	<b>4</b>	<b>100.00%</b>	<b>1</b>	<b>100.00%</b>

De la tabla 64 se puede deducir que las viviendas de tipología SEHUA1 pertenecen a la clase C, SEHUA pertenecen a la clase C, SEHUI pertenecen a la clase C y las viviendas de tipología SEHUI4 pertenecen a la clase C.

#### 4.1.1.9. Resultado parámetro 9: Tipo de cubierta.

En la tabla 65 se presenta las clases que se obtuvieron en el parámetro 9, según la tipología estructural a la que pertenecen, así se escoge la clase predominante para cada tipología estructural.

**Tabla 65**  
*Resultados del análisis parámetro 9*

CLASE	SEHUA1		SEHUA		SEHUI		SEHUI4	
	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%
A	4	100.00%	12	60.00%	4	100.00%	1	100.00%
B	0	0.00%	6	30.00%	0	0.00%	0	0.00%
C	0	0.00%	2	10.00%	0	0.00%	0	0.00%
D	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>100.00%</b>	<b>20</b>	<b>100.00%</b>	<b>4</b>	<b>100.00%</b>	<b>1</b>	<b>100.00%</b>

De la tabla se puede deducir que las viviendas de tipología SEHUA1 pertenecen a la clase A, SEHUA pertenecen a la clase A, SEHUI pertenecen a la clase A y las viviendas de tipología SEHUI4 pertenecen a la clase A.

#### 4.1.1.10. Resultado parámetro 10: Elementos no estructurales.

En la tabla 66 se presenta las clases que se obtuvieron en el parámetro 10, según la tipología estructural a la que pertenecen.

**Tabla 66***Resultados del análisis parámetro 10*

CLASE	SEHUAA1		SEHUAA		SEHUAI		SEHUAI4	
	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%
A	1	25.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
B	0	0.00%	4	20.00%	1	25.00%	1	100.00%
C	2	50.00%	4	20.00%	1	25.00%	0	0.00%
D	1	25.00%	12	60.00%	2	50.00%	0	0.00%
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>100.00%</b>	<b>20</b>	<b>100.00%</b>	<b>4</b>	<b>100.00%</b>	<b>1</b>	<b>100.00%</b>

Se puede deducir que las viviendas de tipología SEHUAA1 pertenecen a la clase C, SEHUAA pertenecen a la clase D, SEHUAI pertenecen a la clase D y las viviendas de tipología SEHUAI4 pertenecen a la clase B.

#### 4.1.1.11. Resultado parámetro 11: Estado de conservación.

En la tabla 67 se presenta las clases que se obtuvieron en el parámetro 11, según la tipología estructural a la que pertenecen, así se escoge la clase predominante para cada tipología estructural.

**Tabla 67***Resultados del análisis parámetro 11*

CLASE	SEHUAA1		SEHUAA		SEHUAI		SEHUAI4	
	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%
A	0	0.00%	2	10.00%	2	50.00%	1	100.00%
B	0	0.00%	4	20.00%	2	50.00%	0	0.00%
C	3	75.00%	8	40.00%	0	0.00%	0	0.00%
D	1	25.00%	6	30.00%	0	0.00%	0	0.00%
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>100.00%</b>	<b>20</b>	<b>100.00%</b>	<b>4</b>	<b>100.00%</b>	<b>1</b>	<b>100.00%</b>

Se puede deducir que las viviendas de tipología SEHUAA1 pertenecen a la clase C, SEHUAA pertenecen a la clase C, SEHUAI pertenecen a la clase B y las viviendas de tipología SEHUAI4 pertenecen a la clase A.

#### 4.1.2. Índice de vulnerabilidad

**Tabla 68**

*Índice de vulnerabilidad según tipología estructural*

Nº	Parámetro	SEHUAA1				SEHUAA				SEHUAI				SEHUAI4			
		Clase	Ki	Wi	Ki*Wi	Clase	Ki	Wi	Ki*Wi	Clase	Ki	Wi	Ki*Wi	Clase	Ki	Wi	Ki*Wi
1	Organización del sistema resistente	B	5	1.00	5	B	5	1.00	5	C	20	1.00	20	C	20	1.00	20
2	Calidad del sistema resistente	B	5	0.25	1.25	C	25	0.25	6.25	B	5	0.25	1.25	C	25	0.25	6.25
3	Resistencia Convencional	A	0	1.50	0	D	45	1.50	67.5	D	45	1.50	67.5	D	45	1.50	67.5
4	Posición del edificio y cimentación	C	25	0.75	18.75	C	25	0.75	18.75	C	25	0.75	18.75	C	25	0.75	18.75
5	Diafragmas horizontales	A	0	1.00	0	A	0	1.00	0	A	0	1.00	0	A	0	1.00	0
6	Configuración en planta	B	5	0.50	2.5	D	45	0.50	22.5	D	45	0.50	22.5	C	25	0.50	12.5
7	Configuración en elevación	A	0	1.00	0	D	45	1.00	45	C	25	1.00	25	C	25	1.00	25
8	Separación máxima entre muros	C	25	0.25	6.25	C	25	0.25	6.25	C	25	0.25	6.25	C	25	0.25	6.25
9	Tipo de cubierta	A	0	1.00	0	A	0	1.00	0	A	0	1.00	0	A	0	1.00	0
10	Elementos no estructurales	C	25	0.25	6.25	D	45	0.25	11.25	D	45	0.25	11.25	B	0	0.25	0
11	Estado de conservación	C	25	1.00	25	C	25	1.00	25	B	5	1.00	5	A	0	1.00	0
	Iv	$\sum Ki*Wi$				$\sum Ki*Wi$				$\sum Ki*Wi$				$\sum Ki*Wi$			
	Ivn	$\sum Ki*Wi/382.5$				$\sum Ki*Wi/382.5$				$\sum Ki*Wi/382.5$				$\sum Ki*Wi/382.5$			

Es el resultado de la clase predominante según las tipologías estructurales, esto se expresa en la tabla 68 donde se tiene el índice de vulnerabilidad e índice de vulnerabilidad normalizado para cada tipología estructural.

Del resultado de análisis de la tabla 68 se puede deducir lo siguiente:

- Viviendas de sistema estructural híbrido con unidades de albañilería artesanal de 1 nivel, tiene un índice de vulnerabilidad de 65 Iv y un índice de vulnerabilidad normalizado de 16.99% dándonos así un nivel de vulnerabilidad bajo.
- Viviendas de sistema estructural híbrido con unidades de albañilería artesanal de 2 niveles a más tiene un índice de vulnerabilidad de 207.5 Iv, un índice de vulnerabilidad normalizado de 54.25 % dándonos así un nivel de vulnerabilidad alto.



- Viviendas de sistema estructural híbrido con unidades de albañilería industrial de 1 a 3 niveles tienen un índice de vulnerabilidad de 192.5  $I_v$  y un índice de vulnerabilidad normalizado de 50.33 % dándonos así un nivel de vulnerabilidad alto.
- Viviendas de sistema estructural híbrido con unidades de albañilería industrial de 4 niveles a más tienen un índice de vulnerabilidad de 171.25  $I_v$  y un índice de vulnerabilidad normalizado 44.77 % dándonos así un nivel de vulnerabilidad alto.
- Dándonos así un total de 336 viviendas cuya vulnerabilidad es baja, que pertenecen a la tipología estructural de SEHUA1 y un total 857 viviendas cuya vulnerabilidad es alta, que pertenecen a las tipologías estructurales SEHUA, SEHUA1 y SEHUA4.
- La Urbanización 09 de Octubre cuenta con 52 lotes vacíos sin construcción y 1193 viviendas construidas, dando un total de 1245 viviendas y 42 manzanas.

#### 4.1.3. Riesgo sísmico

Para determinar el resultado del riesgo sísmico en base los datos obtenidos se usará el método empleado por Enriquez y Granda (2018).

Como ya se definió en la presente investigación se clasificó el peligro sísmico de la siguiente manera:

- Bajo: Magnitud de 3.00 a 3.80 ML y una intensidad de IV MM
- Media: Magnitud de 3.80 a 5.00 ML y una intensidad de V MM.
- Alto: Magnitud mayor a 5.00 ML y una intensidad mayor a VI MM.





El tipo de edificación el cual puede variar en su vulnerabilidad ante un sismo de acuerdo a los once parámetros evaluados por el método de índice de vulnerabilidad.

Como ya se definió en la presente investigación se clasificó la vulnerabilidad sísmica de la siguiente manera:

- Bajo: 26.99 % del total de las viviendas.
- Medio: 0 % del total de las viviendas.
- Alto: 68.83 % del total de las viviendas.

Sin embargo, estos porcentajes son del total de las viviendas y los lotes vacíos de la Urbanización 09 de Octubre, para el cálculo del riesgo sísmico se debe de considerar solo las viviendas construidas y nos dará el siguiente porcentaje:

- Bajo: 28.16 % del total de las viviendas construidas.
- Medio: 0 % del total de las viviendas construidas.
- Alto: 71.84 % del total de las viviendas construidas.

En el caso en particular del riesgo sísmico, se denomina así a la combinación del peligro sísmico con la vulnerabilidad y la posibilidad que se produzcan daños, debido a movimientos sísmicos en un periodo determinado.

Matemáticamente se expresa el riesgo como:  $Riesgo = Peligro \times Vulnerabilidad$

De esta manera se obtiene el siguiente cuadro de doble entrada, los grados de peligro y vulnerabilidad sísmicos darán un grado de riesgo sísmico.

La tabla 69 es el cálculo del riesgo sísmico como resultado del peligro sísmico y la vulnerabilidad sísmica, de esto se puede deducir lo siguiente:

- Para un peligro sísmico bajo, el porcentaje de su riesgo sísmico es de 100 % bajo.
- Para un peligro sísmico medio, el porcentaje de su riesgo sísmico es de 28.16 % bajo y 71.84 % alto.
- Para un peligro sísmico alto, el porcentaje de su riesgo sísmico es de 100 % alto.

**Tabla 69**

*Riesgo sísmico de la Urbanización 09 de Octubre*

Riesgo sísmico		Vulnerabilidad sísmica		
		Bajo (28.16%)	Medio (0 %)	Alto (71.84 %)
Peligro sísmico	Bajo (magnitud de 3.00 a 3.80 ml)	50 %	50 %	0 %
	Medio (magnitud de 3.80 a 5.00 ML)	28.16 %	0 %	71.84 %
	Alto (magnitud mayor a 5.00 ML)	0 %	50 %	50%

#### 4.2.DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente investigación nos indica que la Urbanización 09 de Octubre de la ciudad de Juliaca, cuyo sistema estructural es híbrido (pórticos de concreto armado y albañilería confinada), así su construcción posea unidades de albañilería de tipo artesanal y/o industrial, si superan los dos niveles tienen una vulnerabilidad alta y si la vivienda solo posee un nivel su vulnerabilidad es baja.

Las viviendas cuya tipología es el sistema estructural híbrido con unidades de albañilería artesanal de 1 nivel (SEHUAA1).



- En su parámetro 1 (organización del sistema resistente) me indica que sus muros portantes solo están distribuidos de manera simétrica en una sola dirección.
- En su parámetro 2 (calidad del sistema resistente) me indica que la vivienda cumple con las recomendaciones de la norma E-070 y el mortero de su junta no cumple con el espesor uniforme y es mayor a 15 mm.
- En su parámetro 3 (resistencia convencional) me indica que su relación A/B es mayor a 1 en ambos sentidos.
- En su parámetro 4 (posición del edificio y cimentación) me indica que la vivienda tiene un suelo tipo S3 suelo blando y está ubicado en una zona intermedia.
- En su parámetro 5 (diafragmas horizontales) me indica que la relación largo/ancho no excede 4 y no presenta planos a desnivel.
- En su parámetro 6 (configuración en planta) tiene un rango de  $0.6 \leq \beta_1 < 0.8$  ó  $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$  según el método de índice de vulnerabilidad.
- En su parámetro 7 (configuración en elevación) tiene un rango de  $\pm \frac{DM}{M} < 10\%$  y una  $I_a=1.00$ .
- En su parámetro 8 (separación máxima entre muros) tiene un rango de  $24 \leq \frac{L}{S} < 33.33$  para muros de soga con ladrillo sólido industrial, de  $27.7 \leq \frac{L}{S} < 38.46$  para muros de soga con ladrillo sólido Artesanal, de  $14.4 \leq \frac{L}{S} < 20$  para muros de cabeza con ladrillo sólido Industrial y de  $18 \leq \frac{L}{S} < 25$  para muros de cabeza con ladrillo sólido Artesanal.



- En su parámetro 9 (tipo de cubierta) me indica que las viviendas poseen un diafragma rígido y vigas de amarre en ambas direcciones.
- En su parámetro 10 (elementos no estructurales) me indica que las viviendas no poseen una correcta conexión entre sus parapetos, tabiques en voladizo y el diafragma y que no presentan elementos susceptibles al vuelco.
- En su parámetro 11 (estado de conservación) me indica que sus muros portantes poseen lesiones de entre 2 a 3 milímetros de ancho y que la vivienda posee un estado de conservación mediocre.

Las viviendas cuya tipología es sistema estructural híbrido con unidades de albañilería artesanal de 2 niveles a mas (SEHUAA).

- En su parámetro 1 (organización del sistema resistente) me indica que sus muros portantes solo están distribuidos de manera simétrica en una sola dirección.
- En su parámetro 2 (calidad del sistema resistente) indica que la vivienda supera los dos niveles con unidades de albañilería de tipo sólido artesanal en sus muros portantes o cualquier otro tipo de ladrillo no recomendado por la E-070 y el mortero de su junta no cumple con el espesor uniforme y es mayor a 15 mm.
- En su parámetro 3 (resistencia convencional) indica que la relación A/B es menor a 0.90 en el eje X-X y en el eje Y-Y, esto se representa que la cortante basal es mayor a la cortante de cada nivel de la vivienda.
- En su parámetro 4 (posición del edificio y cimentación) me indica que la vivienda tiene un suelo tipo S3 suelo blando y está ubicado en una zona intermedia.



- En su parámetro 5 (diafragmas horizontales) me indica que la relación largo/ancho no excede 4 y no presenta planos a desnivel.
- En su parámetro 6 (configuración en planta) tiene un rango de  $\beta_1 < 0.4$  ó  $0.3 < \beta_2$  según el método de índice de vulnerabilidad.
- En su parámetro 7 (configuración en elevación) tiene un rango de  $20\% < \pm \frac{DA}{A}$  ó  $0 < \pm \frac{DM}{M}$  ó  $\frac{T}{H} > \frac{2}{3}$  según el método del índice de vulnerabilidad.
- En su parámetro 8 (separación máxima entre muros) tiene un rango de  $24 \leq \frac{L}{S} < 33.33$  para muros de sogá con ladrillo sólido industrial, de  $27.7 \leq \frac{L}{S} < 38.46$  para muros de sogá con ladrillo sólido artesanal, de  $14.4 \leq \frac{L}{S} < 20$  para muros de cabeza con ladrillo sólido industrial y de  $18 \leq \frac{L}{S} < 25$  para muros de cabeza con ladrillo sólido artesanal.
- En su parámetro 9 (tipo de cubierta) me indica que las viviendas poseen un diafragma rígido y vigas de amarre en ambas direcciones.
- En su parámetro 10 (elementos no estructurales) me indica que las viviendas no poseen una correcta conexión entre sus parapetos, tabiques en voladizo y el diafragma y presentan elementos susceptibles al vuelco como tanques elevados.
- En su parámetro 11 (estado de conservación) me indica que sus muros portantes poseen lesiones de entre 2 a 3 milímetros de ancho y que la vivienda posee un estado de conservación mediocre.

Las viviendas cuya tipología es sistema estructural híbrido con unidades de albañilería industrial de 1 a 3 niveles (SEHUI).



- En su parámetro 1 (organización del sistema resistente) me indica que sus muros portantes solo están distribuidos de manera simétrica en una sola dirección.
- En su parámetro 2 (calidad del sistema resistente) me indica que la vivienda cumple con las recomendaciones de la norma E-070 y el mortero de su junta no cumple con el espesor uniforme y es mayor a 15 mm.
- En su parámetro 3 (resistencia convencional) indica que la relación A/B es menor a 0.90 en el eje X-X y en el eje Y-Y, esto se representa que la cortante basal es mayor a la cortante de cada nivel de la vivienda.
- En su parámetro 4 (posición del edificio y cimentación) me indica que la vivienda tiene un suelo tipo S3 suelo blando y está ubicado en una zona intermedia.
- En su parámetro 5 (diafragmas horizontales) me indica que la relación largo/ancho no excede 4 y no presenta planos a desnivel.
- En su parámetro 6 (configuración en planta) tiene un rango de  $\beta_1 < 0.4$  ó  $0.3 < \beta_2$  según el método de índice de vulnerabilidad.
- En su parámetro 7 (configuración en elevación) tiene un rango de  $10\% \leq \pm \frac{DA}{A} < 20\%$  ó  $20\% < \pm \frac{DM}{M}$  ó  $\frac{T}{H} < \frac{2}{3}$  según el método de índice de vulnerabilidad.
- En su parámetro 8 (separación máxima entre muros) tiene un rango de  $24 \leq \frac{L}{S} < 33.33$  para muros de soga con ladrillo Sólido Industrial, de  $27.7 \leq \frac{L}{S} < 38.46$  para muros de soga con ladrillo sólido Artesanal, de  $14.4 \leq \frac{L}{S} < 20$  para muros de cabeza con ladrillo sólido Industrial y de  $18 \leq \frac{L}{S} < 25$  para muros de cabeza con ladrillo sólido Artesanal.



- En su parámetro 9 (tipo de cubierta) me indica que las viviendas poseen un diafragma rígido y vigas de amarre en ambas direcciones.
- En su parámetro 10 (elementos no estructurales) me indica que las viviendas no poseen una correcta conexión entre sus parapetos, tabiques en voladizo y el diafragma y presentan elementos susceptibles al vuelco como tanques elevados.
- En su parámetro 11 (estado de conservación) me indica que sus muros portantes presentan lesiones capilares no extendidas y unidades de albañilería sin rasgos de eflorescencia, protegidos por sobrecimientos.

Las viviendas cuya tipología es sistema estructural híbrido con unidades de albañilería industrial de 4 niveles a más. (SEHUI4).

- En su parámetro 1 (organización del sistema resistente) me indica que sus muros portantes solo están distribuidos de manera simétrica en una sola dirección.
- En su parámetro 2 (calidad del sistema resistente) indica que por el tamaño de la edificación esta no cumple con las recomendaciones dadas por la E-070 y el mortero de su junta no cumple con el espesor uniforme y es mayor a 15 mm.
- En su parámetro 3 (resistencia convencional) indica que la relación A/B es menor a 0.90 en el eje X-X y en el eje Y-Y, esto se representa que la cortante basal es mayor a la cortante de cada nivel de la vivienda.
- En su parámetro 4 (posición del edificio y cimentación) me indica que la vivienda tiene un suelo tipo S3 suelo blando y está ubicado en una zona intermedia.
- En su parámetro 5 (diafragmas horizontales) me indica que la relación largo/ancho no excede 4 y no presenta planos a desnivel.



- En su parámetro 6 (configuración en planta) tiene un rango de  $0.4 \leq \beta_1 < 0.6$  ó  $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$  según el método de índice de vulnerabilidad.
- En su parámetro 7 (configuración en elevación) tiene un rango de  $10\% \leq \pm \frac{DA}{A} < 20\%$  ó  $20\% < \pm \frac{DM}{M}$  ó  $\frac{T}{H} < \frac{2}{3}$  según el método de índice de vulnerabilidad.
- En su parámetro 8 (separación máxima entre muros) tiene un rango de  $24 \leq \frac{L}{S} < 33.33$  para muros de sogá con ladrillo Sólido Industrial, de  $27.7 \leq \frac{L}{S} < 38.46$  para muros de sogá con ladrillo sólido Artesanal, de  $14.4 \leq \frac{L}{S} < 20$  para muros de cabeza con ladrillo sólido Industrial y de  $18 \leq \frac{L}{S} < 25$  para muros de cabeza con ladrillo sólido Artesanal.
- En su parámetro 9 (tipo de cubierta) me indica que las viviendas poseen un diafragma rígido y vigas de amarre en ambas direcciones.
- En su parámetro 10 (elementos no estructurales) me indica que las viviendas poseen una correcta conexión entre sus parapetos, tabiques en voladizo y el diafragma y que presentan elementos susceptibles al vuelco como tanques elevados.
- En su parámetro 11 (estado de conservación) me indica que sus muros portantes se encuentran en buenas condiciones, sin daños visibles y unidades de albañilería sin rasgos de eflorescencia, protegidos por sobrecimientos.

#### 4.2.1. Discusión frente a otras investigaciones

La presente tesis tuvo como finalidad realizar un análisis de la vulnerabilidad sísmica en la Urbanización 09 de Octubre de la ciudad de Juliaca.





La investigación de Ccoarite (2020), indica que la vulnerabilidad sísmica en viviendas informales en la ciudad de Juliaca es de 28% de las viviendas construidas informalmente en la ciudad de Juliaca tiene un grado de vulnerabilidad baja, 36% tiene un grado de vulnerabilidad media y 36% tiene un grado de vulnerabilidad alta. En cuanto a los resultados obtenidos en la presente investigación se concluye que el 28.16% de las viviendas tiene una vulnerabilidad baja y el 71.84% tiene una vulnerabilidad alta, lo cual indica que mas del 70% de las viviendas tiene una vulnerabilidad alta, en este caso no es posible afirmar estos resultados, debido a que su análisis recae únicamente en su unidad de albañilería, si es de origen artesanal o industrial.

También encontramos el estudio de Illacutipa & Illacutipa (2019) donde se concluye que para edificaciones de albañilería industrial se espera que el 3.45% de dos pisos y el 9.98% de tres pisos colapsen, mientras que para las edificaciones de albañilería artesanal se espera que el 27.55% de dos pisos y el 50.08% de tres pisos colapsen, ante un evento sísmico. En la presente investigación vemos que para un evento sísmico solo las viviendas de primer nivel no colapsarían, esto es independientemente de su unidad de albañilería, con lo cual deducimos que, la diferencia entre estas investigaciones recae en el tipo de análisis, si bien en el método de índice de vulnerabilidad se considera el tipo de unidad de albañilería también se considera otros parámetros que ayuda a precisar más la vulnerabilidad sísmica.

También encontramos el estudio de Enriquez & Granda (2018), quienes concluyen que el 48% de las viviendas presenten una vulnerabilidad alta, 34% vulnerabilidad media y solo el 18% una vulnerabilidad baja según el método de Benedetti Pettrini, la variación con respecto a los resultados reside en las viviendas que se analiza, siendo en este caso el análisis solo en viviendas de un solo nivel, por otro lado la Urbanización 09 de Octubre cuenta con viviendas de hasta siete niveles,



umentando así la vulnerabilidad sísmica en la zona de estudio. En función a la discusión frente a otras investigaciones, se verifica que el método de índice de la vulnerabilidad de Benedetti y Petrini por ser amplio y tener hasta 11 parámetros de evaluación nos da resultados más realistas, siendo así un método muy práctico para planes de prevención por parte de las autoridades locales y los vecinos de la Urbanización 09 de Octubre de la ciudad de Juliaca.

#### **4.2.2. Cumplimiento de objetivos**

En el ítem 1.5 Objetivos de la investigación, se planteó los objetivos que se cumplió con la presente investigación. A continuación, se verifica el cumplimiento de los objetivos según la metodología empleada.

##### **4.2.2.1. Cumplimiento del objetivo general.**

- Según el análisis de la vulnerabilidad de las viviendas construidas que pertenecen a la Urbanización 09 de Octubre se logró ver que el 28.16 % de las viviendas tienen una vulnerabilidad baja, el 71.84 % de las viviendas tiene una vulnerabilidad alta.

##### **4.2.2.2. Cumplimiento de los objetivos específicos.**

- Además el índice de vulnerabilidad obtenido para viviendas con un sistema estructural híbrido con unidades de albañilería artesanal de 1 nivel es de 65 Iv, para viviendas cuya tipología estructural sea sistema estructural híbrido con unidades de albañilería artesanal de 2 niveles a más es de 207.5 Iv, para viviendas cuya tipología estructural sea sistema estructural híbrido con unidades de albañilería industrial de 1 a 3 niveles es de 192.5 Iv y para viviendas cuya tipología



estructural sea sistema estructural híbrido con unidades de albañilería industrial de 4 niveles a más es de 171.25 Iv.

- Con el cálculo del riesgo sísmico se usó tanto el peligro sísmico, como la vulnerabilidad de donde se obtuvo que, para un peligro sísmico bajo presentan un riesgo sísmico bajo del 100%, para un peligro sísmico medio las viviendas presentan un porcentaje de riesgo sísmico de 28.16 % bajo y 71.85 % alto y para un peligro sísmico alto el riesgo sísmico es del 100% alto.
- La elaboración del mapa de vulnerabilidad es en base al índice de vulnerabilidad normalizado y se pudo obtener que toda vivienda que sea de 1 nivel tiene un índice de vulnerabilidad normalizado menor al 20% y el resto de las viviendas mayor a 40%, esto se traduce según la tabla 2, rangos de vulnerabilidad en que las viviendas de 1 nivel poseen una vulnerabilidad baja y el resto de las viviendas poseen una vulnerabilidad alta.

#### **4.2.3. Prueba de hipótesis**

En el ítem 1.3 hipótesis de la investigación, se planteó las hipótesis de esta investigación. A continuación, se verifica el cumplimiento de los objetivos según la metodología empleada.

##### **4.2.3.1. Prueba de hipótesis específicas.**

- El índice de vulnerabilidad de las viviendas construidas de la Urbanización 09 de Octubre es de 65 Iv para viviendas de un solo nivel y mayor a 171.24 Iv para el resto de viviendas de la urbanización, siendo así el índice de vulnerabilidad mayor a 150 Iv planteada en la hipótesis.



- El riesgo sísmico, para peligro sísmico medio las viviendas presentan un porcentaje de riesgo sísmico de 28.16 % bajo y 71.85 % alto y para un peligro sísmico alto el riesgo sísmico es del 100% alto, siendo así que para un peligro sísmico medio y alto su riesgo sísmico es alto.
- El índice de vulnerabilidad normalizado, es mayor a 40% en el 71.84 % del total de las viviendas, cumpliendo así con la hipótesis que indica que más del 50 % de las viviendas presentan un índice de vulnerabilidad normalizado mayor al 40%.

#### **4.2.3.2. Prueba de hipótesis general.**

- Las viviendas híbridas autocontruidas de la Urbanización 09 de Octubre de la ciudad de Juliaca, tienen una vulnerabilidad sísmica de 28.16% de las viviendas bajo y 71.84% de las viviendas alto, cumpliendo así con la hipótesis general que indica que las viviendas tienen una vulnerabilidad sísmica que va entre medio a alto.



## V. CONCLUSIONES

- Del objetivo general se determinó que, el 71.84 % del total de las viviendas poseen una vulnerabilidad alta y solo el 28.16 % del total de las viviendas posee una vulnerabilidad baja, esto nos indica que la Urbanización 09 de Octubre de la ciudad de Juliaca tienen una vulnerabilidad alta frente a un futuro evento sísmico.
- Del primer objetivo específico se determinó que, solo las viviendas de un nivel poseen un índice de vulnerabilidad de 60 Iv y el índice de vulnerabilidad para el resto de viviendas es mayor a 171.25 Iv, esto debido a que las viviendas de un nivel poseen una adecuada configuración en planta y configuración en elevación, calidad del sistema resistente y una adecuada resistencia convencional frente a eventos sísmicos.
- Del segundo objetivo específico se determinó que, las viviendas de la Urbanización 09 de Octubre de la ciudad de Juliaca, para un peligro sísmico de 3.00 ML a 3.80 ML las viviendas de la urbanización no sufrirían un colapso en su estructura, para un peligro sísmico de 3.80 ML a 5.00 ML el 28.16% de las viviendas no colapsarían y el 71.85% de las viviendas colapsaría, y para un peligro sísmico mayor a 5.00 ML el 100% de las viviendas de la urbanización colapsarían.
- Del tercer objetivo específico se determinó que, las viviendas de un solo nivel tienen un índice de vulnerabilidad normalizado de 16.99%, el resto de las viviendas poseen un índice de vulnerabilidad normalizado mayor a 40%, esto se representa que solo las viviendas de un nivel poseen una vulnerabilidad baja y el resto de las viviendas una vulnerabilidad alta, dado así el mapa de vulnerabilidad



de la Urbanización 09 de Octubre, siendo esta una zona con una vulnerabilidad alta.



## VI. RECOMENDACIONES

Primero, la metodología empleada en esta investigación es recomendable para el análisis de varias viviendas, sin embargo, sus parámetros de análisis pueden ser reforzador según la normativa vigente, la Urbanización 09 de Octubre de la ciudad de Juliaca posee serias deficiencias en todo su diseño y construcción. En este sentido, al ver que mas del 70% de las viviendas de la Urbanización 09 de Octubre poseen una vulnerabilidad alta se recomienda realizar un reforzamiento estructural a las viviendas de más de un nivel.

Segundo, las viviendas de dos niveles a más tienen un índice de vulnerabilidad mayor a las viviendas de un solo nivel, esto debido a que en su construcción cortan elementos que resisten las cargas de la edificación tales como, muros portantes, vigas y columnas, esto por una razón estética. En este sentido se recomienda realizar un diseño estructural previo a la construcción en conformidad a la normativa vigente y el asesoramiento por un profesional en la construcción durante el proceso constructivo de la vivienda.

Tercero, la ciudad de Juliaca se encuentra dentro de una zona altamente sísmica que si bien no se sienten los sismos debido a su profundidad de foco, eso no significa que no exista la posibilidad de que ocurra un evento sísmico a poca profundidad. En ese sentido se recomienda a las autoridades municipales tener una mayor consideración al riesgo sísmico de la Urbanización 09 de Octubre e iniciar un plan de prevención frente a futuros eventos sísmicos.

Cuarto, se recomienda la presente investigación como una herramienta de prevención e información, y de esta manera ubicar las viviendas más vulnerables dentro de la Urbanización 09 de Octubre.



## VII. REFERENCIAS

- Allauca M. (2003). *Vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales. Análisis de contribución al riesgo sísmico*. Barcelona, Perú: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Alonso (2007). *Vulnerabilidad sísmica de edificaciones*. Lima, Perú: SIDETUR.
- Alva Hurtado, J., & Castillo Aedo, J. (1993). *Peligro Sísmico en el Perú. VII Congreso Nacional de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Cimentaciones*. Lima, Perú: CISMID-FIC-UNI.
- Alva Hurtado, J., Ortiz Salas, Carmen., & Montero Inga., J. (2020). *Informe Preliminar de Sismos en el 2020*. Lima, Perú: CISMID-FIC-UNI, SENCICO, Colegio de Ingenieros del Perú.
- Alva Hurtado, J., Ortiz Salas, Carmen., & Montero Inga., J. (2021). *Informe Preliminar de Sismos en el 2021*. Lima, Perú: CISMID-FIC-UNI, SENCICO, Colegio de Ingenieros del Perú.
- Barbat, A. H., & Pujades, L. (2004). *Evaluación de la Vulnerabilidad y del Riesgo Sísmico En Zonas Urbanas. Aplicación A Barcelona. Sismica 2004 – 6° Congreso Nacional de Sismología e Engenharia Sismica*. Barcelona, España: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Benavente, R., Fernández Baca, C., & Gómez, A. (2004). *Estudio del Mapa de Peligros de la Ciudad de Cusco*. Cusco: PNUD-INDECI.
- Benedetti, D., & Petrini, V. (1984). *Sulla vulnerabilità sismica di edifici in muratura: un metodo di valutazione. A method for evaluating the seismic vulnerability of*





*masonry buildings. L'industria delle costruzioni. Italia.*

- Bonett, D. (2003). *Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de edificios, Aplicación a entornos urbanos en zonas de amenaza alta y moderada*. Barcelona, España: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Caicedo, C., Barbat, A., Canas, J., & Aguilar, R. (1994). *Vulnerabilidad Sísmica de Edificios*. Barcelona, España: Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE).
- Calderón Quispe, G. (s.f). *Análisis Sísmico Modal Espectral & Tiempo Historia de una Edificación con Mathcad Prime, CSI SAP 2000 y ETABS*. Ayacucho.
- Cardona, O. (1990). *Metodología para la Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones y Centros Urbanos. Cali: Seminario Colombo - Alemán, Ingeniería Sísmica, Dinámica Estructural y Hormigón Armado*. Universidad del Valle Cali.
- Ccoarite. (2020). *Influencia de la Configuración Estructural, en la Vulnerabilidad Sísmica de Viviendas Informales – Juliaca*. Puno, Perú: Universidad Peruana Unión Filial Juliaca.
- Ccorahua Pampañaupa., H., & Soncco Cuti., S, C (2020). *Evaluación de la Vulnerabilidad Estructural de las Edificaciones de Albañilería Confinada del Conjunto Vecinal Zarumilla, Cusco-2018*. Cusco, Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- CENEPRED. (2015). *Manual para la evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales*. Lima, Perú.
- Choque Quispe., W., & Molluni Balcona., J. L., (2018). *Evaluación de la Vulnerabilidad*



*Sísmica de las Edificaciones Públicas de Concreto Armado en la Zona Urbana del Distrito de Ocuwiri, Prov. Lampa. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano.*

Dolce M (1994). *Report of the EAEE working Group 3: Vulnerability and Risk Analysis*. Rotterdam.

Enríquez Castillo., P, C., & Granda Charagua., N. I, (2018). *Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Estructural de la Vivienda del Distrito de Vitor de la Región Arequipa*. Arequipa, Perú: Universidad Nacional de San Agustín – Arequipa.

Federal Emergency Management Agency (FEMA). (2015). *Rapid Visual Screening of Buildings for Potencial Seismic Hazard: A Handbook*. California: NEHRP.

Fernández Cruz, O. (2016). *Evaluación de la Vulnerabilidad Estructural en Edificaciones*. *Colegio de Ingenieros del Perú*, 574.

Galdós Román., G. J., & Núñez Esquivel (2020). *Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica en los Edificios de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Distrito de Cusco, 2018*. Cusco, Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Gobierno Regional de Puno (2016). *Plan Regional de Gestión del Riesgo de Desastres (2016 – 2021)*. Puno.

Gravity. (2001). *Fensibility Study Report on Global risk and vulnerability index-Trends per. Nairobi*. Kenia: UNEP, DEWA, GRID.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, L. (2014). *Tesis y Metodología de la*



*investigación (6ta ed.)*. McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V

Hernández Velez, A. (2010). *Análisis No Lineal Estático “Pushover” Base Teórica y Aplicación Usando el Programa ETABS. Proceso FEMA-356 y ATC-40*. Puerto Rico: High Level Engineering.

Illpaluca. & Illpaluca. (2019). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica mediante curvas de fragilidad de edificaciones típicas de albañilería confinada en la ciudad de Juliaca*. Puno, Perú: Universidad Peruana Unión Filial Juliaca

INDECI. (2011). *Estudio para Determinar el Nivel de Vulnerabilidad Física ante la Probable Ocurrencia de un Sismo de Gran Magnitud – Distrito Ate*. Lima, Perú.

Kuroiwa, J (2002) *Reducción de desastres: viviendo en armonía con la naturaleza*. Lima, Perú: CISMID.

Maldonado, E., & Chio, G (2008). *Vulnerabilidad sísmica en centros Urbanos*. Bucaramanga Colombia: Universidad Industrial de Santander.

Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2018). *Norma E.060 CONCRETO ARMADO*. Lima.

Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2019). *Norma E.030 DISEÑO SISMORESISTENTE*. Lima.

Moran. (2016). *Aplicación de la Metodología FEMA 154 para la Evaluación de Daños Estructurales en Edificaciones Luego de un Evento Sísmico*. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil

Nanfuñay, G., & Santisteban, V. (2015). *Vulnerabilidad Sísmica en el distrito de Ciudad Etén aplicando índices de Vulnerabilidad (Benedetti-Petrini)*. Chiclayo, Perú:



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

National Institute of Building Science (1999). *Technical Manual. Reporte preparado por el Federal Emergency Management Agency (FEMA)*. Washington, D.C.

PCM, C. d-E. (2003). *Mapa de Calificación de Provincias según Niveles de Peligros Sísmicos*. CMRRD-DGPM.

Picón & Vargas. (2011). *Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de la sede Principal del colegio de Santander en Bucaramanga*. Bucaramanga, Colombia: Colegio de Santande en Bucaramanga.

Polo., J. (2017). *La auto construcción y su incidencia sobre los perjuicios ocasionados a los ocupantes del Asentamiento Humano Señor de los Milagros 2da zona Collique-Lima 2017*. Lima, Perú: Universidad Cesar Vallejo.

Quiroz, & Vidal. (2015). *Evaluación del Grado de Vulnerabilidad Sísmica Estructural en Edificaciones Conformadas por Sistemas Aporticados y de Albañilería Confinada en el Sector de Esperanza parte baja - Trujillo, 2014*. Trujillo, Perú: Universidad Privada Antenor Orrego.

Richter, C. (1935): *An instrumental earthquake magnitude scale*, *Bull Seismo SocoAm.*, Vo1125.

Silva Bustos, N. A. (2011). *Vulnerabilidad Sísmica Estructural en viviendas sociales, y evaluación preliminar de riesgo sísmico en la región Metropolitana*. Chile: Universidad de Chile.

Svincha Quispe., M, V., & Mamani Zúñiga., E, M., (2018). *Análisis de la Vulnerabilidad Sísmica Estructural de las Viviendas Ubicadas en el Sector XII de*



*la Asociación Parque Industrial Porvenir Arequipa, Distrito de Cerro Colorado.*

Arequipa, Perú: Universidad Nacional de San Agustín – Arequipa.

Tavera, H., Agüero, C., & Fernández, E. (2016). *Catálogo General de Isosistas Para*

*Sismos Peruanos.* Lima, Perú: Instituto Geofísico del Perú – Lima.



## ANEXOS

**ANEXO A.** Plano de Tipologías Estructurales.

**ANEXO B.** Plano de Mapa de Vulnerabilidad Sísmica.

**ANEXO C.** Plano de Ubicación de Viviendas Evaluadas.

**ANEXO D.** Planos de Vista en Planta de las Viviendas Evaluadas.

**ANEXO E.** Planos de Muros Portantes de las Viviendas Evaluadas.

**ANEXO F.** Plano de Losa Aligerada de las Viviendas Evaluadas.

**ANEXO G.** Formato de Ficha de Recolección de Datos.

**ANEXO H.** Ficha de Recolección de Datos.

**ANEXO I.** Resultados del Ensayo de Esclerometría.

**ANEXO J.** Estudio de Suelos.