

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**ESCUELA DE POSGRADO**



**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS**

**TESIS:**

**VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL MÉTODO DE BENEDETTI-  
PETRINI DE LAS VIVIENDAS UBICADAS EN ZONAS DE EXPANSIÓN  
URBANA DE LA CIUDAD DE BAMBAMARCA, 2023**

Para optar el Grado Académico de

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**MENCIÓN: INGENIERÍA Y GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN**

Presentada por:

**EVER OSMAR CONDOR PÓSITO**

Asesor:

**Dr. HERMES ROBERTO MOSQUEIRA RAMÍREZ**

Cajamarca, Perú

2024

**CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD**

1. Investigador: Ever Osmar Condor Pósito  
DNI: 73113811  
Escuela Profesional/Unidad de Posgrado de la Facultad de ingeniería, Mención: Ingeniería y Gerencia de la Construcción.
2. Asesor: Dr: Mosqueira Ramírez, Hermes Roberto
3. Grado académico o título profesional  
 Bachiller                       Título profesional                       Segunda especialidad  
 Maestro                       Doctor
4. Tipo de Investigación:  
 Tesis                       Trabajo de investigación                       Trabajo de suficiencia profesional  
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:  
VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL MÉTODO DE BENEDETTI-PETRINI DE LAS VIVIENDAS UBICADAS EN ZONAS DE EXPANSIÓN URBANA DE LA CIUDAD DE BAMBAMARCA, 2023
6. Fecha de evaluación: 17 de julio del 2024
7. Software antiplagio:                       TURNITIN                       URKUND (OURIGINAL) (\*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 20%
9. Código Documento: oid:3117:368869200
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:  
 **APROBADO**                       PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 22 de julio del 2024

*Firma y/o Sello  
Emisor Constancia*

  
-----  
**Mosqueira Ramírez, Hermes Roberto**  
DNI: 26673916

COPYRIGHT © 2024 by  
**EVER OSMAR CONDOR PÓSITO**  
Todos los derechos reservados



**Universidad Nacional de Cajamarca**  
LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 080-2018-SUNEDU/CD  
**Escuela de Posgrado**  
CAJAMARCA - PERU



**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS**  
**ACTA DE SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS**

Siendo las *10:00* horas del día martes, 18 de junio de 2024, reunidos en el **Auditorio** de la Escuela de Posgrado, de la Universidad Nacional de Cajamarca, los integrantes del Jurado Evaluador presidido por el **Dr. MAURO AUGUSTO CENTURIÓN VARGAS, M. CS. ARNOLD RAMSEY MENDO RODRÍGUEZ** y **M. CS. LINCOLN MINCHÁN PAJARES**, en calidad de Asesor **DR. HERMES ROBERTO MOSQUEIRA RAMÍREZ**, actuando de conformidad con el Reglamento Interno de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca y la Directiva para la Sustentación de Proyectos de Tesis, Seminarios de Tesis, Sustentación de Tesis y Actualización de Marco Teórico de los Programas de Maestría y Doctorado, se dio inicio a la **SUSTENTACIÓN PÚBLICA** de la tesis titulada: "**VULNERABILIDAD SISMICA APLICANDO EL METODO DE BENEDETTI-PETRINI DE LAS VIVIENDAS UBICADAS EN ZONAS DE EXPANSIÓN URBANA DE LA CIUDAD DE BAMBAMARCA - 2023**"; presentada por el **Ing. Ever Osmar Condor Pósito**

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó... *APROBAR*... la mencionada Tesis con la calificación de *16 (dieciséis) - BUENO*; en tal virtud el **Ing. Ever Osmar Condor Pósito**, está apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que la acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, en la Unidad de Posgrado de la Facultad de **INGENIERIA**, con Mención en **INGENIERIA Y GERENCIA DE LA CONSTRUCCION**

Siendo las *11:30* horas del mismo día, se dio por concluido el acto.

  
.....  
**DR. ROBERTO MOSQUEIRA RAMÍREZ**  
Asesor

  
.....  
**Dr. MAURO CENTURIÓN VARGAS**  
Jurado Evaluador

  
.....  
**M. CS. ARNOLD MENDO RODRÍGUEZ**  
Jurado Evaluador

  
.....  
**M. CS. LINCOLN MINCHÁN PAJARES**  
Jurado Evaluador

## **Dedicatoria:**

“Dedico este estudio en primer lugar a Dios, agradeciéndole por permitir que mi familia goce de buena salud.

A mis amados padres Francisco y Delmira, cuyo amor incondicional, sacrificios y constante apoyo han sido mi mayor fuente de inspiración. A mis queridos hermanos, Yake, Cristian y George por su aliento y comprensión en cada etapa de este arduo camino académico.

A mi querido hijo Thiago Alessandro, quien ha sido mi motivación diaria y la luz que ilumina mis esfuerzos.

Este logro no habría sido posible sin el amor, respaldo y comprensión de mi familia. Cada paso que he dado ha sido guiado por su presencia alentadora. Dedico este trabajo a ustedes, con profundo agradecimiento y amor.”

### **Agradecimiento:**

Quisiera expresar mi sincero agradecimiento a todas las personas que contribuyeron de manera significativa a la realización de este trabajo de tesis. Este logro no habría sido posible sin el apoyo y la colaboración de muchos individuos, y estoy profundamente agradecido/a por sus contribuciones.

A mi asesor Dr. Ing. Mosqueira Ramírez Hermes Roberto, mi guía invaluable en este viaje académico. Su dedicación, orientación experta y paciencia han sido fundamentales para el desarrollo de esta investigación. Aprecio sinceramente sus valiosas contribuciones que han enriquecido mi experiencia académica.

A la Universidad Nacional de Cajamarca, mi segunda casa durante estos años, le estoy agradecido por proporcionarme el entorno propicio para aprender, explorar y crecer. La calidad de la educación, los recursos disponibles y el compromiso con la excelencia académica han sido pilares clave en mi formación.

A la Escuela de Postgrado y a sus docentes por la calidad educativa y experiencia profesional que orientaron mi proceso de aprendizaje.

A mi familia y amigos, gracias por su constante apoyo, comprensión y aliento. Su presencia ha sido mi fuente de inspiración y motivación durante este viaje.

Finalmente, a todas las personas que de alguna manera contribuyeron, ya sea brindando orientación, compartiendo conocimientos o simplemente ofreciendo palabras de aliento, les agradezco sinceramente.

## ÍNDICE

CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.1.1. Contextualización.....	1
1.1.2. Descripción del problema.....	3
1.1.3. Formulación del problema.....	4
1.2. Justificación e importancia.....	5
1.2.1. Justificación científica.....	5
1.2.2. Justificación técnica-práctica.....	5
1.2.3. Justificación institucional y personal.....	6
1.3. Delimitación de la investigación.....	6
1.4. Limitaciones.....	7
1.5. Objetivos.....	8
1.4.1. Objetivo General.....	8
1.4.2. Objetivos Específicos.....	8
CAPÍTULO II.....	9
MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. Antecedentes de la investigación o marco referencial.....	9
2.2. Marco doctrinal de las teorías particulares en el campo de la ciencia en la que se ubica el objeto de estudio (Bases teóricas).....	16

2.3. Marco conceptual.....	44
2.4. Definición de términos básicos.....	44
CAPÍTULO III .....	45
PLANTEAMIENTO DE LAS HIPÓTESIS Y VARIABLES .....	45
3.3. Hipótesis .....	45
3.3.1. Hipótesis general .....	45
3.3.2. Hipótesis específicas.....	45
3.4. Variables/categorías.....	45
3.5. Operacionalización/ categorización de los componentes de las hipótesis .....	46
CAPÍTULO IV .....	47
MARCO METODOLÓGICO .....	47
4.3. Ubicación geográfica .....	47
4.4. Diseño de la Investigación.....	48
4.4.1. Fichas de evaluación para viviendas de albañilería utilizando el método Benedetti – Petrini.....	49
4.4.2. Trabajo en campo .....	56
4.4.3. Trabajo de gabinete .....	56
4.3. Métodos de investigación .....	80
4.4. Población, muestra, unidad de análisis y unidades de observación.....	81
4.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de información .....	84
4.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información.....	84



4.7.	Equipos, materiales, insumos, etc.....	85
4.8.	Matriz de consistencia metodológica.....	86
CAPITULO V RESULTADOS Y DISCUSIÒN .....		87
5.1.	Presentación de resultados .....	87
5.1.1.	Aspectos estructurales .....	87
5.1.2.	Aspectos constructivos .....	89
5.1.3.	Aspectos geométricos .....	92
5.2.	Discusión de resultados .....	94
5.2.1.	Aspectos estructurales .....	94
5.2.2.	Aspectos constructivos .....	95
5.2.3.	Aspectos geométricos .....	97
5.3.	Discusión de resultados contrastado con la hipótesis .....	98
5.4.	Discusión de resultados contrastado con los antecedentes .....	98
5.5.	Resumen de resultados obtenidos .....	100
CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		103
6.1.	Conclusiones .....	103
6.2.	Recomendaciones .....	104
Bibliografía.....		105
ANEXOS:.....		110

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Registro de sismos de magnitud 7,5 y superiores y en la escala de Richter (Izquierdo Horna y Justin Yépez, 2022). .....	1
<b>Tabla 2</b> Valores de zonificación (E.030-2019).....	20
<b>Tabla 3</b> Valores recomendados de esfuerzo cortante máximo para paneles de mampostería (Yépez Moya, Barbat Barbat, y Canas Torres, 1996). .....	32
<b>Tabla 4</b> Factores de vulnerabilidad, clases y pesos para edificios en mampostería . .....	40
<b>Tabla 5</b> Asignación de clases a los edificios de mampostería no reforzada .....	41
<b>Tabla 6</b> Interpolación lineal para el método. ....	42
<b>Tabla 7</b> Rangos de índices de vulnerabilidad (Secundino Ramirez, 2020). .....	42
<b>Tabla 8</b> Operacionalización de los componentes de las hipótesis .....	46
<b>Tabla 9</b> Cálculo del área resistente del muro $A_x$ y $A_y$ .....	68
<b>Tabla 10</b> Valores recomendados de esfuerzo cortante máximo para paneles de mampostería	69
<b>Tabla 11</b> Pesos unitario albañilería (norma técnica E020). .....	69
<b>Tabla 12</b> Pesos unitarios losa aligerada (norma técnica E020). .....	70
<b>Tabla 13</b> Resumen datos obtenidos .....	71
<b>Tabla 14</b> Valores de zonificación (E.030-2019).....	73
<b>Tabla 15</b> Resultados de la clasificación de parámetros de la vivienda 1.....	79
<b>Tabla 16</b> Rangos de índices de vulnerabilidad (Secundino Ramirez, 2020). .....	80
<b>Tabla 17</b> Equipos, materiales, insumos utilizados.....	85
<b>Tabla 18</b> Resultados de vulnerabilidad sísmica de las 16 viviendas evaluadas. ....	100
<b>Tabla 19</b> Nivel de vulnerabilidad sísmica. ....	100
<b>Tabla 20</b> Resultados de vulnerabilidad sísmica de las 16 viviendas evaluadas. ....	110
<b>Tabla 21</b> Nivel de vulnerabilidad sísmica. ....	110

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Mapa de Zonificación Sísmica conforme a la Norma de Diseño Sismo Resistente E.030. Se presenta la ubicación de la zona de estudio. ....	4
<b>Figura 2</b> Delimitación de viviendas en el sector José Olaya de la ciudad de Bambamarca. ....	7
<b>Figura 3</b> Interfaz de Consultas para la Determinación del Peligro Sísmico en el Territorio Nacional (Servicio Web de SENCICO). ....	18
<b>Figura 4</b> Interfaz para calcular el espectro de peligro uniforme .....	19
<b>Figura 5</b> Mapa de zonificación del Perú (E.030-2019). ....	20
<b>Figura 6</b> Mapa sísmico 2023 (Instituto Geofísico del Perú, 2023). ....	22
<b>Figura 7</b> Fallos que pueden producirse en una edificación no sismorresistente. ....	27
<b>Figura 8</b> Configuración en planta de la estructura. ....	36
<b>Figura 9</b> Configuración en altura de la estructura. ....	37
<b>Figura 10</b> Tipología de cubiertas (Echeverría Rojas y Monroy Botia, 2021). ....	38
<b>Figura 11</b> Parámetros de Benedetti y Petrini representados en una edificación (Benedetti y Petrini, 1984). ....	43
<b>Figura 12</b> Ubicación geográfica de Bambamarca .....	47
<b>Figura 13</b> Flujograma de la investigación .....	48
<b>Figura 14</b> Ficha de evaluación para estructuras de albañilería: datos generales. ....	49
<b>Figura 15</b> Ficha de evaluación para estructuras de albañilería: parámetro 1 (Benedetti – Petrini). ....	49
<b>Figura 16</b> Ficha de evaluación para estructuras de albañilería: parámetro 2 (Benedetti – Petrini). ....	50
<b>Figura 17</b> Ficha de evaluación para estructuras de albañilería: parámetro 3 (Benedetti – Petrini). ....	50

<b>Figura 18</b> Ficha de evaluación para estructuras de albañilería: parámetro 4 (Benedetti – Petrini).	51
<b>Figura 19</b> Ficha de evaluación para estructuras de albañilería: parámetro 5 (Benedetti – Petrini).	51
<b>Figura 20</b> Configuración en planta de la estructura.	51
<b>Figura 21</b> Ficha de evaluación para estructuras de albañilería: parámetro 6 (Benedetti – Petrini).	52
<b>Figura 22</b> Configuración en altura de la estructura.	52
<b>Figura 23</b> Ficha de evaluación para estructuras de albañilería: parámetro 7 (Benedetti – Petrini).	52
<b>Figura 24</b> Ficha de evaluación para estructuras de albañilería: parámetro 8 (Benedetti – Petrini).	52
<b>Figura 25</b> Ficha de evaluación para estructuras de albañilería: parámetro 9 (Benedetti – Petrini).	53
<b>Figura 26</b> Ficha de evaluación para estructuras de albañilería: parámetro 10 (Benedetti – Petrini).	53
<b>Figura 27</b> Ficha de evaluación para estructuras de albañilería: parámetro 11 (Benedetti – Petrini).	53
<b>Figura 28</b> Plano arquitectónico de la vivienda 1.	54
<b>Figura 29</b> Clasificación del parámetro 1: tipo y organización del sistema resistente.	57
<b>Figura 30</b> Clasificación del Parámetro 2: Calidad del sistema resistente.	57
<b>Figura 31</b> Clasificación del Parámetro 3: Resistencia convencional.	58
<b>Figura 32</b> Clasificación del Parámetro 4: Posición del edificio y cimentación.	58
<b>Figura 33</b> Clasificación del Parámetro 5: Diafragmas horizontales.	59

<b>Figura 34</b>	Clasificación del Parámetro 6: Configuración en planta. ....	59
<b>Figura 35</b>	Clasificación del Parámetro 7: Configuración de elevación. ....	60
<b>Figura 36</b>	Clasificación del Parámetro 8: Distancia máxima entre muros. ....	60
<b>Figura 37</b>	Clasificación del Parámetro 9: Tipo de cubierta. ....	61
<b>Figura 38</b>	Clasificación del Parámetro 10: Elementos no estructurales. ....	61
<b>Figura 39</b>	Clasificación del Parámetro 11: Estado de conservación. ....	62
<b>Figura 40</b>	Organización del sistema resistente de la vivienda N° 01. ....	63
<b>Figura 41</b>	Clasificación del parámetro 1: vivienda 1. ....	64
<b>Figura 42</b>	Clasificación del parámetro 2: vivienda 1. ....	66
<b>Figura 43</b>	Planos arquitectónicos de la vivienda 1. ....	67
<b>Figura 44</b>	Mapa de zonificación del Perú (E.030-2019). ....	73
<b>Figura 45</b>	Clasificación del parámetro 3: vivienda 1. ....	74
<b>Figura 46</b>	Clasificación del parámetro 4: vivienda 1. ....	74
<b>Figura 47</b>	Clasificación del parámetro 5: vivienda 1. ....	75
<b>Figura 48</b>	Clasificación del parámetro 6: vivienda 1. ....	76
<b>Figura 49</b>	Clasificación del parámetro 7: vivienda 1. ....	76
<b>Figura 50</b>	Clasificación del parámetro 8: vivienda 1. ....	77
<b>Figura 51</b>	Clasificación del parámetro 9: vivienda 1. ....	77
<b>Figura 52</b>	Clasificación del parámetro 10: vivienda 1. ....	78
<b>Figura 53</b>	Clasificación del parámetro 11: vivienda 1. ....	78
<b>Figura 54</b>	Población(viviendas) de estudio. ....	81
<b>Figura 55</b>	Viviendas evaluadas en la ciudad de Bambamarca (zona José Olaya). ....	83
<b>Figura 56</b>	Vulnerabilidad sísmica de las viviendas evaluadas. ....	102

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> Tipos y clasificación de albañilería (Castañeda Cieza, 2020).....	24
<b>Gráfico 2</b> Asesoramiento técnico en la construcción. ....	87
<b>Gráfico 3</b> Clasificación del tipo y organización del sistema resistente. ....	88
<b>Gráfico 4</b> Clasificación de la resistencia convencional. ....	88
<b>Gráfico 5</b> Clasificación de la calidad del sistema resistente.....	89
<b>Gráfico 6</b> Clasificación de la posición del edificio y cimentación. ....	89
<b>Gráfico 7</b> Clasificación de los diafragmas horizontales. ....	90
<b>Gráfico 8</b> Clasificación de la distancia máxima entre muros. ....	90
<b>Gráfico 9</b> Clasificación del tipo de cubierta. ....	91
<b>Gráfico 10</b> Clasificación de elementos no estructurales.....	91
<b>Gráfico 11</b> Clasificación del estado de conservación. ....	92
<b>Gráfico 12</b> Clasificación de la configuración en planta.....	92
<b>Gráfico 13</b> Clasificación de la configuración en elevación. ....	93
<b>Gráfico 14</b> Nivel de vulnerabilidad sísmica en la ciudad de Bambamarca-sector José Olaya. .....	101
<b>Gráfico 15</b> Nivel de vulnerabilidad sísmica en la ciudad de Bambamarca-sector José Olaya.....	111

## LISTA DE FOTOGRAFÍAS

<b>Fotografía 1</b>	Inspección técnica de la vivienda 1.....	55
<b>Fotografía 2</b>	Conexión sin viga de amarre en los muros.....	64
<b>Fotografía 3</b>	Albañilería de la edificación.....	65
<b>Fotografía 4</b>	Verticalidades de los ladrillos.....	65
<b>Fotografía 5</b>	Espesor de las juntas.....	66
<b>Fotografía 6</b>	Evaluación de la vivienda 1.....	112
<b>Fotografía 7</b>	Muestra de humedad en la vivienda.....	112
<b>Fotografía 8</b>	Evaluación de la vivienda 2.....	113
<b>Fotografía 9</b>	Evaluación de la vivienda 3.....	113
<b>Fotografía 10</b>	Medida de mortero en muros.....	114
<b>Fotografía 11</b>	Evaluación de vivienda 4.....	114
<b>Fotografía 12</b>	Evaluación de vivienda 5.....	115
<b>Fotografía 13</b>	Medidas de columnas en vivienda.....	115
<b>Fotografía 14</b>	Evaluación de vivienda 6.....	116
<b>Fotografía 15</b>	Muestra de humedad en vivienda.....	116

## RESUMEN

En la tesis de investigación científica se determinó el nivel de vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti- Petrini de las viviendas ubicadas en zonas de expansión urbana de la ciudad de Bambamarca, por lo cual el diseño de la investigación se realizó de manera cualitativa, esta evaluación se analizó en tres áreas que son; aspectos estructurales, constructivos y geométricos. Por consiguiente, los resultados muestran que, para los aspectos estructurales, se concluyó que la vulnerabilidad sísmica es de nivel alto. Esto se atribuye a la clasificación del parámetro 1: tipo y organización del sistema resistente y parámetro 3: resistencia convencional, de los cuales su índice de vulnerabilidad es igual o superior a 20 pero inferior a 100, de igual forma para los aspectos constructivos, se concluyó que la vulnerabilidad sísmica es de nivel medio. Esto se atribuye a la clasificación del parámetro 2: calidad del sistema resistente, parámetro 4: posición del edificio y cimentación, parámetro 5: diafragmas horizontales, parámetro 8: distancia máxima entre muros, parámetro 9: tipo de cubierta, parámetro 10: elementos no estructurales y parámetro 11: estado de conservación, los cuales generan un índice de vulnerabilidad igual o superior a 20 pero inferior a 100, y por otra parte para los aspectos geométricos, se concluyó que la vulnerabilidad sísmica es de nivel medio. Esto se debe a la clasificación del parámetro 6: configuración en planta y parámetro 7: configuración de elevación, los cuales generan un índice de vulnerabilidad igual o superior a 0 pero inferior a 20.

**Palabras clave:** método Benedetti – Petrini, vulnerabilidad sísmica, aspectos estructurales, aspectos constructivos, aspectos geométricos.



## ABSTRACT

In the scientific research thesis, the level of seismic vulnerability was determined by applying the Benedetti-Petrini method of the homes located in urban expansion areas of the city of Bambamarca, for which the research design was carried out qualitatively. Evaluation was analyzed in three areas that are; structural, constructive and geometric aspects. Consequently, the results show that, for the structural aspects, it was concluded that the seismic vulnerability is of a high level. This is attributed to the classification of parameter 1: type and organization of the resistant system and parameter 3: conventional resistance, of which their vulnerability index is equal to or greater than 20 but less than 100, in the same way for the constructive aspects, it is concluded that seismic vulnerability is medium level. This is attributed to the classification of parameter 2: quality of the resistant system, parameter 4: position of the building and foundation, parameter 5: horizontal diaphragms, parameter 8: maximum distance between walls, parameter 9: type of cover, parameter 10: non-removable elements. structural and parameter 11: state of conservation, which generate a vulnerability index equal to or greater than 20 but less than 100, and on the other hand for the geometric aspects, it was concluded that the seismic vulnerability is of medium level. This is due to the classification of parameter 6: plan configuration and parameter 7: elevation configuration, which generate a vulnerability index equal to or greater than 0 but less than 20.

**Keywords:** Benedetti-Petrini method, seismic vulnerability, structural aspects, construction aspects, geometric aspects.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. Planteamiento del problema

#### 1.1.1. Contextualización

Los eventos sísmicos son fenómenos naturales originados por la geodinámica interna de la Tierra y son frecuentes en ciertos países americanos, como Argentina, Bolivia, Canadá y Perú, debido a su ubicación geográfica en el Anillo de Fuego del Pacífico. La aparición de estos eventos provoca daños materiales, pérdida de vidas humanas y la interrupción de actividades sociales, económicas y de otra índole, entre otros efectos. Por tales razones se hacen investigaciones de vulnerabilidad sísmica de las viviendas, en la tabla 1 se detallan las consecuencias de eventos sísmicos. (Izquierdo Horna y Justin Yépez, 2022).

**Tabla 1**

*Registro de sismos de magnitud 7,5 y superiores y en la escala de Richter (Izquierdo Horna y Justin Yépez, 2022).*

Año	Magnitud	Región	País	Consecuencias del evento	Fuente
2021	7.5	Loreto	Perú	1 muerto, 17 heridos y 5.689 viviendas y edificios dañados	( USGS, 2022 )
2020	7.8	Alaska	Estados Unidos	Algunas casas y edificios dañados	( USGS, 2022 )
2019	8.0	Loreto	Perú	2 muertos, 30 heridos y 1.010 viviendas y edificios dañados	( USGS, 2022 )
2019	7.5	Pastaza	Ecuador	1 muerto, 9 heridos y 22 viviendas y edificios dañados	( USGS, 2022 )
2017	8.1	Chiapas	México	94 muertos y 250 heridos	( GFZ,2022)

El análisis de la vulnerabilidad sísmica en zonas urbanas es un tema relevante en muchas partes del mundo. Esto se relaciona con la amenaza inherente de nuestro planeta, así como la exposición de ciudades y territorios. La vulnerabilidad de los bienes es el factor más

fácil de abordar mediante medidas de mitigación. Por lo tanto, la evaluación de la vulnerabilidad sísmica desempeña un papel fundamental en la evaluación y reducción del riesgo sísmico. Aunque los códigos nacionales e internacionales proporcionan las herramientas necesarias para diseñar nuevas estructuras, definir la vulnerabilidad de los edificios existentes resulta más complicado. Considerando el patrimonio urbano existente, la seguridad de los lugares donde la gente vive, es de suma importancia. Varios enfoques definen la vulnerabilidad sísmica de las estructuras existentes mediante diversas metodologías (Cardinali, Tanganelli, & Bentob, 2022).

Según el Instituto Geofísico del Perú (IGP), el Perú ha experimentado numerosos terremotos de alta magnitud en el pasado, como el terremoto de Pisco en 2007 y el terremoto de Áncash en 1970. Estos eventos sísmicos han demostrado la fragilidad de las estructuras peruanas y han dejado al descubierto la necesidad de abordar la vulnerabilidad sísmica de manera integral (IGP, 2023). La situación actual indica que existe una preocupante falta de resiliencia en las edificaciones y una falta de conciencia generalizada sobre las medidas de prevención y mitigación de riesgos sísmicos.

Varios factores contribuyen a la vulnerabilidad sísmica en Perú. En primer lugar, la ubicación geográfica del país lo expone a la convergencia de placas tectónicas, lo que resulta en una actividad sísmica significativa. Además, la falta de regulaciones y estándares de construcción adecuados, especialmente en áreas rurales y urbanas informales, ha llevado a la construcción de estructuras vulnerables que no resisten eficazmente los terremotos (Indeci, 2018). La pobreza y la falta de recursos también limitan la capacidad de las ciudades para fortalecer sus viviendas contra los efectos sísmicos.

Cajamarca ha experimentado eventos sísmicos importantes en el pasado, lo que ha evidenciado la fragilidad de las estructuras y la necesidad de abordar la vulnerabilidad sísmica de manera integral. Según el Instituto Geofísico del Perú (IGP), se han registrado terremotos de magnitud considerable en la región, como el terremoto de Cajamarca de 1990. Estos eventos sísmicos han destacado la necesidad de comprender y abordar los riesgos sísmicos específicos de la región (IGP, 2023).

Por esta razón, es indispensable determinar la vulnerabilidad sísmica utilizando el método de Benedetti-Petrini de las viviendas en zonas de expansión urbana de la ciudad de Bambamarca.

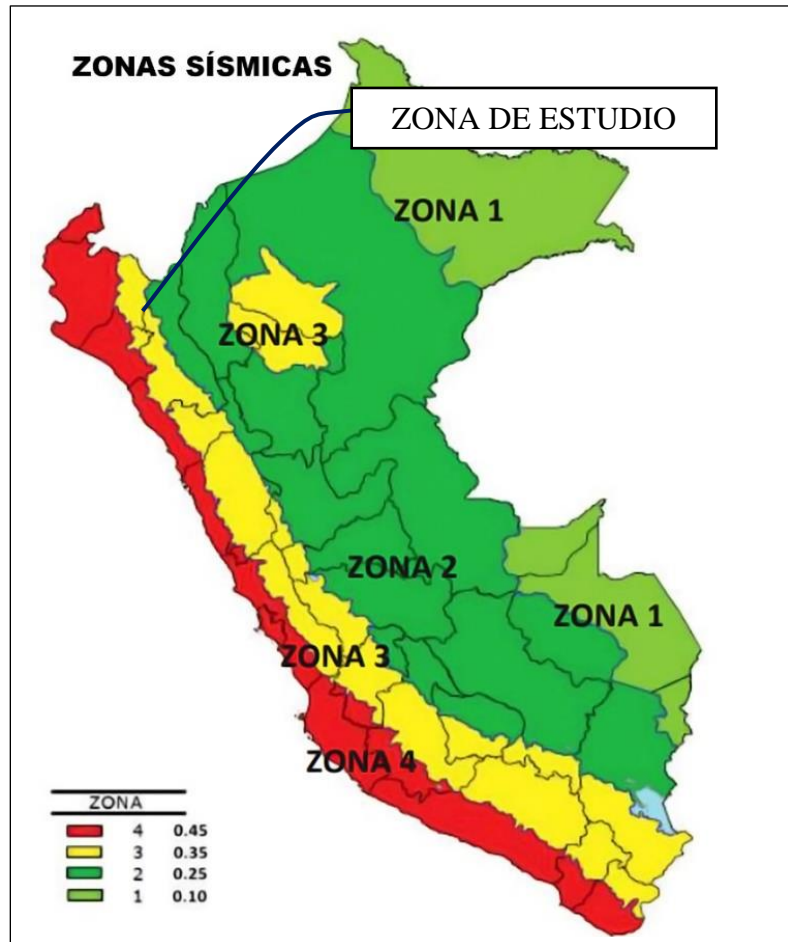
### **1.1.2. Descripción del problema**

La ciudad de Bambamarca, ubicada en la región de Cajamarca, Perú, enfrenta vulnerabilidad sísmica debido a su ubicación en una zona sísmica de nivel 3 según la norma técnica peruana E.030 “Diseño Sismorresistente” (ver la Figura 1). A esto se suma una problemática significativa de autoconstrucción de viviendas que se encuentran definidas por el proceso constructivo de albañilería confinada de las cuales se edifican sin ningún tipo de diseño, baja calidad de materiales, inadecuada asesoría técnica, contratando mano de obra sin conocimiento técnico y con procedimientos constructivos a base de tan solo experiencia. Todo lo antes mencionado ocasionaría que las viviendas tengan una susceptibilidad a sufrir algún daño o afectación ante un evento sísmico ya que estas presentan problemas específicos como: mal aplome de muros, juntas de albañilería con excesivo espesor, humedad en muros portantes, uniones no monolíticas entre techo y muro, fisuración en muros portantes, densidad de muros inadecuada, muros sin confinar resistentes al sismo, tabiquería no arriostrada y carecen de juntas sísmicas. Estas viviendas suelen ser de albañilería confinada, un tipo de construcción que, si no se realiza siguiendo las normas técnicas adecuadas, puede

ser particularmente susceptible a los daños durante un sismo. Además, la antigüedad de muchas de estas construcciones incrementa aún más su vulnerabilidad sísmica.

### Figura 1

*Mapa de Zonificación Sísmica conforme a la Norma de Diseño Sismo Resistente E.030. Se presenta la ubicación de la zona de estudio.*



### 1.1.3. Formulación del problema

¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti-Petrini de las viviendas en zonas de expansión urbana en la ciudad de Bambamarca?

## **Preguntas auxiliares**

- ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti-Petrini sobre aspectos estructurales de las viviendas en zonas de expansión urbana en la ciudad de Bambamarca?
- ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti-Petrini sobre aspectos constructivos de las viviendas en zonas de expansión urbana en la ciudad de Bambamarca?
- ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti-Petrini sobre aspectos geométricos de las viviendas en zonas de expansión urbana en la ciudad de Bambamarca?

## **1.2. Justificación e importancia**

### **1.2.1. Justificación científica**

Bambamarca se ubica en la zona 3 según la norma peruana E.030 “Diseño Sismorresistente” (ver la Figura 1), por ello la presente investigación busca hallar respuestas y dar soluciones sobre la problemática de vulnerabilidad sísmica de las viviendas ubicadas en zona de expansión urbana de la ciudad de Bambamarca, aplicando el método italiano de Benedetti Petrini.

### **1.2.2. Justificación técnica-práctica**

Los resultados de la investigación permitirán identificar viviendas propensas a sufrir daños en caso de sismos. El objetivo es determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti- Petrini de las construcciones actuales, siguiendo las normas técnicas establecidas, para minimizar los daños materiales en caso de eventos sísmicos imprevistos. Además, con los resultados proporcionar información sobre la

vulnerabilidad sísmica de las áreas de expansión urbana ante eventos sísmicos y así los gobiernos locales pueden utilizar estos datos para implementar políticas que beneficien a los residentes interesados en reducir los perjuicios ocasionados por eventos sísmicos.

### **1.2.3. Justificación institucional y personal**

La Universidad Nacional de Cajamarca cumple un objetivo fundamental que es hacer investigación para resolver problemas con responsabilidad social en las zonas de influencia, reconoce la urgente necesidad de abordar la problemática de la vulnerabilidad sísmica en la ciudad de Bambamarca. por lo que la presente investigación tiene como propósito determinar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas en zonas de expansión urbana en la ciudad de Bambamarca. Mi interés personal al realizar esta investigación me permitirá aplicar mis conocimientos en ingeniería sísmica. Esto no solo enriquecerá mi experiencia profesional, sino que también ampliará mis habilidades técnicas y mi capacidad para abordar problemas complejos, preparándome mejor para futuras responsabilidades en mi carrera profesional.

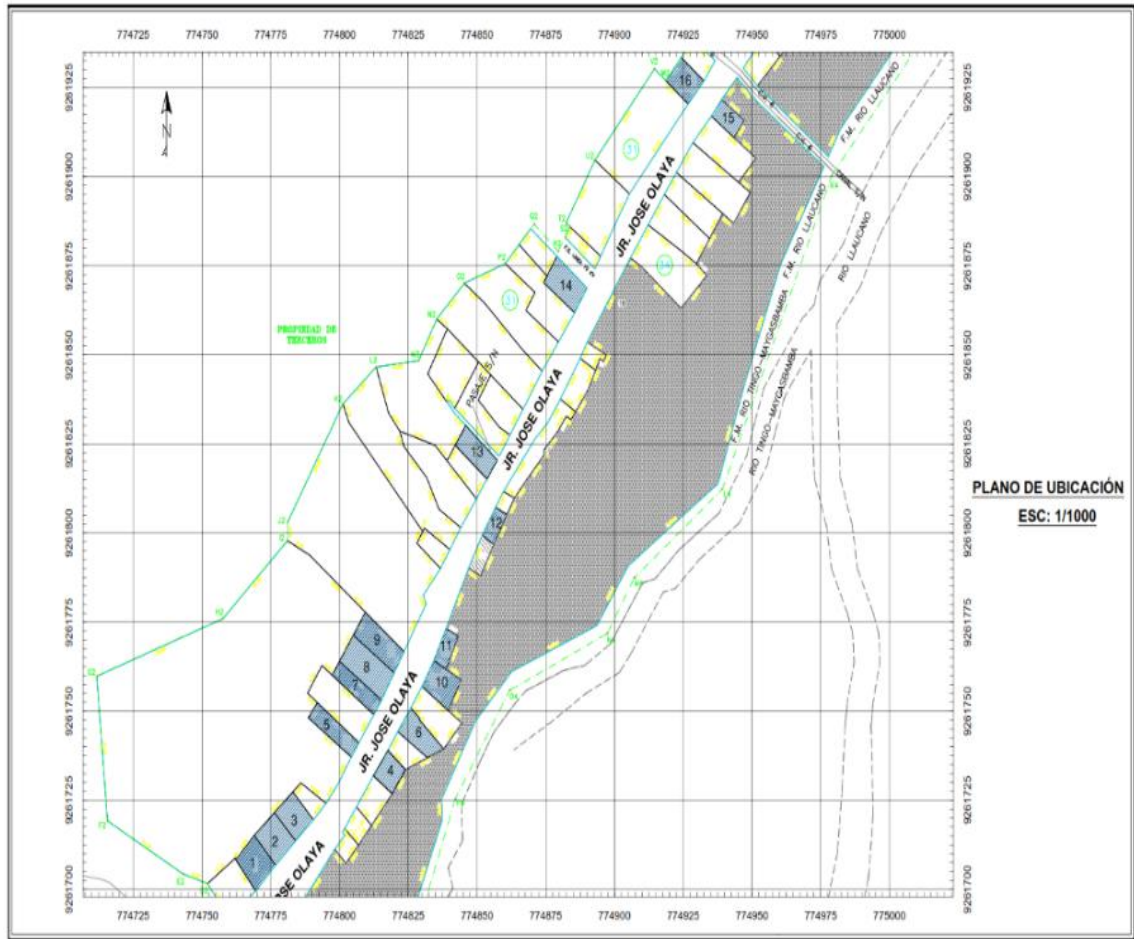
### **1.3. Delimitación de la investigación**

- La metodología no considera el comportamiento dinámico del suelo, pero si influye en la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en la ciudad de Bambamarca.
- La metodología de los índices de vulnerabilidad sísmica de Benedetti y Petrini se aplicó para viviendas de 2 y 3 pisos.
- El análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas situadas en el área de expansión urbana del sector José Olaya de la ciudad de Bambamarca aplicando el método italiano Benedetti – Petrini fue de manera cualitativa.

- Se seleccionaron las viviendas que se encuentran definidas por el proceso constructivo de albañilería confinada.

**Figura 2**

*Delimitación de viviendas en el sector José Olaya de la ciudad de Bambamarca.*



#### 1.4. Limitaciones

- El manejo de una vasta cantidad de información al hacer modelos analíticos para una gran cantidad de edificaciones lleva un consumo de tiempo, en esa situación hacer una investigación usando este método (Benedetti-Petrini) resulta adecuado.



- Los habitantes de las viviendas evaluadas no se encontraron en sus viviendas por motivos de trabajo u otros ajenos a su voluntad del investigador, por lo que se tuvo que reprogramar la visita técnica a la vivienda. A pesar de estas limitaciones, la investigación pudo llevarse a cabo.

## **1.5. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

- Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti-Petrini de las viviendas ubicadas en zonas de expansión urbana de la ciudad de Bambamarca.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti-Petrini sobre aspectos estructurales de las viviendas ubicadas en zonas de expansión urbana de la ciudad de Bambamarca.
- Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti-Petrini sobre aspectos constructivos de las viviendas ubicadas en zonas de expansión urbana de la ciudad de Bambamarca.
- Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti-Petrini sobre aspectos geométricos de las viviendas ubicadas en zonas de expansión urbana de la ciudad de Bambamarca.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación o marco referencial

##### Internacionales

Marasco, Noori, Domaneschi, y Gian, (2021) en su investigación “*Seismic vulnerability assessment indices for buildings: Proposals, comparisons and methodologies at collapse limit states*” nos dice que: La evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificios existentes es crucial para la gestión de desastres sísmicos. Aunque se han introducido varias técnicas en los últimos años, aún falta una formulación detallada y un procedimiento operativo para medir el índice de vulnerabilidad. Los estándares y la literatura actuales proponen principalmente enfoques simplificados para una evaluación rápida (por ejemplo, basados en análisis de ingeniería limitados, inspección visual). Este artículo presenta una metodología que combina investigaciones de campo, pruebas experimentales y análisis estructurales no lineales para evaluar la vulnerabilidad sísmica de un edificio escolar de hormigón armado en caso de colapso. Se analizan índices de vulnerabilidad estándar y se proponen fórmulas alternativas, comparándolas con diferentes procedimientos de selección de movimiento del suelo y con otros índices de vulnerabilidad de la literatura.

Zora y Acevedo, (2019) en su investigación: “*Índice de vulnerabilidad sísmica de escuelas del Área Metropolitana de Medellín, Colombia*” estudió un inventario de escuelas ubicadas en las ciudades de Medellín, Itagüí y Sabaneta, Colombia, a través de la aplicación del método del Índice Prioritario, el procedimiento permite identificar, de un grupo de estructuras de pórticos de hormigón reforzado, aquellas que podrían sufrir daño severo o colapso en caso de un evento sísmico importante y, por lo tanto, requieren de una evaluación de vulnerabilidad sísmica detallada. En el desarrollo de esta investigación se propuso incluir

parámetros adicionales al método para la evaluación de las estructuras: año de construcción y presencia de columnas cortas. Finalmente, se identificó un 60% de las estructuras con prioridad alta; este alto porcentaje implica que una gran cantidad de menores estarían en alto riesgo ante la ocurrencia de un evento sísmico.

Villavicencio Cedeño y Marcillo Gutiérrez, (2020) en su investigación “*Evaluación de vulnerabilidad sísmica basada en los métodos benedetti y petrini; fema 154 del edificio carrera de ingeniería agropecuaria - UNESUM*” nos dice que, La Universidad Estatal del Sur de Manabí comprende 13 carreras, entre las cuales se encuentra la carrera de Ingeniería Agropecuaria, que es el enfoque de esta investigación. Las edificaciones que albergan esta carrera fueron construidas en 2010 y reciben aproximadamente a 500 personas diariamente. El objetivo de esta investigación fue evaluar la vulnerabilidad sísmica del Edificio de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria en el contexto de la gestión de riesgos frente a la actividad sísmica. Para lograr esto, se utilizaron las metodologías de Benedetti y Petrini y Fema 154, las cuales evalúan el grado de vulnerabilidad sísmica ante movimientos axiales. Los resultados se describieron de manera cualitativa, utilizando colores para indicar su importancia relativa. Se calificaron los parámetros de acuerdo con los métodos propuestos y se llevó a cabo un ensayo de esclerometría para determinar la resistencia del hormigón en columnas, vigas y losas. El resultado de la investigación indicó que, al comparar ambas metodologías, se obtuvo un único resultado que refleja una vulnerabilidad baja.

## Nacionales

Cajan y Falla, (2020) en su tesis “*Vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti - Petrini de las edificaciones categoría C descritas en la norma E.030 de nueve sectores de la ciudad de Reque, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque*” evaluó los aspectos estructurales, constructivos y geométricos de las viviendas autoconstruidas de la ciudad de Reque. En la metodología de Benedetti - Petrini se emplean encuestas que constan de 11 parámetros, que repercuten en el daño de los edificios, originado por un terremoto y se realizan según su sistema estructural. Como resultado, se determinó que la vulnerabilidad sísmica en la mayoría de las edificaciones de adobe es alta (57.72%); en las de albañilería, media (59.82%) y en las de concreto armado, baja (66.67%). En total, los inmuebles presentaron predominantemente vulnerabilidad media (47.84%) o alta (41.87%), debido a que la mayor parte posee un índice de vulnerabilidad sísmica mayor o igual a 20 y menor a 100.

Tuesta, y otros, (2021) en su investigación “*Vulnerabilidad sísmica estructural de instituciones educativas públicas, aplicando el método de benedetti-petrini*” aplicaron el método de Benedetti y Petrini. Se encontró que la vulnerabilidad sísmica de la Institución Educativa Virgen Asunta, es BAJA, excepto los módulos C y D que presentan una vulnerabilidad MEDIA A BAJA. La vulnerabilidad sísmica de la Institución Educativa Isabel Lynch de Rubio, es BAJA, excepto los módulos D y E que presentan una vulnerabilidad MEDIA A BAJA. La vulnerabilidad sísmica de la Institución Educativa Seminario Jesús María, es BAJA. Finalmente se determinó que el Peligro Sísmico de las tres Instituciones Educativas Públicas del Centro Histórico de Chachapoyas en evaluación es MEDIO y la estimación del Riesgo Sísmico de las 03 Instituciones Educativas es MEDIO.

Vallejos Barrera y Valverde Gutierrez, (2021) en su investigación “*Determinación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti–Petrini en las viviendas de la urbanización Monserrate, provincia de Trujillo, región La Libertad*” determinó la vulnerabilidad sísmica de las viviendas ubicadas en la urbanización Monserrate del distrito de Trujillo, provincia de Trujillo, región La Libertad. El propósito es promover medidas preventivas ante futuros eventos sísmicos para proteger la vida de los residentes, siguiendo las directrices del RNE (NTE.030). Para este fin, se utilizó el método italiano del Índice de Vulnerabilidad propuesto por Benedetti y Petrini, el cual estima un índice de vulnerabilidad basado en las características estructurales que más influyen en su comportamiento sísmico. Estas características se identifican a través de once parámetros que inciden en los daños ocasionados por los eventos sísmicos. Se adaptó un formulario para aplicar este método de acuerdo a las normas locales. Después de aplicar el Método del Índice de Vulnerabilidad de Benedetti y Petrini, se encontró que la mayoría de las viviendas presentan una vulnerabilidad sísmica baja a media. Además, se utilizó el software computacional ETABS 2016.0.0 para modelar y realizar análisis estáticos de las viviendas. Los resultados mostraron que cumplen con los criterios de tener una deriva menor a 0.007 en todos los entrepisos, como se recomienda en la NTE0.30. En conclusión, las viviendas evaluadas en la urbanización Monserrate presentan una vulnerabilidad sísmica baja, lo que sugiere que no deberían sufrir daños estructurales o, al menos, daños significativos en caso de un sismo.

## **Locales**

Salazar Huamán, (2018) en su tesis: “*Vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Jesús*” determinó el nivel de vulnerabilidad sísmica de 30 viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en la ciudad de Jesús. Para llevar a cabo la investigación, se seleccionaron algunos sectores de la ciudad de Jesús como muestra. Se utilizaron las recomendaciones de análisis de vulnerabilidad proporcionadas por Kuroiwa (2012) y Mosqueira (2005) como guía para el desarrollo de la investigación, utilizando un enfoque cualitativo. En el trabajo de campo, se utilizó una ficha de acopio de información para recopilar datos sobre diversos aspectos técnicos y sísmicos de las viviendas, como las características de los principales elementos de la vivienda, las deficiencias de la estructura, los aspectos de los peligros naturales potenciales, el estado actual de la vivienda, la densidad de los muros y la estabilidad de los tabiques en el caso de la vulnerabilidad. La información recopilada se procesó para determinar la vulnerabilidad sísmica. Los resultados muestran que, de las 30 viviendas de albañilería confinada analizadas en la ciudad de Jesús, el 47% presenta una vulnerabilidad sísmica alta, lo cual no contradice la hipótesis planteada. Se concluye que solo algunas de las viviendas en la ciudad de Jesús son vulnerables ante la ocurrencia de un sismo de fuerte intensidad.

Bautista Pérez y Ventura Becerra, (2022) en su tesis: “*Análisis de vulnerabilidad sísmica con método de Benedetti - Petrini en viviendas de albañilería confinada, sector Sargento Lores, Jaen, Departamento De Cajamarca, 2022*” indica que, el objetivo general de esta investigación fue analizar, evaluar y determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica presente con el Método del índice de Vulnerabilidad de Benedetti y Petrini en las viviendas de albañilería en el sector Sargento Lores de la ciudad de Jaén. Los objetivos específicos del proyecto de tesis fueron: evaluar el nivel que pueden soportar las estructuras de viviendas de albañilería confinada ante un evento sísmico, evaluar el proceso constructivo en viviendas de albañilería confinada para precisar el nivel de vulnerabilidad sísmica. En relación al análisis de vulnerabilidad sísmica se pudo concluir que del 100 % de las viviendas, el 30% presenta un rango bajo, el 40% un rango medio y el 30% restante un rango alto.

Arana Rabanal y Chávez Vásquez, (2021) en su investigación “*Vulnerabilidad sísmica de viviendas de albañilería en el barrio Urubamba, Cajamarca 2019*” nos dice que, La finalidad de esta investigación fue determinar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería en el barrio Urubamba, Cajamarca, en el año 2019. Para ello, se utilizó un diseño no experimental, aplicado y transversal, y se aplicó el método del índice de vulnerabilidad sísmica propuesto por Benedetti y Petrini en 1984. El muestreo utilizado fue no probabilístico, basado en el juicio de los autores. La recolección de datos se realizó mediante la técnica de observación, utilizando una ficha o guía de observación como instrumento. El problema identificado en Cajamarca es que las viviendas de albañilería se construyen con baja asistencia técnica, materiales y agregados de baja calidad, y existen zonas de cimentación con pendientes elevadas que influyen en el nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de albañilería. Se determinó que la vulnerabilidad sísmica de las

viviendas de albañilería en el barrio Urubamba de Cajamarca es la siguiente: un 59% presenta vulnerabilidad media a baja, un 39% presenta vulnerabilidad media a alta, y un 2% presenta vulnerabilidad alta. En conclusión, esta investigación logró determinar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería en el distrito de Cajamarca, específicamente en el barrio Urubamba. Se clasificaron los parámetros de acuerdo al método propuesto por Benedetti y Petrini en 1984, y se generó un mapa de vulnerabilidad sísmica de las viviendas en la zona estudiada. Este mapa servirá como guía para la toma de decisiones de los habitantes de la zona y para solicitar apoyo a instituciones locales en la construcción de viviendas con asistencia técnica.



## **2.2. Marco doctrinal de las teorías particulares en el campo de la ciencia en la que se ubica el objeto de estudio (Bases teóricas)**

### **2.2.1. Peligro sísmico**

Desde que el término "peligro" (en inglés: Hazard) fue definido por las Naciones Unidas en 1992 (United Nations, Department of Humanitarian Affairs: UN-DHA, 1992), el concepto ha evolucionado con el avance, desarrollo e implementación del manejo del riesgo, la posibilidad de desastres y la respuesta ante desastres. Los peligros se refieren a procesos, eventos físicos, fenómenos naturales, incidentes tecnológicos o actividades humanas potencialmente dañinos que pueden causar pérdidas de vidas o heridos, daños a la propiedad, alteraciones sociales y económicas y/o degradación ambiental en un área específica y durante un período determinado (ISDR, 2004a, 2007). Los peligros varían en función del espacio y el tiempo, y se caracterizan por su localización, severidad-intensidad-magnitud, frecuencia de recurrencia, tiempo y modo de evolución, y probabilidad de ocurrencia. La magnitud del impacto depende de estos factores, así como de la exposición y vulnerabilidades de los elementos afectados. Es importante reconocer que el desarrollo de una sociedad modifica su exposición a los peligros potenciales a lo largo del tiempo, especialmente si este desarrollo no es armonioso con las condiciones ambientales naturales. Por otro lado, el Earthquake Engineering Research Institute (EERI) define el peligro sísmico como cualquier fenómeno físico asociado a un sismo que puede tener efectos adversos en las actividades humanas (fenómenos asociados a los sismos: sacudimiento del terreno, falla del terreno, licuefacción, expansión lateral, deslizamientos, derrumbes, reptación, etc.). Por lo tanto, este término puede ser puramente descriptivo o evaluado cuantitativamente, dependiendo de la situación (Ocola, 2005).

## **2.2.2. Servicio Web de Consultas para la Determinación del Peligro Sísmico en el Territorio Nacional**

SENCICO brinda el Servicio Web de consultas para la determinación del peligro sísmico probabilístico en el territorio nacional, elaborado a partir del análisis de la data del catálogo sísmico actualizado hasta el 1 de enero del 2021.

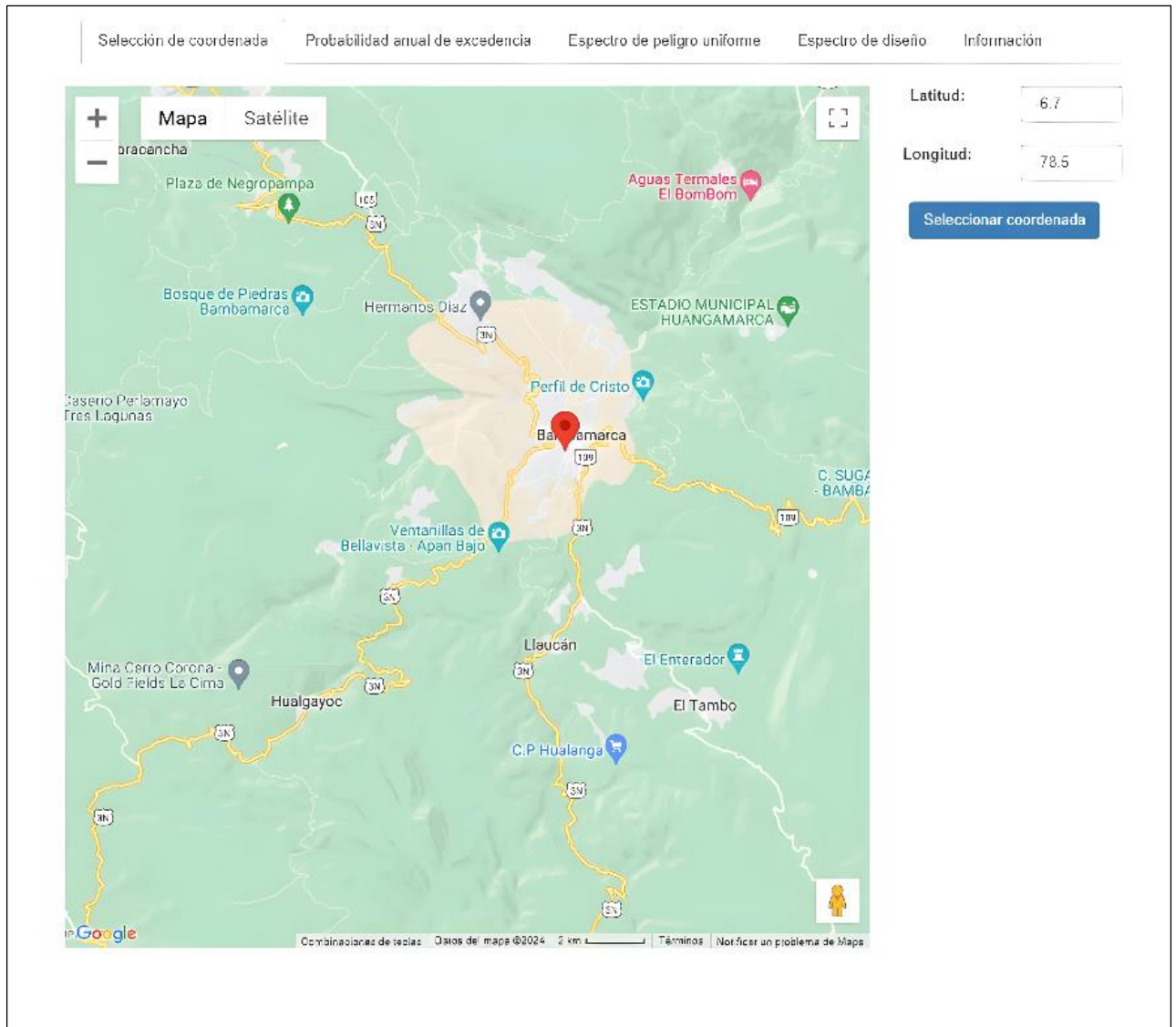
La información del peligro sísmico que se brinda incluye:

- Curvas de Probabilidad Anual de Excedencia vs. Aceleración Espectral, para periodos desde  $T=0.01$  segundos hasta  $T=3.00$  segundos, con incrementos de 0.1 segundos, y para amortiguamientos que fluctúan entre 2 % y 10 %, en una malla con resolución de  $0.10^\circ$  grados geográficos.
- Espectros de peligro uniforme de aceleración para 475 años, 1000 años, 2475 años y cualquier otro periodo de retorno.
- Espectros de diseño sísmico determinados tomando en consideración la Norma E.030-2018 Diseño Sismorresistente (considerando tanto valores de factores de zona "Z" genéricos según las disposiciones de la norma peruana, así como valores de "Z" específicos obtenidos del cálculo de peligro sísmico) y espectros de diseño sísmico determinados según ASCE/SEI 7-16 referidos a edificaciones.

### Figura 3

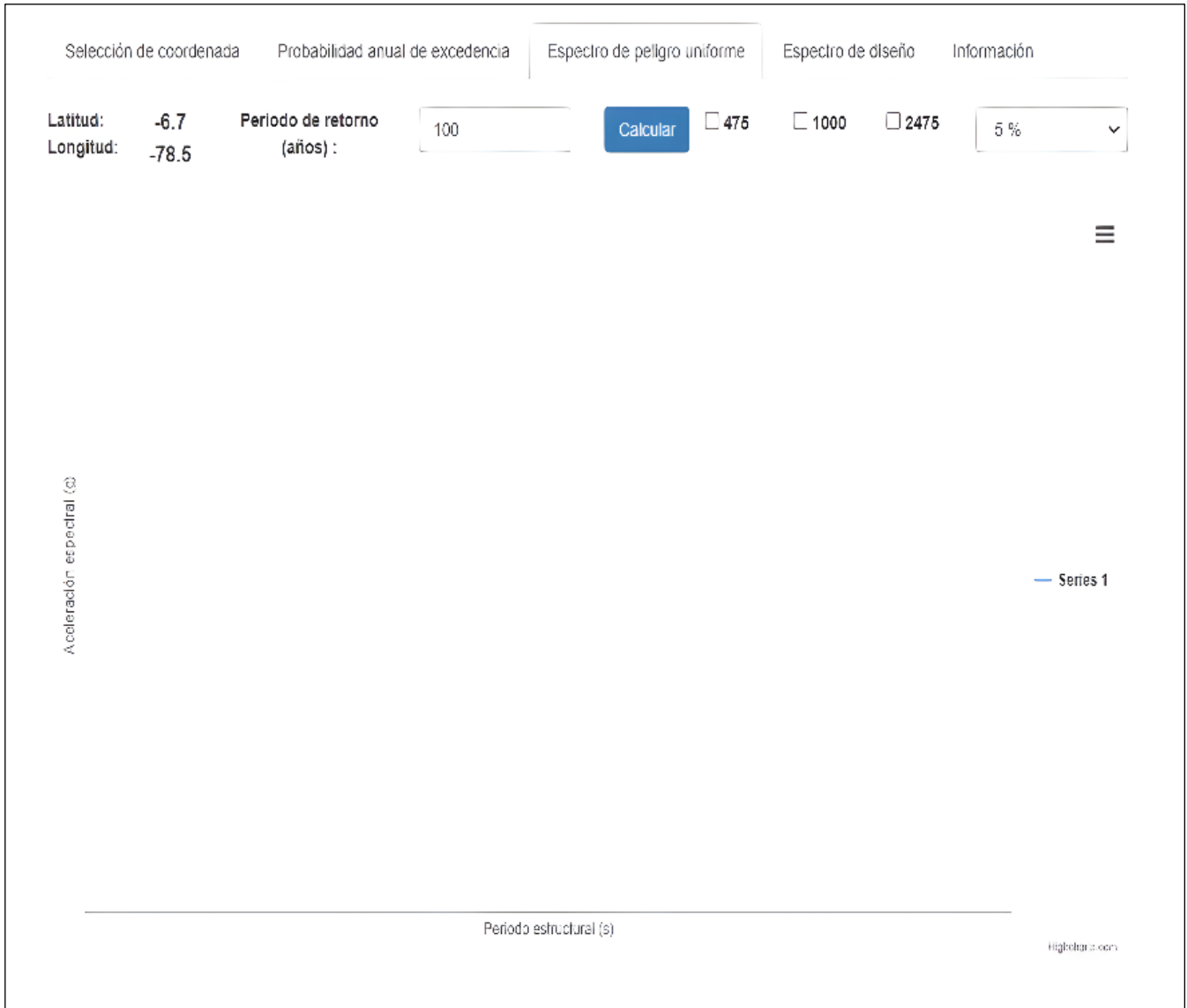
*Interfaz de Consultas para la Determinación del Peligro Sísmico en el Territorio Nacional*

*(Servicio Web de SENCICO).*



## Figura 4

Interfaz para calcular el espectro de peligro uniforme (Servicio Web de SENCICO).

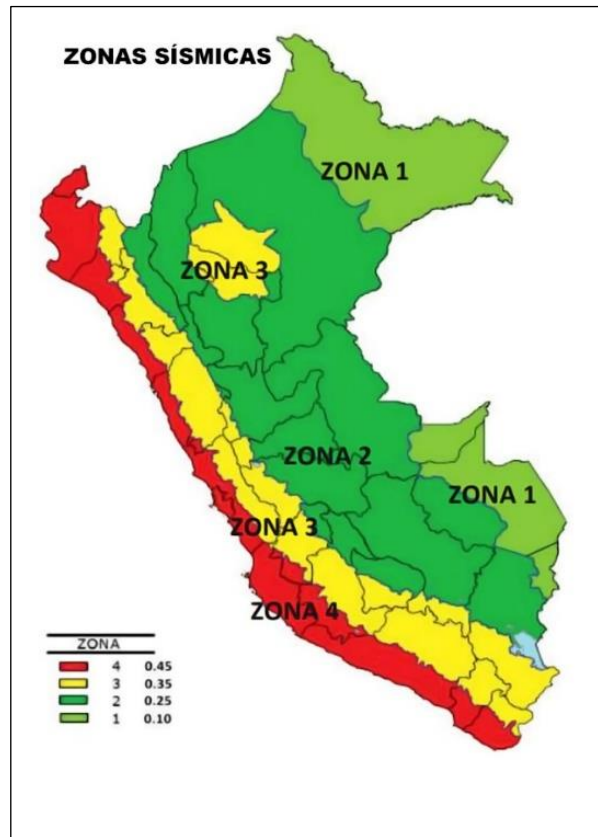


### 2.2.3. Zona sísmica de la ciudad de Bambamarca

La norma técnica peruana E.030 “Diseño Sismo resistente” indica que la ciudad de Bambamarca se encuentra ubicado en una zona sísmica 3.

**Figura 5**

*Mapa de zonificación del Perú (E.030-2019).*



**Tabla 2**

*Valores de zonificación (E.030-2019).*

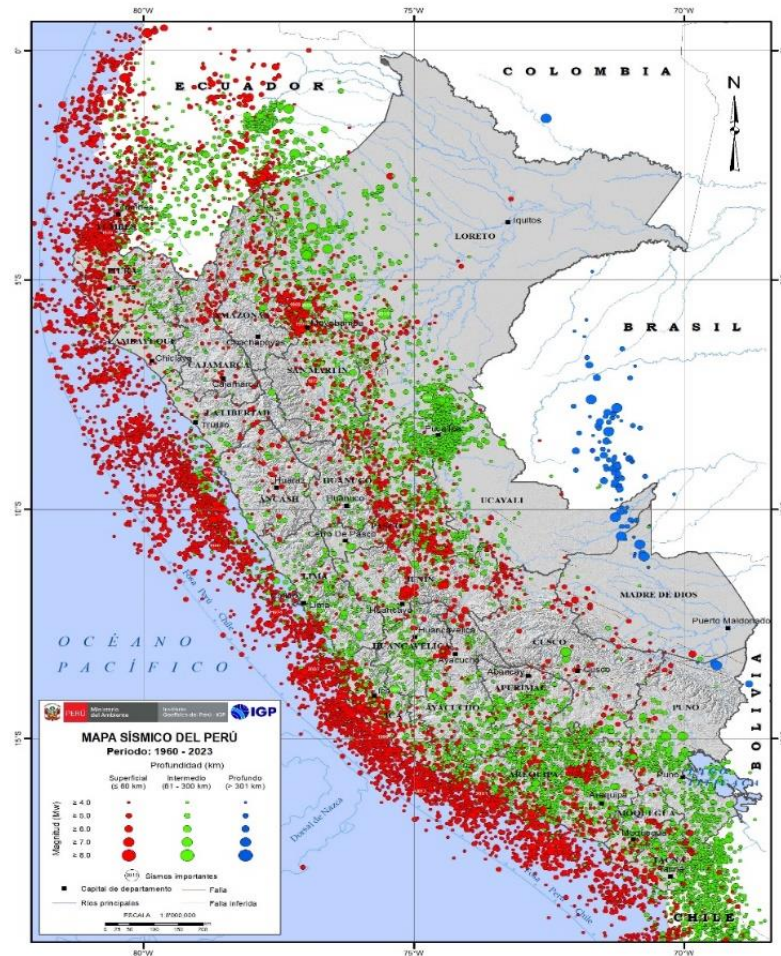
Tabla N° 1 FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

#### **2.2.4. Mapa sísmico del Perú**

El Mapa Sísmico del Perú muestra la distribución espacial de eventos sísmicos con magnitudes iguales o superiores a M4.0 ocurridos desde 1960 hasta la actualidad. Los sismos se clasificaron según la profundidad de sus focos en superficiales, intermedios y profundos. En el mapa, el tamaño de los símbolos representa la magnitud del sismo. En Perú, los sismos se originan en tres fuentes sismogénicas: la superficie de contacto entre las placas de Nazca y Sudamericana, la deformación de la corteza continental y la deformación de la corteza oceánica con focos a profundidades mayores a 61 km. La primera fuente causó el terremoto de Pisco del 15 de agosto de 2007 (8.0 Mw), percibido en la superficie con intensidades de VII-VIII (MM), que provocó más de 500 muertes, miles de damnificados y daños considerables en viviendas. El sismo de Moyobamba del 5 de abril de 1991 (M6.0) se originó en la segunda fuente y causó intensidades de VII (MM) en la superficie con daños severos en viviendas. Un ejemplo de la tercera fuente es el sismo del 24 de agosto de 2011 (M7.0), percibido con intensidades de V (MM) y que provocó licuación de suelos y deslizamientos de rocas en áreas cercanas al epicentro. El Mapa Sísmico indica que la peligrosidad sísmica en Perú es "Alta", con mayor actividad sísmica en las regiones Centro y Sur, y moderada en el Norte. Esta información permite delimitar las zonas sismogénicas en Perú, siendo esencial para estudios de prevención sísmica (Instituto Geofísico del Perú, 2023).

**Figura 6**

*Mapa sísmico 2023 (Instituto Geofísico del Perú, 2023).*



### 2.2.5. Sismo tectónico Regional (Cajamarca)

La tectónica del Perú es compleja, marcada por la colisión y subducción de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana. Este proceso, conocido como subducción, originó la formación de la fosa peruano-chilena, la cordillera de los Andes, los principales sistemas de fallas activas y la continua ocurrencia de numerosos sismos de diversas magnitudes. En la región de Cajamarca, las fallas más significativas incluyen la Falla Chaquilbamba. Esta falla se encuentra en la cordillera Occidental del norte de Perú, entre Chaquilbamba y Marcabal (en el límite de las regiones de Cajamarca y La Libertad), aproximadamente a 13 km al SSE

de Cajabamba. La Falla Chaquilbamba se orienta en dirección NNO-SSE y presenta un buzamiento hacia el SO, con una longitud total conocida de alrededor de 1,5 km (Programa Ciudades Sostenibles, 2014).

#### **2.2.6. Sistemas estructurales predominantes en Bambamarca.**

Bordeando el área urbana consolidada, principalmente hacia el suroeste y siguiendo los caminos, al norte por el Jr. José Olaya hasta el río Año Mayo y la Av. Ricardo Palma, y al sur siguiendo la carretera hacia Llaucán, este sector cuenta con una dotación parcial de servicios básicos (agua potable y energía eléctrica, pero con deficiencia en el sistema de desagüe). El uso predominante del suelo es residencial, con edificaciones recientes de uno y dos pisos con un sistema constructivo predominante de albañilería. No existe un Plan de Desarrollo Urbano, por lo que el proceso de urbanización es espontáneo, aunque hay algunos proyectos de urbanización formal (Programa Ciudades Sostenibles, 2014).

#### **2.2.7. Albañilería**

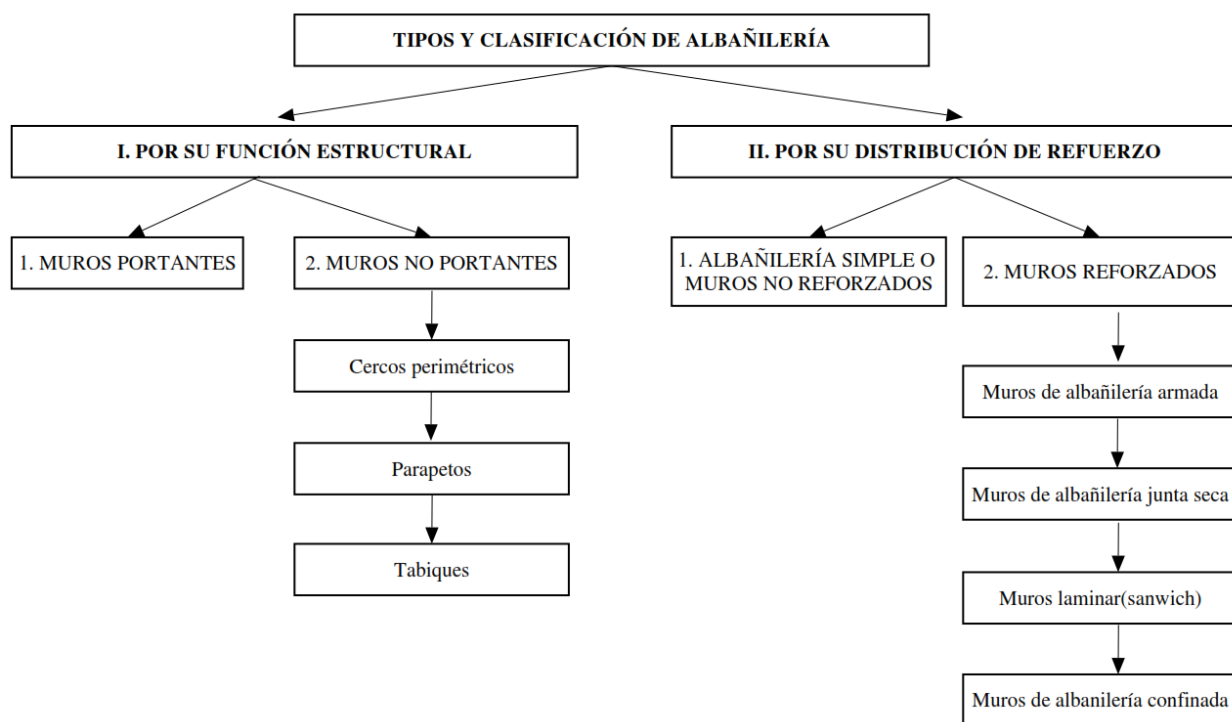
La norma peruana E.070 nos dice que la albañilería o Mampostería es el Material estructural compuesto por "unidades de albañilería" asentadas con mortero o por "unidades de albañilería" apiladas, en cuyo caso son integradas con concreto líquido.

Las edificaciones construidas con albañilería se destacan por emplear muros confinados como componentes estructurales. Estos muros adquieren su resistencia al ser fortalecidos mediante la incorporación de elementos de concreto armado, como vigas y columnas. La particularidad de estas construcciones radica en que están compuestas por unidades de albañilería, como ladrillos de arcilla, sílice calcárea o bloques de concreto (Castañeda Cieza, 2020).



## Gráfico 1

*Tipos y clasificación de albañilería (Castañeda Cieza, 2020).*



### 2.2.8. Vulnerabilidad sísmica

La otra parte esencial para evaluar el riesgo sísmico de una región es la valoración de la vulnerabilidad sísmica de las estructuras construidas por el ser humano. La experiencia adquirida de terremotos anteriores ha demostrado que estructuras del mismo tipo pueden sufrir diferentes grados de daño, incluso si están ubicadas en el mismo sitio (Benedetti, et al, 1988; EERI Committee on Seismic Risk 1989; Yépez, 1996; EMS, 1998). Esto se debe a que algunas estructuras tienen una calidad estructural superior, es decir, son menos vulnerables. Por lo tanto, se puede afirmar que la vulnerabilidad sísmica de una estructura o grupo de estructuras es la calidad estructural o la capacidad de sus elementos para resistir un terremoto (Mena Hernández, 2002).

La vulnerabilidad de una estructura ante un terremoto es una característica intrínseca, independiente de la peligrosidad sísmica del lugar donde se encuentra. Así, una estructura puede ser vulnerable pero no estar en riesgo a menos que se encuentre en una zona con una determinada peligrosidad sísmica. Desde este punto de vista, los estudios de vulnerabilidad sísmica pueden aplicarse a cualquier obra de ingeniería civil, como edificaciones, presas, carreteras, puentes, taludes, depósitos, centrales nucleares, y en general, a cualquier obra cuyo comportamiento ante un terremoto y las posibles consecuencias se necesiten conocer. Una de las primeras tareas en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las estructuras es definir el alcance de los estudios de riesgo sísmico. Este paso es crucial, ya que la vulnerabilidad sísmica puede evaluarse de manera muy específica mediante estudios exhaustivos de las estructuras, o de manera general a través de estudios a nivel urbano. El conocimiento del comportamiento de una estructura es generalmente complejo y depende de numerosos parámetros, muchos de los cuales son difíciles de obtener. Estos parámetros incluyen las características del movimiento sísmico en el lugar, la resistencia de los materiales de construcción, la calidad de la construcción, la interacción con elementos no estructurales, y el contenido presente en la estructura durante el terremoto, entre otros. Sin embargo, en estudios a nivel urbano, es posible reducirse al conocimiento de algunos parámetros básicos para clasificar la estructura, es decir, a la calidad estructural. Generalmente, los estudios sísmicos implican el análisis de grandes áreas, por lo que los estudios a nivel urbano son más factibles. Es importante señalar que estos estudios suelen enmarcarse dentro de un contexto estadístico, por lo que casi todas las estimaciones de vulnerabilidad tienen niveles significativos de incertidumbre asociados. Esto se debe en gran parte a que las estimaciones se realizan sin estudios detallados sobre la construcción, condición y comportamiento de las estructuras. A menudo, la estimación de la vulnerabilidad

se basa en observaciones visuales sin recurrir a cálculos del comportamiento estructural (Mena Hernández, 2002).

La vulnerabilidad sísmica de una edificación puede manifestarse de dos maneras distintas:

#### **A. Vulnerabilidad estructural**

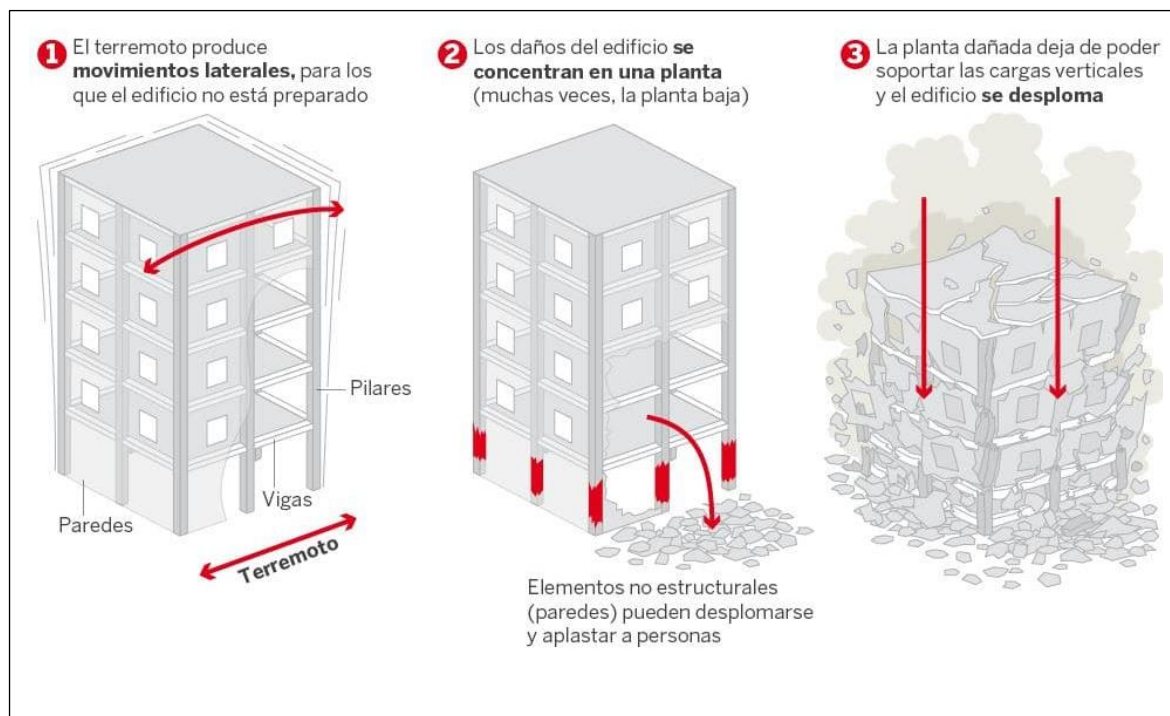
Santos Quispe (2019), simplifica que el nivel de vulnerabilidad de los elementos estructurales, como cimientos, columnas, muros portantes, vigas, losas macizas y aligeradas, se refiere a la propensión de estos componentes a sufrir graves daños en caso de un sismo. Estos elementos están diseñados para transmitir tanto fuerzas verticales como horizontales, y su deterioro significativo puede debilitar la resistencia y estabilidad general de la edificación.

#### **B. Vulnerabilidad no estructural**

Santos Quispe (2019), sintetiza que el nivel de vulnerabilidad de los elementos no estructurales se refiere a la propensión de estos elementos a generar daños a los habitantes en caso de un sismo, dependiendo de su ubicación. Los elementos no estructurales pueden clasificarse en varias categorías, como arquitectónicos (tabiques, ventanas, techos, puertas, cerramientos, cielos rasos, etc.), instalaciones (plomería, calefacción, aire acondicionado, conexiones eléctricas, etc.) y equipos (equipos médicos, equipos mecánicos, muebles, etc.). Su vulnerabilidad puede contribuir a la peligrosidad sísmica, afectando la seguridad y bienestar de las personas en la edificación.

**Figura 7**

*Fallos que pueden producirse en una edificación no sismorresistente ( (Segui, 2018)*



### **2.2.8.1. Métodos para evaluar la vulnerabilidad sísmica**

Cajan y Falla (2020), resume los métodos para evaluar la vulnerabilidad sísmica de la siguiente manera:

#### **A) Métodos cuantitativos**

La evaluación se realiza mediante un modelo matemático de la estructura.

#### **B) Métodos cualitativos**

Emplea descripciones cualitativas para clasificar a las edificaciones.

#### **C) Métodos mixtos**

Es la combinación del enfoque cuantitativo y cualitativo.

### **2.2.8.1.1. Método de Benedetti-Petrini**

la propuesta del índice de vulnerabilidad, desarrollada por los investigadores italianos Benedetti y Petrini en 1984, se basa en datos reales y puede ser utilizado en estudios a nivel urbano en edificios construidos con mampostería no reforzada y hormigón. (Benedetti y Petrini, 1984).

Se consideraron varios factores al seleccionar este enfoque metodológico, entre los cuales se encuentran:

- a) Esta metodología se basa en información empírica obtenida de la realidad.
- b) Puede ser utilizada en investigaciones que abarquen el ámbito urbano.
- c) Esta metodología ha sido previamente aplicada con éxito en varias ciudades de Italia, lo cual llevó a que fuera oficialmente adoptada por un organismo gubernamental encargado de la protección civil.

#### **A. Parámetros del método de índice de vulnerabilidad (Benedetti-Petrini)**

El enfoque desarrollado por Benedetti y Petrini (1982) se basa en la recopilación de información relacionada con diversas características de las edificaciones, como el tipo de construcción, el uso, la calidad de los materiales, la estructura utilizada, aspectos geométricos y los tipos de daños presentes. Estas características se cuantifican como parámetros y se evalúan considerando 11 factores. A cada factor se le asigna una de las clases consideradas, que son cuatro para edificaciones de mampostería de piedra (A, B, C y D en la Tabla 3) cada clase tiene un puntaje específico establecido en función del factor considerado, al cual se le asocia un peso determinado (Benedetti y Petrini, 1984)

## **1. Parámetro 1: Tipo y organización del sistema resistente**

Consiste en analizar el nivel de estructuración de componentes verticales, sin considerar el material utilizado. Lo crucial reside en la existencia y eficacia de la unión entre las paredes (comportamiento tipo “cajón”) (Benedetti y Petrini, 1984).

La puntuación se asigna conforme a la siguiente información:

A: Edificaciones que cumplen con lo descrito en la norma E.070.

B: Edificaciones que presentan, en todas las plantas, conexiones realizadas mediante vigas de amarre en los muros, son edificaciones o muros de albañilería confinada según la definición de la norma peruana.

C: Edificaciones que no presentan vigas de confinamiento en los muros, están construida únicamente con muros de mampostería trabados entre sí.

D: Edificaciones con paredes ortogonales sin conexión.

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

Criterio que analiza la naturaleza de la mampostería empleada, sin tomar en cuenta su resistencia. La evaluación se lleva a cabo considerando dos aspectos: 1) la naturaleza del material y la configuración del elemento de mampostería, y 2) la uniformidad de dicho material a lo largo de la estructura (Benedetti y Petrini, 1984).

La puntuación se asigna conforme a la siguiente información:

A: El sistema resistente del edificio presenta las siguientes características:

- Mampostería con ladrillo de buena calidad con piezas homogéneas y de dimensiones constantes por toda la extensión del muro, ladrillo artesanal que según la norma E.070 que aproximadamente con un  $f'_b = 55 \text{ Kg/cm}^2$  y  $f'_m = 35 \text{ Kg/cm}^2$ .
- Presencia de verticalidad entre las unidades de albañilería.
- Mortero de buena calidad con espesor de la mayoría de las pegas entre 1.0 a 1.5 cm según lo que indica la norma E.070.

B: No presenta una característica de la clase A.

C: No presenta dos características de la clase A.

D: No presenta tres características de la clase A.

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

El factor que demanda cálculos de simplicidad, pero de gran importancia conceptual. Aplicando la suposición del comportamiento de una estructura cerrada y ortogonal (tipo cajón), es factible evaluar de manera bastante precisa la capacidad de resistencia de una edificación ante cargas horizontales. Se emplea un concepto ampliamente utilizado en el ámbito de las estructuras y en las regulaciones de construcción, denominado coeficiente sísmico C. Este se define como la relación entre la máxima resistencia horizontal y el peso total de la edificación. (Benedetti y Petrini, 1984).

Expresado mediante la siguiente fórmula:

$$C = \frac{A_o * t_k}{q * n} \sqrt{\frac{q * N}{1.5 * A_o * t_k * (1 + \gamma)}} \quad \dots\dots\dots Ecuación (1)$$

**Donde:**

Coficiente sísmico C: relación entre la máxima resistencia horizontal y el peso total de la edificación.

$t_k$ : Resistencia a cortante característica del tipo de mampostería en ton/m<sup>2</sup>

$q$ : Peso de un piso por unidad de área cubierta.

$n$ : Relación modular.

$N$ : Número de pisos de la estructura.

$A_x$ : Área total resistente del muro x (m<sup>2</sup>).

$A_y$ : área total resistente del muro y (m<sup>2</sup>).

$A$ : min [ $A_x$ ;  $A_y$ ].

$B$ : max [ $A_x$ ;  $A_y$ ].

$A_o$ : Relación del área mínima total resistente del muro X e Y entre el área total cubierta.

$$A_o = \frac{A}{A_t} \quad \dots\dots\dots Ecuación (2)$$

$\gamma$ : Relación del área máxima total resistente del muro X e Y entre el área mínima total resistente del muro X e Y.

$$\gamma = \frac{B}{A} \quad \dots\dots\dots Ecuación (3)$$

$n$ : Relación modular.



$$n = \frac{1500 * \sqrt{f'_c}}{500 * f'_m} \dots\dots\dots Ecuación (4)$$

$f'_m = t_k = 18 \text{ Ton/m}^2$  es la resistencia a cortante de los paneles de mampostería que, en caso de que no sea viable obtener dicho valor a través de ensayos estándar de laboratorio, se pueden emplear los que se sugieren en la tabla que se presenta a continuación:

**Tabla 3**

*Valores recomendados de esfuerzo cortante máximo para paneles de mampostería (Yépez Moya, Barbat Barbat, y Canas Torres, 1996).*

Material	Esfuerzo cortante (Ton/m <sup>2</sup> )
Ladrillo macizo, calidad regular	9
Piedra mal tallada	2
Piedra bien tallada	8
Ladrillo macizo, buena calidad	18
Bloque ladrillo, mortero cemento	18
Mampostería nueva, ladrillo macizo	20
Mampostería nueva, bloque macizo	20
Mampostería nueva, ladrillo/bloque hueco	18

$f'_c$ : Resistencia del concreto, el acceso a las viviendas para realizar el levantamiento de información es limitado puesto que los propietarios no dan permiso para la realización de ensayos de esclerometría, es por ello que Echeverría Rojas y Monroy Botia (2021), proponen utilizar un  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

Como se nota claramente, el valor “q” representa el peso promedio de un piso por cada unidad de superficie cubierta, incluyendo la contribución tanto de los paneles como de los forjados.

$$q = \frac{(A + B)h}{A_t} * P_m + P_s \quad \dots\dots\dots Ecuación (5)$$

Donde:

q: Peso de un piso por unidad de área cubierta.

At: Área total cubierta (m2).

h: altura de entrepiso (m).

Pm: peso específico de la mampostería ton/m3.

Ps: peso por unidad del área del diafragma ton/m2.

Ax: Área total resistente del muro x (m2).

Ay: área total resistente del muro y (m2).

A: min [Ax;Ay].

B: max [Ax;Ay].

Cuando los paneles resistentes no siguen las direcciones ortogonal X o Y si no que forman un ángulo  $\beta$  diferente de cero con dichos ejes, los valores de Ax y Ay se evalúan multiplicando dichas áreas por  $(\cos\beta)^2$ .

$$\alpha = \frac{C}{C'} \quad \dots\dots\dots Ecuación (6)$$

Donde:

$\alpha$ : Valor normalizado (adimensional).

Coefficiente sísmico C: Factor entre la fuerza horizontal resistente a pie del edificio dividido entre el peso del mismo (adimensional).

$C'$ : Coeficiente sísmico de referencia que se toma según las zonas de amenaza sísmica,  $C'$  lo ubicamos en la zona sísmica del mapa de zonificación del Perú ubicado en la tabla N° 1 Factor de zona “Z” de la norma técnica E.030 (adimensional).

La puntuación se asigna conforme a la siguiente información:

- A: Edificación con  $\alpha \geq 1$
- B: Edificación con  $0.6 \leq \alpha \leq 1$
- C: Edificación con  $0.4 \leq \alpha \leq 0.6$
- D: Edificación con  $\alpha \leq 0.4$

#### **4. Parámetro 4: Posición del edificio y cimentación**

El parámetro 4 es cualitativo que, mediante una inspección a simple vista, evalúa la influencia del terreno y de la cimentación. El análisis se limita a la consistencia y pendiente del terreno, a la posible diferencia entre las cotas de cimentación y a la presencia de terraplén no equilibrado simétricamente (Benedetti y Petrini, 1984).

La puntuación se asigna conforme a la siguiente información:

- A: Cimentadas en suelo rígido, según la NTE E. 070, sin presencia de humedad o sales.
- B: Cimentadas en suelo intermedio y flexible, según la NTE E. 070, sin presencia de humedad o sales.
- C: Cimentadas en suelo intermedio y flexible, según la NTE E. 070, presencia de humedad o sales.
- D: Cimentadas sin asesoría técnica, presencia de humedad o sales y estado deteriorado.

## **5. Parámetro 5: Diafragmas horizontales**

El forjado horizontal en el que se evalúa la calidad del sistema resistente de la losa de entrepiso. Aquí se ve la calidad de conexión que existe entre la losa y el sistema de muros, así como la ausencia de planos de desnivel (Benedetti y Petrini, 1984).

La puntuación se asigna conforme a la siguiente información:

A: Edificaciones con losa aligerada o maciza que tiene: ausencia de desniveles, deformación del diafragma despreciable, conexión eficaz entre diafragma y muro (vigas).

B: No presenta una característica de la clase A.

C: No presenta dos características de la clase A.

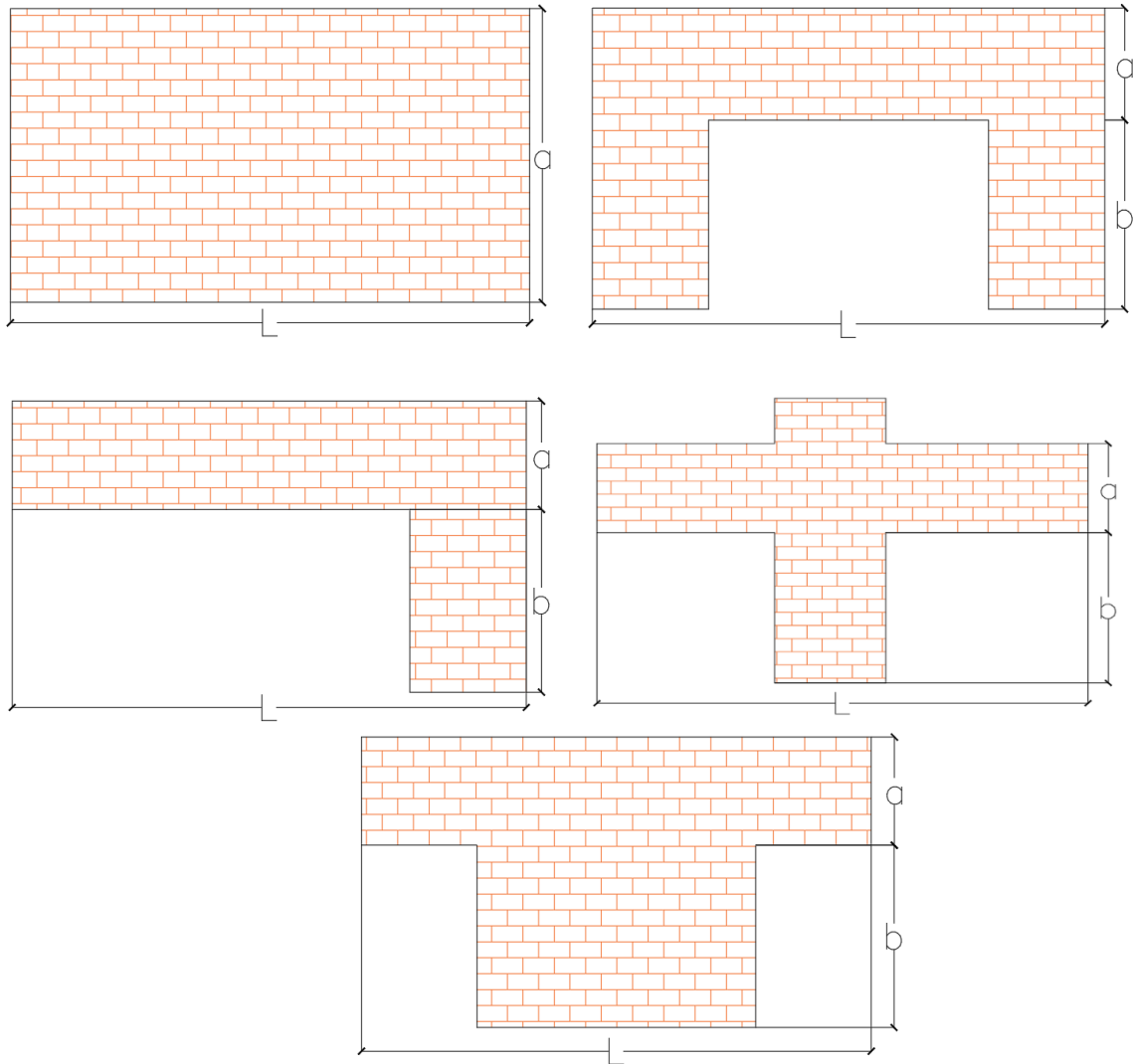
D: No presenta ninguna característica de la clase A.

## **6. Parámetro 6: Configuración en planta**

El parámetro 6: configuración en planta es el comportamiento sísmico de una estructura depende de la forma en planta del mismo. En el caso de estructuras rectangulares es significativo la relación  $\beta_1 = \frac{a}{L}$  entre las dimensiones en planta del lado menor y mayor. También es necesario tener en cuenta las protuberancias del cuerpo principal mediante la relación  $\beta_2 = \frac{b}{L}$  (Benedetti y Petrini, 1984).

## Figura 8

*Configuración en planta de la estructura.*



La puntuación se asigna conforme a la siguiente información:

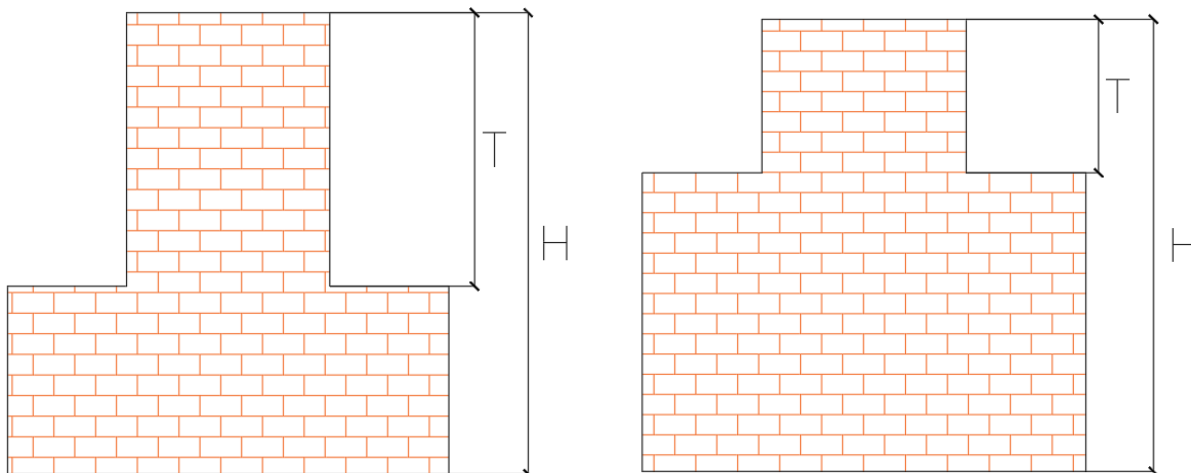
- A: Edificación con  $\beta_1 \geq 0.8$  ó  $\beta_2 \leq 0.1$
- B: Edificación con  $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$  ó  $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$
- C: Edificación con  $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$  ó  $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$
- D: Edificación con  $0.4 > \beta_1$  ó  $0.3 < \beta_2$

## 7. Parámetro 7: Configuración de elevación

La presencia de torretas de altura y masa significativa respecto a la parte restante del edificio se reporta mediante la relación T/H (Benedetti y Petrini, 1984).

**Figura 9**

*Configuración en altura de la estructura.*



La puntuación se asigna conforme a la siguiente información:

A: Si  $0.75 < T/H$

B: Si  $0.50 < T/H \leq 0.75$

C: Si  $0.25 < T/H \leq 0.50$

D: Si  $T/H \leq 0.25$

## 8. Parámetro 8: Distancia máxima entre muros

El presente parámetro es sobre el espaciamiento máximo entre muros, el cual tiene en cuenta espaciamiento excesivo posible entre muros ubicados transversalmente a los muros maestros. La clasificación se define en función del factor L/S, donde S es el espesor del muro maestro y L el espaciamiento máximo (Benedetti y Petrini, 1984).

La puntuación se asigna conforme a la siguiente información:

A: Si  $L/S < 15$

B: Si  $15 < L/S \leq 18$

C: Si  $18 < L/S \leq 25$

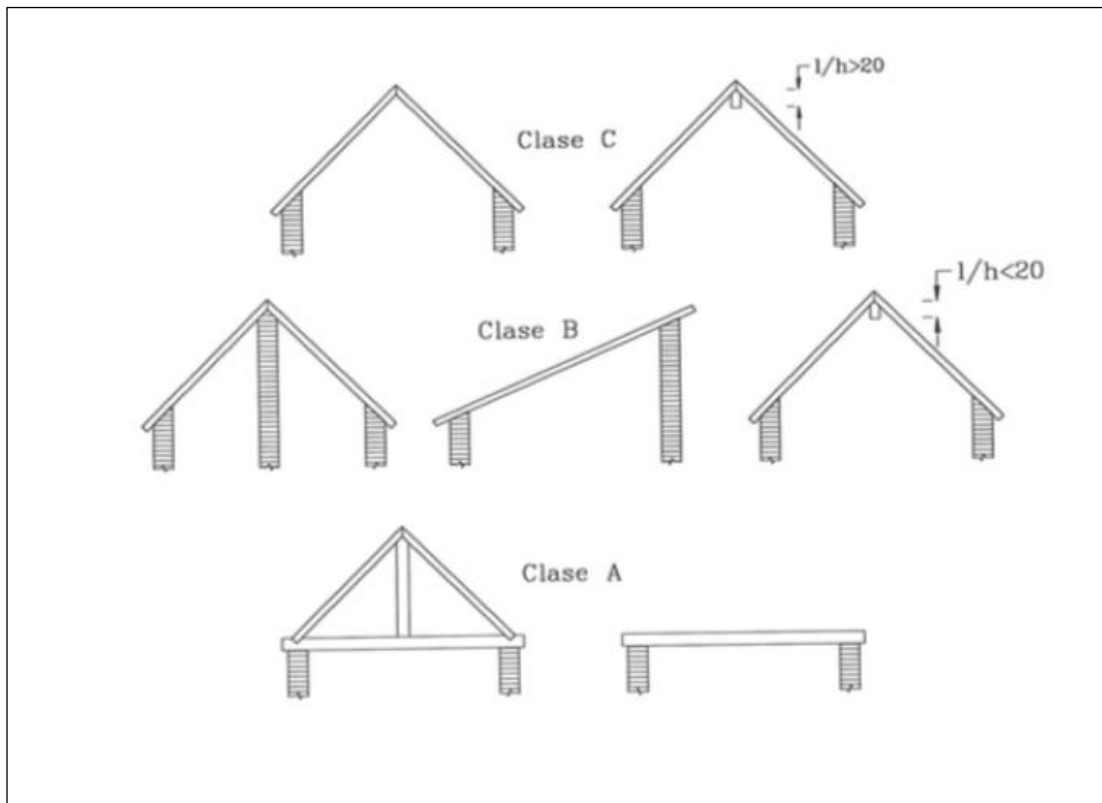
D: Si  $25 < L/S$

### 9. Parámetro 9: Tipo de cubierta

El factor que considera el impacto del estilo de cubierta en el rendimiento sísmico de una estructura. Aspectos como la tipología y el peso son determinantes en este comportamiento. El peso ya ha sido considerado en el parámetro 3, mientras que la tipología se examinará en este parámetro con la asistencia de la figura 11 (Benedetti y Petrini, 1984).

#### Figura 10

*Tipología de cubiertas (Echeverría Rojas y Monroy Botia, 2021).*



La puntuación se asigna conforme a la siguiente información:

A: Cubierta estable y plana, debidamente amarrada a los muros con conexiones adecuadas y de material liviano.

B: Cubierta inestable de material liviano y en buenas condiciones.

C: Cubierta inestable de material liviano en malas condiciones.

D: Cubierta inestable en malas condiciones y con desniveles.

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

El factor que se centra en los elementos no estructurales y su relevancia frente a la ocurrencia de un sismo, que influye en el efecto de un peligro colateral (Benedetti y Petrini, 1984).

La puntuación se asigna conforme a la siguiente información:

A: Edificación sin parapetos y sin cornisas.

B: Edificación sin parapetos con elementos de cornisas bien conectadas a la pared.

C: Edificación con elementos de pequeña dimensión, mal vinculados a la pared.

D: Edificación que presenta cualquier otro tipo de elemento en el techo mal vinculado a la estructura. Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal contruidos, que pueden caer en caso de un terremoto.

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

El criterio relacionado con la condición actual de la estructura, dado que esta tiene un impacto directo en la respuesta de la misma frente a la ocurrencia de un sismo (Benedetti y Petrini, 1984).



La puntuación se asigna conforme a la siguiente información:

A: Muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles.

B: Muros en buena condición, pero con pequeñas fisuras, menores a dos milímetros (2.0 mm).

C: Edificación con fisuras y cuyos componentes estructurales están deterioradas.

D: Muros con fuerte deterioro en sus componentes.

## B. Clasificación de la vulnerabilidad

**Tabla 4**

*Factores de vulnerabilidad, clases y pesos para edificios en mampostería (Benedetti y Petrini).*

FACTOR DE VULNERABILIDAD	PUNTAJE DE LA CLASE				PESO
	A	B	C	D	
1. Tipo y 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 fundación.	0	5	25	45	0.75
5. Presencia de 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. Distancia máxima entre los muros.	0	5	25	45	0.25
9. Tipo de techumbre.	0	15	25	45	1.00
10. Elementos no estructurales.	0	5	25	45	0.25
11. Estado de conservación.	0	5	25	45	1.00

**Tabla 5**

*Asignación de clases a los edificios de mampostería no reforzada (Benedetti y Petrini).*

<b>EDIFICIOS DE MAMPOSTERÍA NO REFORZADA</b>	
<b>CLASES</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
A	Buena o acorde con la normativa
B	Casi buena
C	Casi deficiente
D	Deficiente o insegura

En última instancia, el índice de vulnerabilidad ( $I_v$ ) se calcula como la suma ponderada de cada factor de vulnerabilidad multiplicado por su peso correspondiente.

Esto se logra dividiendo el índice calculado para cada edificio por el valor máximo alcanzable, que se obtiene utilizando la Ec. 2 para edificios de mampostería no reforzada y la Ec. 3 para edificios de hormigón armado (Benedetti & Petrini, 1984).

Fórmula del índice de vulnerabilidad para edificios de albañilería (mampostería).

$$I_v = \sum_{j=1}^{11} (\text{Peso del factor}_j \times \text{Puntaje de clase de factor}_j) \dots\dots\dots \text{Ecuación (7)}$$

Después de calcular el índice de vulnerabilidad ( $I_v$ ) utilizando la metodología de Benedetti-Petrini, el cual varía de 0 a 94.12, se lleva a cabo una interpolación lineal para obtener un índice de vulnerabilidad normalizado en un rango de 0 a 100 (Benedetti & Petrini, 1984).

**Tabla 6***Interpolación lineal para el método.*

<b>INTERPOLACIÓN LINEAL</b>	
0	Buena
$l_v$	$lv_n$
94.12	100

Con el fin de facilitar la interpretación de los resultados obtenidos, se establecieron los rangos de vulnerabilidad definidos por Benedetti y Petrini (1984), que fueron considerados los siguientes:

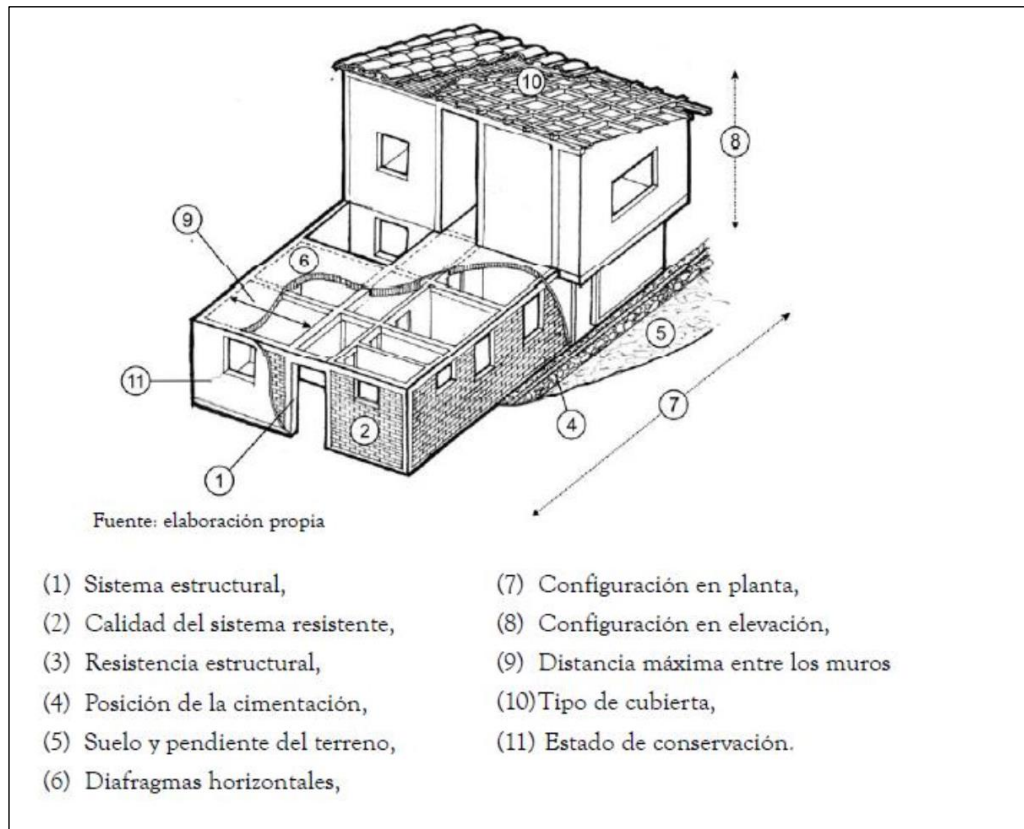
**Tabla 7***Rangos de índices de vulnerabilidad (Secundino Ramirez, 2020).*

<b>ESCALA DE VALORIZACIÓN DE LA VULNERABILIDAD</b>	
Vulnerabilidad	Vulnerabilidad
$0 < l_v norm. < 20$	BAJA
$20 \leq l_v norm. < 40$	MEDIA
$l_v norm. \geq 40$	ALTA

Para la definición del nivel de daño de la edificación, a partir de las funciones o matrices se necesario estimar un índice de vulnerabilidad el cual se base en la calificación de 11 parámetros (ver Figura 7). El concepto de este índice fue introducido por Benedetti y Petrini en Italia (1994), y posteriormente se ha incorporado en la estimación de la vulnerabilidad en otras ciudades como Barcelona, España.

## Figura 11

Parámetros de Benedetti y Petrini representados en una edificación (Benedetti y Petrini, 1984).



Según la base teórica descrita por otros investigadores, resulta crucial llevar a cabo un estudio de vulnerabilidad sísmica en una edificación. Esto nos brinda información sobre su nivel de seguridad, su posible comportamiento y su susceptibilidad al daño causado por sismos. Para este propósito, se puede aplicar el método cualitativo propuesto por los investigadores italianos Benedetti y Petrini (1984), el cual ha sido utilizado y adoptado por numerosos países en sus planes de mitigación de desastres a nivel gubernamental, tal como el caso del GNDT (Grupo Nacional para la Defensa de los Terremotos). Además, los parámetros análogos propuestos en este método guardan una notable similitud con los componentes establecidos en la normativa peruana.

## 2.3. Marco conceptual

### Definición analítica.

**1. Vulnerabilidad sísmica.** Es una variable categórica, que mide el nivel de daño que puede sufrir las viviendas frente a un sismo en el caso de nuestra investigación.

**2. Metodología de Benedetti-Petrini.** Metodología que consiste en encuestas donde se clasifican 11 parámetros relacionados a los aspectos estructurales, constructivos y geométricos de las viviendas.

### 2.4. Definición de términos básicos

**1. Albañilería o Mampostería:** Material estructural compuesto por “unidades de albañilería” asentadas con mortero o por “unidades de albañilería” apiladas, en cuyo caso son integradas con concreto líquido (Norma técnica E.070, 2020).

**2. Densidad de muros.** Se define como la relación del área de los muros al área de la planta del piso en estudio. La relación debe examinarse rigurosamente en las direcciones vertical y horizontal (Universidad Nacional de Ingeniería, 2005)

**3. Muro portante.** Muro diseñado y construido en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior o a la cimentación. Estos muros, deberán una longitud mayor o igual a 1.20 m para ser considerados como contribuyentes de en la resistencia a las fuerzas horizontales (Norma técnica E.070, 2020).

**4. Vivienda.** Lugar cerrado y cubierto construido para ser habitado por personas (RAE, 2021).

## CAPÍTULO III

### PLANTEAMIENTO DE LAS HIPÓTESIS Y VARIABLES

#### 3.3. Hipótesis

##### 3.3.1. Hipótesis general

- Al determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti-Petrini de las viviendas ubicadas en zonas de expansión urbana de la ciudad de Bambamarca es alto.

##### 3.3.2. Hipótesis específicas

- Al determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti-Petrini sobre aspectos estructurales de las viviendas ubicadas en zonas de expansión urbana de la ciudad de Bambamarca es alto.
- Al determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti-Petrini sobre aspectos constructivos de las viviendas ubicadas en zonas de expansión urbana de la ciudad de Bambamarca es alto.
- Al determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti-Petrini sobre aspectos geométricos de las viviendas ubicadas en zonas de expansión urbana de la ciudad de Bambamarca es alto.

#### 3.4. Variables/categorías

- **Variable Independiente.** Método de Benedetti-Petrini.
- **Variable Dependiente.** Vulnerabilidad sísmica

### 3.5. Operacionalización/ categorización de los componentes de las hipótesis

**Tabla 8**

*Operacionalización de los componentes de las hipótesis*

<b>Título:</b> "Vulnerabilidad sísmica aplicando el método Benedetti-Petrini de las viviendas ubicadas en zona de expansión urbana de la ciudad de Bambamarca, 2023"					
Hipótesis	Definición conceptual de las variables/categorías	Variables/ Categorías	Dimensiones	Indicadores/ cualidades	Fuente de instrumento de recolección de datos
Hipótesis general: El nivel de vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti-Petrini de las viviendas ubicadas en zona de expansión urbana de la ciudad de Bambamarca es alto	Es el nivel de daño que pueden sufrir las edificaciones durante un sismo y depende de las características del diseño de la edificación, de la calidad de materiales y de la técnica de construcción	Vulnerabilidad sísmica	Alta	Índice de vulnerabilidad sísmica mayor a 40	Cálculo de acuerdo al método Benedetti-Petrini
			Media	Índice de vulnerabilidad sísmica mayor o igual a 20 y menor a 40	
			Baja	Índice de vulnerabilidad sísmica mayor o igual a 0 y menor a 20	
		Método de Benedetti-Petrini	Aspectos estructurales	Tipo y organización del sistema resistente	Formatos de encuestas
				Resistencia convencional	
			Aspectos constructivos	Calidad del sistema resistente	
				Posición del edificio y la cimentación	
				Diagramas horizontales	
				Distancia entre muros	
				Tipos de cubierta	
Elementos no estructurales					
Estado de conservación					
Aspectos geométricos	Configuración en planta				
	Configuración en elevación				

# CAPÍTULO IV

## MARCO METODOLÓGICO

### 4.3. Ubicación geográfica

Departamento : Cajamarca

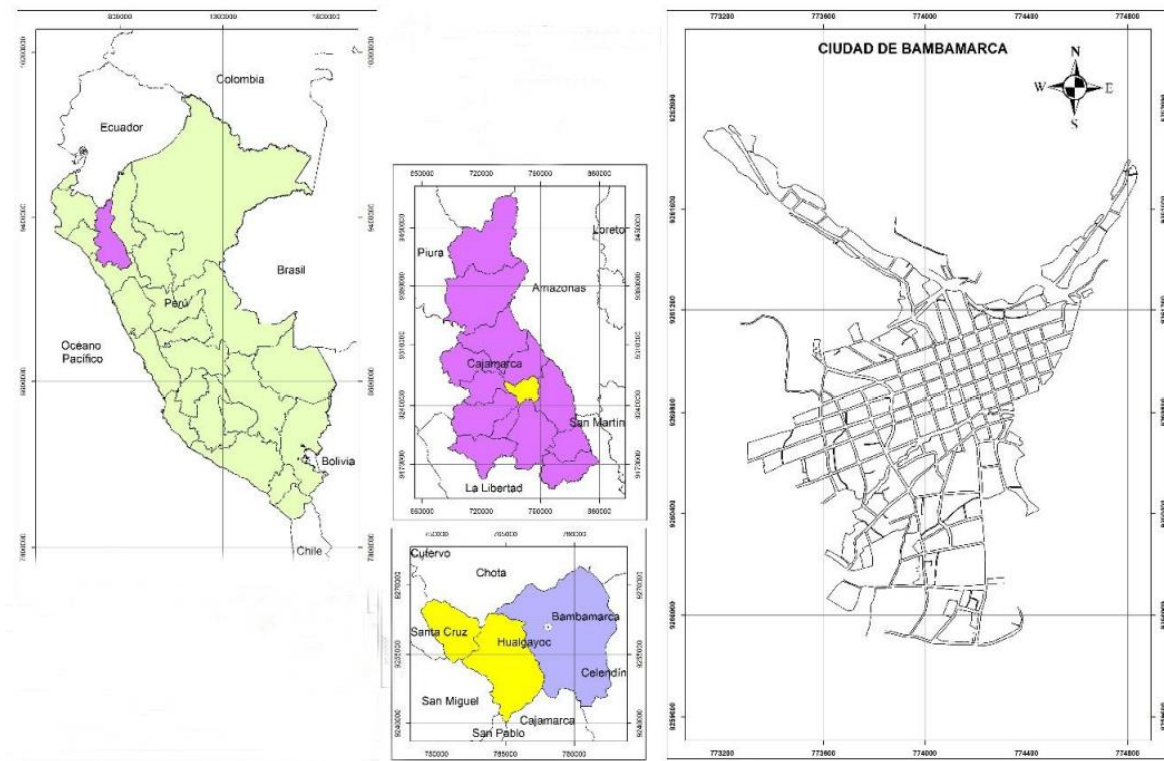
Provincia : Hualgayoc

Distrito : Bambamarca

Localidad : Bambamarca

**Figura 12**

*Ubicación geográfica de Bambamarca*



Bambamarca, es uno de los 3 distritos de la provincia de Hualgayoc, siendo Bambamarca sede capital provincial y Hualgayoc es una de las 13 provincias de la región Cajamarca, a una altitud de 2526 m.s.n.m.



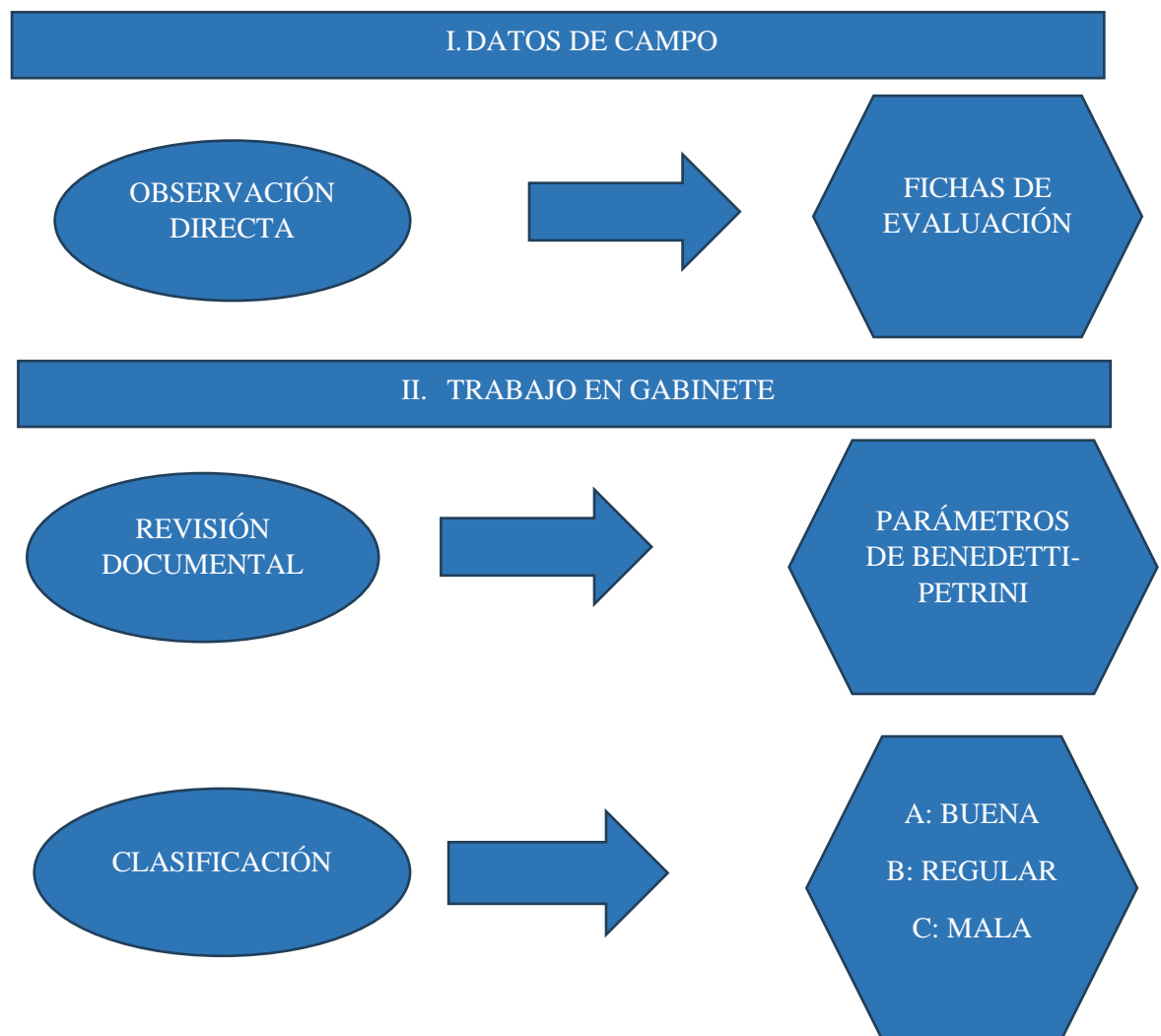
#### 4.4. Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación será aplicativa, cualitativa y descriptiva. En el ámbito de esta investigación, se empleó la metodología propuesta por Benedetti-Petrini, que consiste en determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica (alto, medio y bajo) de las viviendas en zonas de expansión urbana de la ciudad de Bambamarca.

##### A. Flujograma de la investigación

**Figura 13**

*Flujograma de la investigación*



#### 4.4.1. Fichas de evaluación para viviendas de albañilería utilizando el método

##### Benedetti – Petrini.

##### A. Datos generales

Se refiere a la información destacada de la vivienda evaluada, incluye el número de vivienda, su ubicación, la fecha, el responsable evaluador y una fotografía de la vivienda evaluada.

**Figura 14**

*Ficha de evaluación para estructuras de albañilería: datos generales.*

FICHA DE EVALUACIÓN PARA ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA UTILIZANDO EL MÉTODO DE BENEDETTI - PETRINI		TIPOLOGÍA: ALBAÑILERÍA
TESIS: "VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL MÉTODO DE BENEDETTI-PETRINI DE LAS VIVIENDAS UBICADAS EN ZONAS DE EXPANSIÓN URBANA DE LA CIUDAD DE BAMBAMARCA, 2023"		
DATOS REFERENCIALES:	Vivienda N° :	
	Departamento :	Cajamarca
	Provincia :	Hualgayoc
	Distrito :	Bambamarca
	Barrio :	José Olaya
	Dirección :	
	Fecha :	/12/2023
	Responsable :	Ing. Condor Pósito, Ever Osmar
		Fotografía de la vivienda

##### B. Parámetros de Benedetti-Petrini

##### 1. Organización del sistema resistente

Se anotó la existencia de supervisión técnica durante la construcción del edificio. Además, se especificó el tipo de sistema estructural y los defectos previsibles que pueden ser detectados visualmente.

**Figura 15**

*Ficha de evaluación para estructuras de albañilería: parámetro 1 (Benedetti – Petrini).*

PARÁMETROS DE BENEDETTI - PETRINI	
1.TIPO Y ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE	Clase:
<i>Marcar según lo observado:</i>	
Asesoría técnica :	<input type="checkbox"/>
Nueva construcción y/o reparación según Norma E.070:	<input type="checkbox"/>
Elementos de arriostre horizontales y verticales :	<input type="checkbox"/>
Deficiencias en confinamiento y proceso de construcción:	<input type="checkbox"/>
Muros sin confinar o autoconstrucción :	<input type="checkbox"/>

## 2. Calidad del sistema resistente

Se detallaron los rasgos de los muros construidos con albañilería, incluyendo información específica sobre el material utilizado, la disposición de las piezas y el tipo de mortero empleado.

**Figura 16**

*Ficha de evaluación para estructuras de albañilería: parámetro 2 (Benedetti – Petrini).*

2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE	Clase:			
<i>Marcar según lo observado:</i>				
Muros con mampostería industrial	:	<table border="1"><tr><td>SI</td><td>NO</td></tr></table>	SI	NO
SI	NO			
Muros con mampostería artesanal	:	<table border="1"><tr><td>SI</td><td>NO</td></tr></table>	SI	NO
SI	NO			
Buena trabazón en mampostería	:	<table border="1"><tr><td>SI</td><td>NO</td></tr></table>	SI	NO
SI	NO			
Mortero de buena calidad (9 - 12mm)	:	<table border="1"><tr><td>SI</td><td>NO</td></tr></table>	SI	NO
SI	NO			

## 3. Resistencia convencional

Se proporcionaron especificaciones sobre el número de niveles y diafragmas, la altura entre piso, así como el área total construida y de cubierta.

**Figura 17**

*Ficha de evaluación para estructuras de albañilería: parámetro 3 (Benedetti – Petrini).*

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL	Clase:	
<i>Especificar según lo observado:</i>		
Número de pisos (N)	:	_____
Ax: área de muros en X (m <sup>2</sup> )	:	_____
Ay: área de muros en Y (m <sup>2</sup> )	:	_____
h: Altura promedio de entrepiso (m)	:	_____
pm: Peso de mampostería (tn/m <sup>3</sup> )	:	_____
Número de diafragmas (M)	:	_____
ps: Peso del diafragma (tn/m <sup>2</sup> )	:	_____

## 4. Posición del edificio y cimentación

Se verificó la presencia de sales y filtraciones, y se evaluó la condición de conservación.

## Figura 18

Ficha de evaluación para estructuras de albañilería: parámetro 4 (Benedetti – Petrini).

4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN	Clase:	
<i>Marcar según lo observado:</i>		
Presencia de sales	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
Presencia de filtraciones	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
Estado de conservación deteriorado	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO

## 5. Diafragmas horizontales

Se proporcionaron todos los detalles del diafragma horizontal.

## Figura 19

Ficha de evaluación para estructuras de albañilería: parámetro 5 (Benedetti – Petrini).

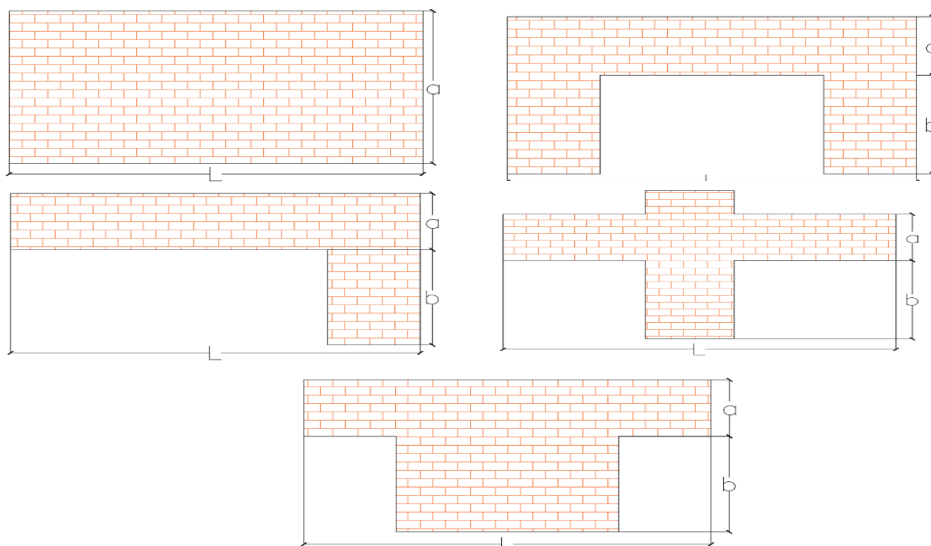
5. DIAFRAGMAS HORIZONTALES	Clase:	
<i>Marcar según lo observado:</i>		
Discontinuidades abruptas	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
Buena conexión diafragma-muro	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
Deflexión del diafragma	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO

## 6. Configuración en planta

La respuesta sísmica de un edificio está influenciada, en parte, por su configuración en planta.

## Figura 20

Configuración en planta de la estructura.



### Figura 21

Ficha de evaluación para estructuras de albañilería: parámetro 6 (Benedetti – Petrini).

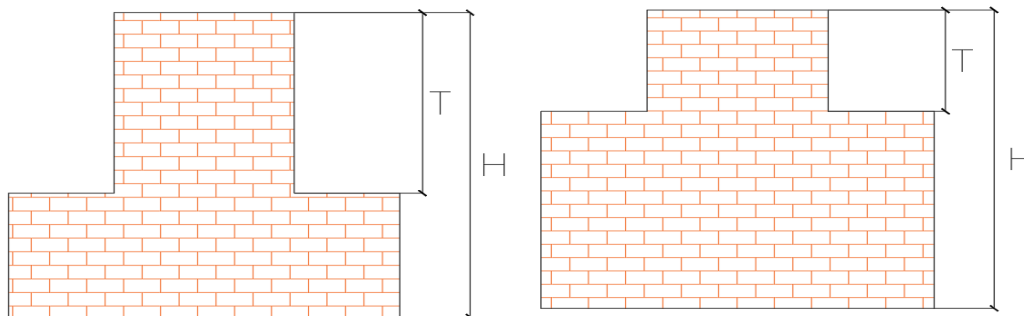
6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA	Clase:
<i>Especificar los siguientes datos:</i>	
X <sub>mín</sub> = _____	Y <sub>mín</sub> = _____
X <sub>máx</sub> = _____	Y <sub>máx</sub> = _____

### 7. Configuración de elevación

Se calcularon en el procesamiento de datos.

### Figura 22

Configuración en altura de la estructura.



### Figura 23

Ficha de evaluación para estructuras de albañilería: parámetro 7 (Benedetti – Petrini).

7. CONFIGURACIÓN DE ELEVACIÓN	Clase:
<i>Especificar y marcar según lo observado:</i>	
Aumento o reducción de masas o áreas (%) :	<input type="text"/>
Piso blando :	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
Irregularidad del sistema resistente :	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO

### 8. Distancia máxima entre muros o columnas

Se calcularon en el procesamiento de datos.

### Figura 24

Ficha de evaluación para estructuras de albañilería: parámetro 8 (Benedetti – Petrini).

8. DISTANCIA MÁXIMA ENTRE MUROS	Clase:
<i>Especificar:</i>	
L (espaciamiento de muros trans. en metros) :	_____
S (espesor del muro maestro en metros) :	_____
Factor L/S :	_____

## 9. Tipo de cobertura

Se describió la condición actual de la cubierta.

**Figura 25**

*Ficha de evaluación para estructuras de albañilería: parámetro 9 (Benedetti – Petrini).*

9. TIPO DE CUBIERTA	Clase:	
<i>Marcar según lo observado:</i>		
Cubierta estable	: <input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
Adecuada conexión cubierta-muro adecuado	: <input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
Cubierta plana	: <input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
Material liviano	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
Cubierta en buenas condiciones	: <input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO

## 10. Elementos no estructurales

Se analizó la unión entre el sistema estructural y los elementos no estructurales.

**Figura 26**

*Ficha de evaluación para estructuras de albañilería: parámetro 10 (Benedetti – Petrini).*

10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	Clase:	
<i>Calificar con bueno (B), regular (R), malo (M), según conexión al S.R:</i>		
Cornisa y parapetos	:	<input type="text"/>
Tanques de agua prefabricados	:	<input type="text"/>
Balcones y volados	:	<input type="text"/>
Pequeños elementos	:	<input type="text"/>

## 11. Estado de conservación

Se determinó el estado de conservación de la construcción.

**Figura 27**

*Ficha de evaluación para estructuras de albañilería: parámetro 11 (Benedetti – Petrini).*

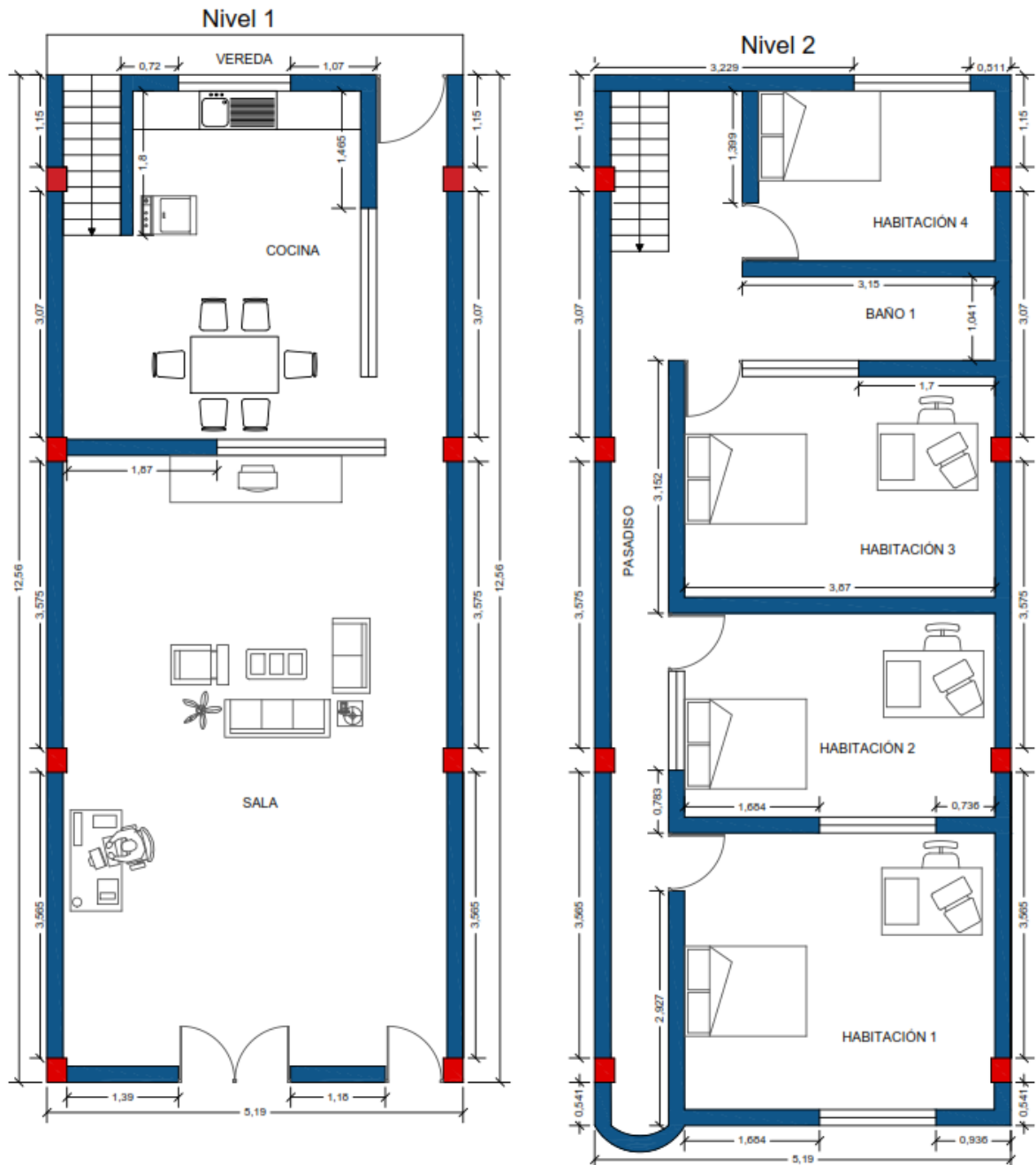
11. ESTADO DE CONSERVACIÓN	Clase:	
<i>Marcar según lo observado en la estructura:</i>		
Muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles	:	<input type="text"/>
Muros en buenas condiciones, pero con fisuras pequeñas	:	<input type="text"/>
No presenta fisuras, pero se encuentra en mal estado de conservación:		<input type="text"/>
Muros con fuerte deterioro en sus componentes	:	<input type="text"/>

### 4.2.1.1. Planos de la vivienda

Se muestra el diseño arquitectónico de la vivienda, proporcionando una visión más completa de cómo están distribuidos los muros y elementos clave, lo cual es fundamental para evaluar la vulnerabilidad sísmica del hogar.

**Figura 28**

*Plano arquitectónico de la vivienda 1.*



#### 4.2.1.2. Fotografías de la vivienda

Se muestran las imágenes correspondientes a la inspección técnica de las residencias, permitiendo observar su condición actual e identificar posibles defectos constructivos en las viviendas.

##### Fotografía 1

*Inspección técnica de la vivienda 1.*





#### **4.4.2. Trabajo en campo**

##### **4.2.1.1. Elección y descripción de la zona de estudio.**

Para la elección de la zona de estudio, se examinó el plano del distrito de Bambamarca, identificando viviendas en la zona de expansión urbana del barrio José Olaya que son más susceptibles a eventos sísmicos debido a diversos factores como las tipologías de suelo, la topografía y la presencia de sistemas estructurales deficientes en el proceso de construcción, entre otros posibles errores que podrían ocasionar daños en las viviendas.

Se eligieron 16 viviendas en el barrio José Olaya, localizado en el distrito de Bambamarca, perteneciente a la provincia de Hualgayoc, ubicada en el departamento de Cajamarca.

#### **4.4.3. Trabajo de gabinete**

##### **4.2.1.2. Procesamiento de datos**

La información recopilada fue transferida, generando una base de datos que abarca el registro visual de cada construcción en la población analizada, junto con su encuesta correspondiente en Microsoft Excel.

Luego, se elaboraron los bocetos de los diseños de los planos de las viviendas dentro de la muestra utilizando la herramienta de software AutoCAD 2024.

Después, mediante una macro en Microsoft Excel, se ingresó la información recolectada a través de las encuestas de Benedetti - Petrini relacionadas con los aspectos estructurales, constructivos y geométricos de cada construcción.

##### **4.2.1.3. Asignación de clases A, B, C y D**

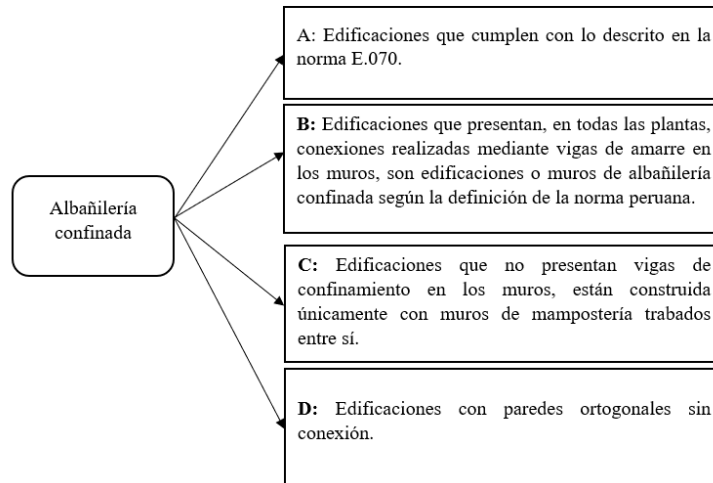
Se examinaron los 11 parámetros contemplados en la metodología de Benedetti - Petrini, clasificándolos como A, B, C o D en función de las características estructurales, constructivas y geométricas de cada construcción.

## Parámetro 1: Tipo y organización del sistema resistente

Los principios para la clasificación del parámetro 1 son los siguientes:

### Figura 29

*Clasificación del parámetro 1: tipo y organización del sistema resistente.*

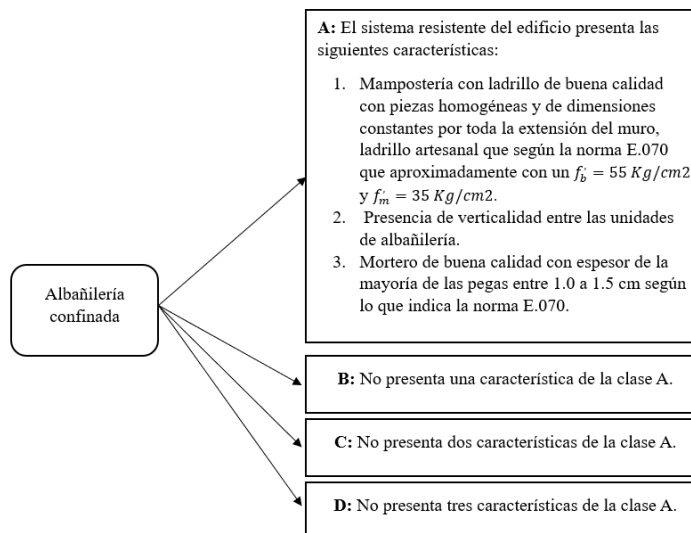


## Parámetro 2: Calidad del sistema resistente

La determinación de la categoría en el parámetro 2 se llevó a cabo de acuerdo con las directrices indicadas.

### Figura 30

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

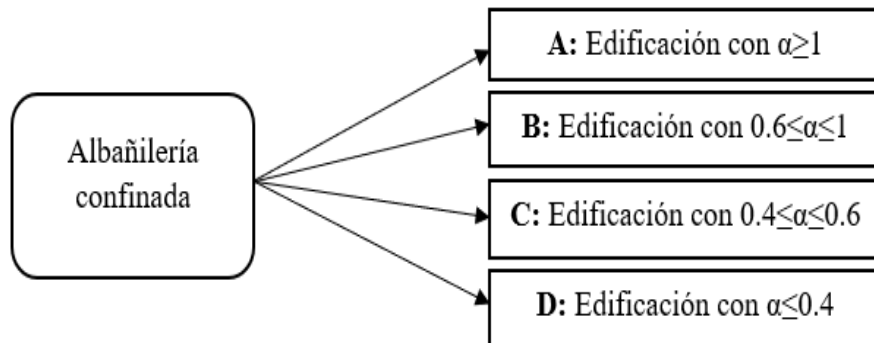


### Parámetro 3: Resistencia convencional

Los rangos para clasificar al parámetro 3 fueron los siguientes:

**Figura 31**

*Clasificación del Parámetro 3: Resistencia convencional.*

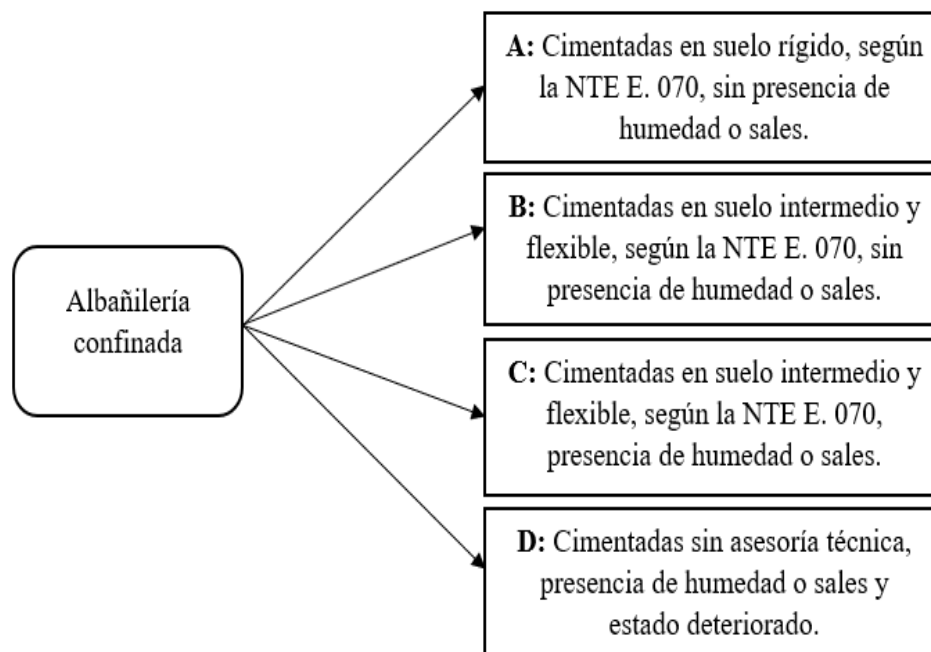


### Parámetro 4: Posición del edificio y cimentación

La categorización estuvo condicionada por los siguientes factores:

**Figura 32**

*Clasificación del Parámetro 4: Posición del edificio y cimentación.*

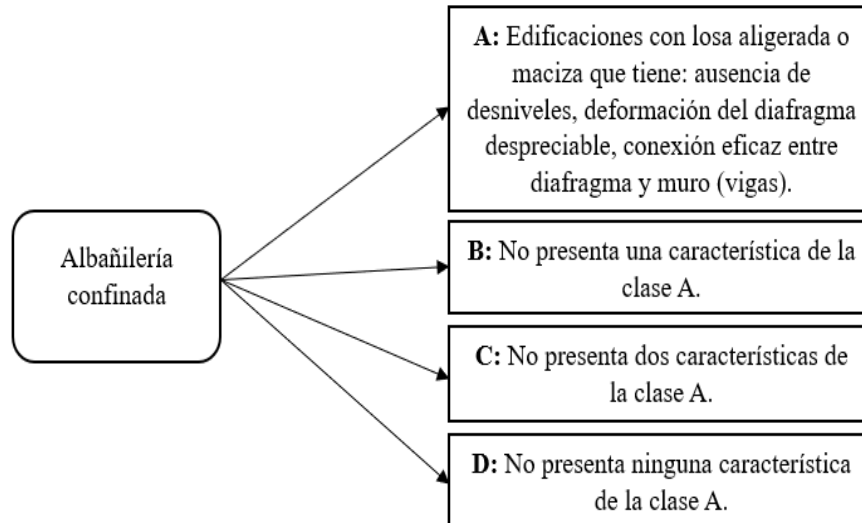


### Parámetro 5: Diafragmas horizontales

La categorización del parámetro se realizó siguiendo las pautas proporcionadas en la figura 33.

**Figura 33**

*Clasificación del Parámetro 5: Diafragmas horizontales.*

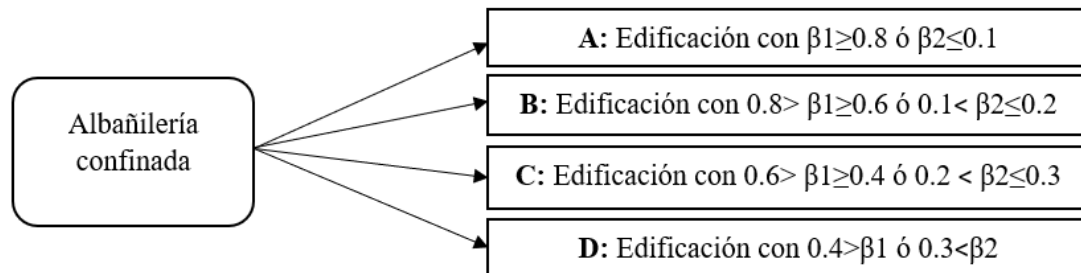


### Parámetro 6: Configuración en planta

La asignación de la categoría se basó en las indicaciones presentes en la figura 34.

**Figura 34**

*Clasificación del Parámetro 6: Configuración en planta.*

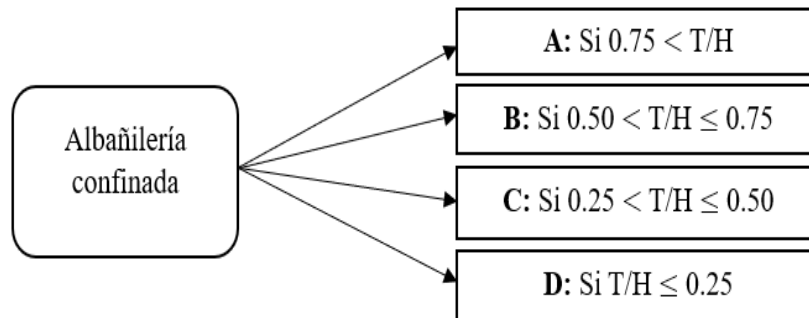


### Parámetro 7: Configuración de elevación

Las pautas de clasificación del parámetro 7 están especificadas en la figura 35.

**Figura 35**

*Clasificación del Parámetro 7: Configuración de elevación.*

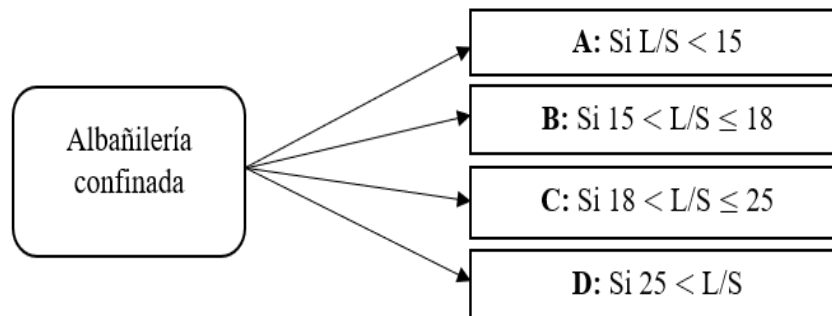


### Parámetro 8: Distancia máxima entre muros

La categorización del parámetro 8 se llevó a cabo de acuerdo con la figura 18.

**Figura 36**

*Clasificación del Parámetro 8: Distancia máxima entre muros.*

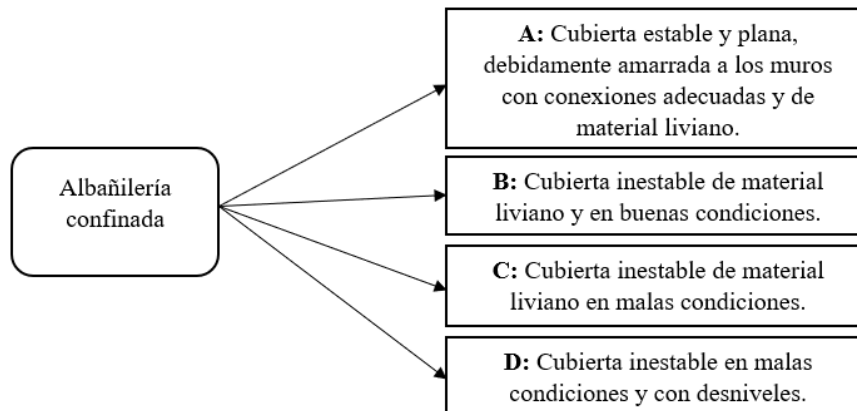


### Parámetro 9: Tipo de cubierta

Los principios para la clasificación del parámetro 9 están especificadas en la figura 37.

**Figura 37**

*Clasificación del Parámetro 9: Tipo de cubierta.*

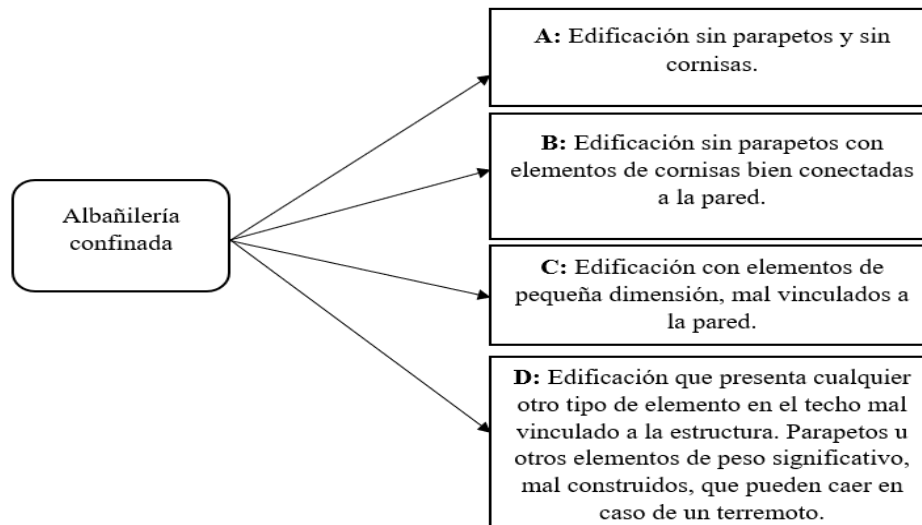


### Parámetro 10: Elementos no estructurales

La categorización se basó en las características detalladas en la figura 20.

**Figura 38**

*Clasificación del Parámetro 10: Elementos no estructurales.*

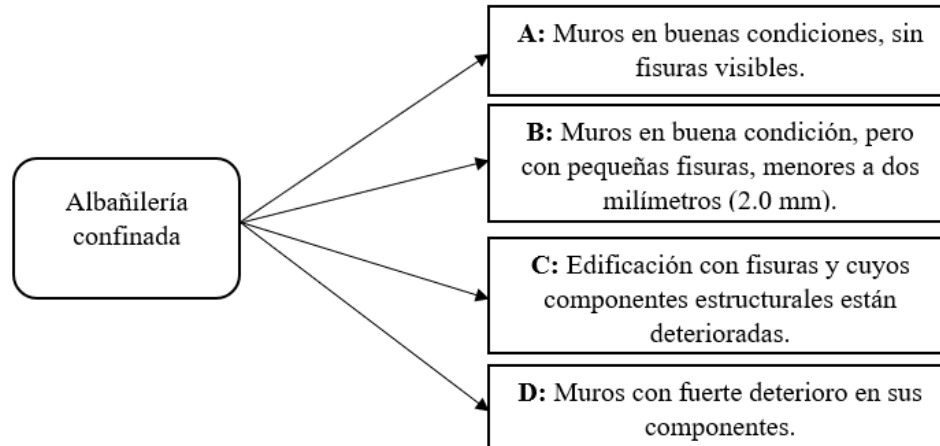


### Parámetro 11: Estado de conservación

La categorización del parámetro 11 se realizó de acuerdo con las pautas proporcionadas en la figura 21.

#### Figura 39

*Clasificación del Parámetro 11: Estado de conservación.*



#### 4.2.1.4. Ejemplo de Aplicación del método italiano Benedetti – Petrini

### Edificaciones de albañilería

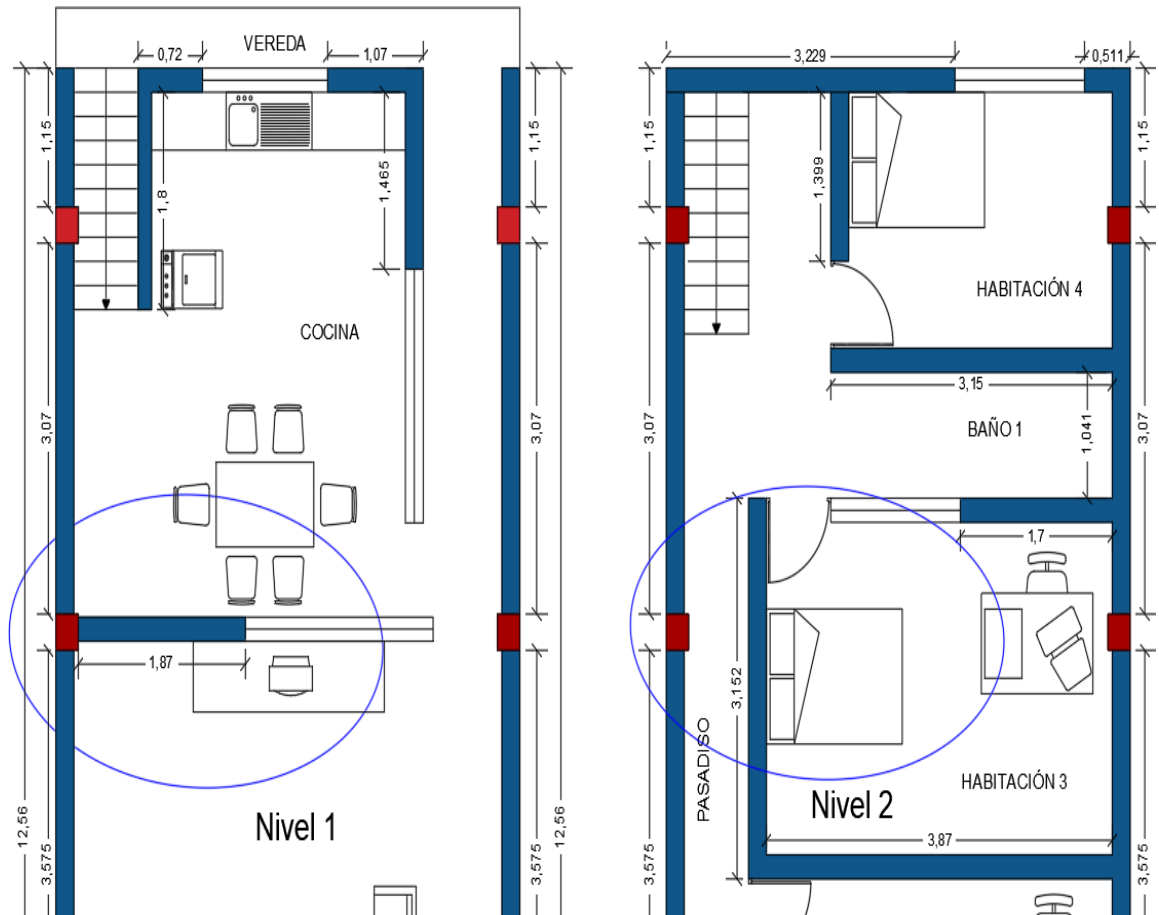
#### A) Evaluación de los 11 parámetros del método italiano Benedetti - Petrini

##### Parámetro 1: Tipo y organización del sistema resistente

En la edificación no se consideró la NTE E. 070 Albañilería tanto en el diseño como en la construcción, tampoco presenta vigas de amarre y está constituida únicamente por muros ortogonales bien ligados.

#### Figura 40

Organización del sistema resistente de la vivienda N° 01.





Como observamos en la figura 40 la edificación no cumple con el principio de albañilería confinada estipulada en la norma E.070 en el capítulo 2 en el artículo 3.17 el cual nos indica que la edificación debe tener una continuidad de muros en forma vertical, por lo tanto, no cumple con los requisitos de la norma E.070.

## Fotografía 2

*Conexión sin viga de amarre en los muros*

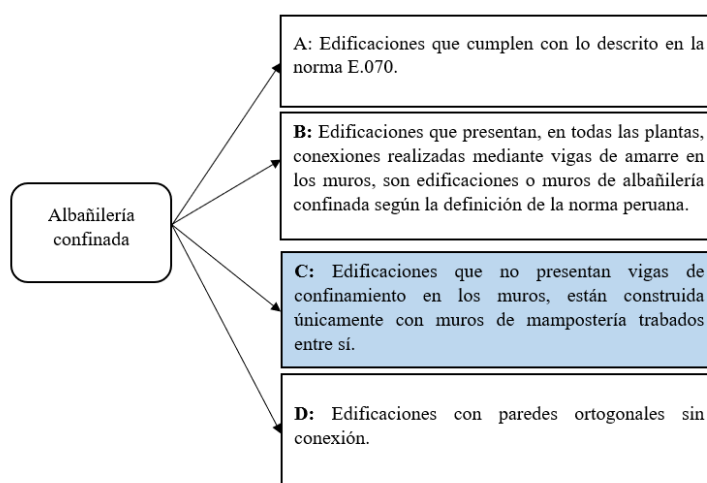


Como observamos en la fotografía 2, los muros no presentan vigas de amarre.

Clasificamos el parámetro 1 como indica la figura 41.

## Figura 41

*Clasificación del parámetro 1: vivienda 1.*



- Por lo tanto; se le asigna la clase C.

## Parámetro 2: Calidad del sistema resistente

La edificación presenta las siguientes características:

### Fotografía 3

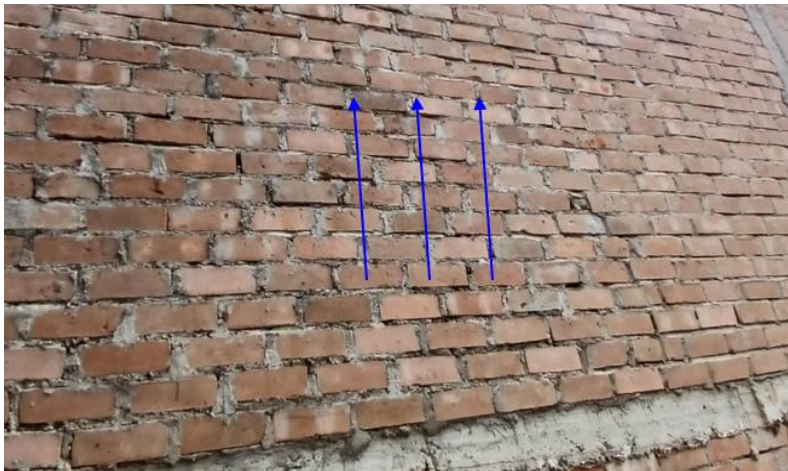
*Albañilería de la edificación.*



Como se observa en la fotografía 3 el ladrillo utilizado en el muro es homogéneo.

### Fotografía 4

*Verticalidades de los ladrillos.*



Como se observa en la fotografía 4 la verticalidad de los ladrillos está bien ubicadas.

## Fotografía 5

*Espesor de las juntas.*

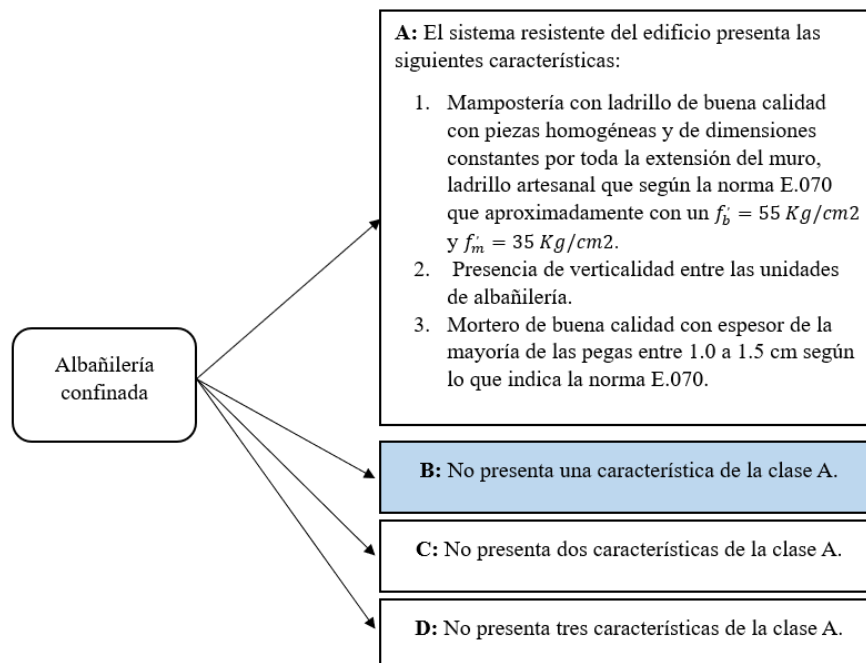


Como se observa en la fotografía 5 el espesor de las juntas es menor a 1.0 cm.

- Por lo tanto, no presenta una característica de la clase A.

## Figura 42

*Clasificación del parámetro 2: vivienda 1.*

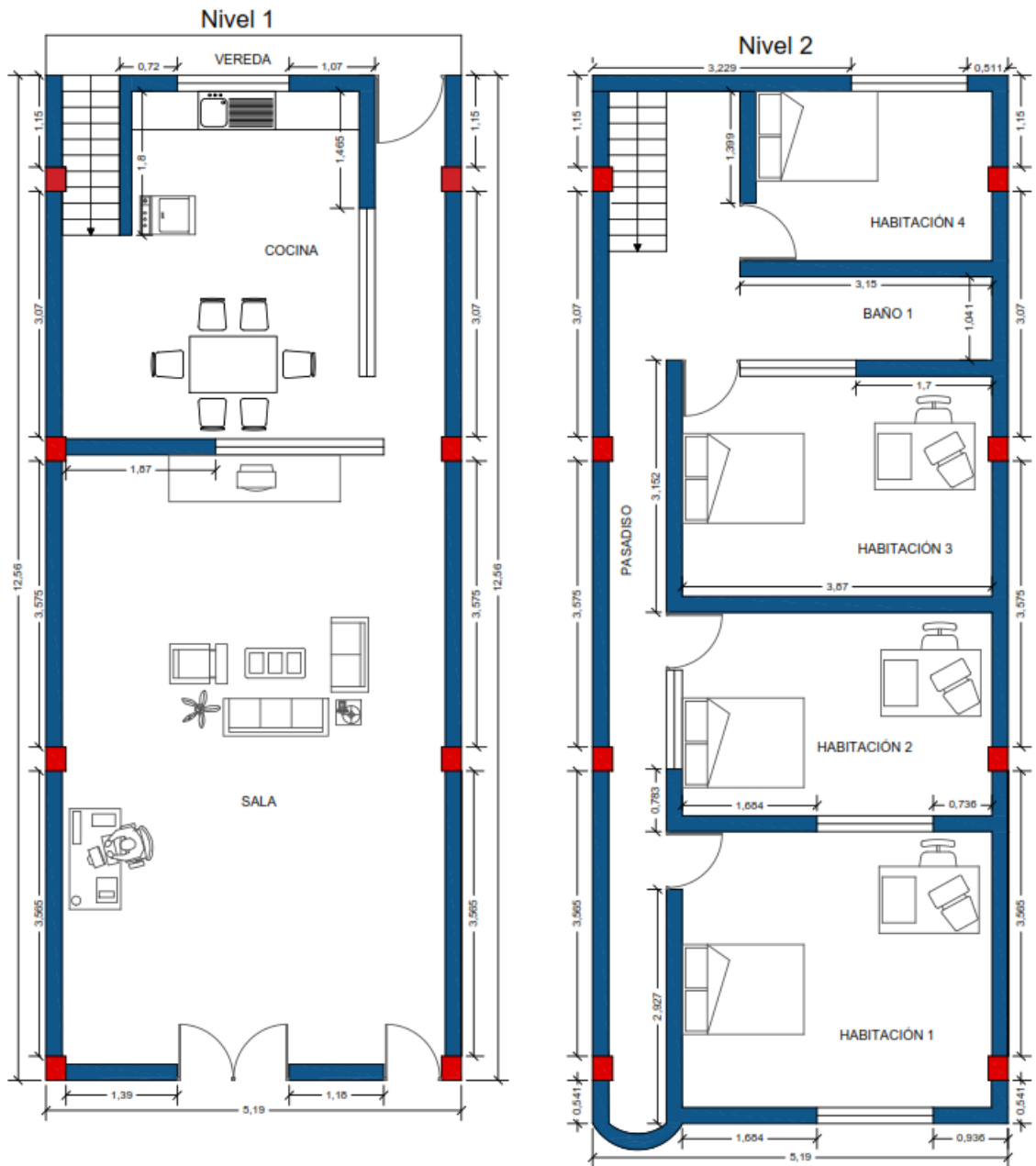


- Por lo tanto; se le asigna la clase B.

### Parámetro 3: Resistencia convencional

Figura 43

Planos arquitectónicos de la vivienda 1



- Cálculo del número de pisos

$$N=2$$

- Cálculo del área total cubierta ( $A_t$ )

$$A_t = \text{Largo} * \text{Ancho}$$

$$A_t = 5.19 * 12.56$$

$$A_t = 65.19 \text{ m}^2$$

- Cálculo del área total resistente en la dirección  $A_x$ ,  $A_y$

**Tabla 9**

*Cálculo del área resistente del muro  $A_x$  y  $A_y$*

Muro X	Cant.	Largo	Ancho	Cant.M*L*A	Muro Y	Cant.	Largo	Ancho	Cant.M*L*A
	Muro	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )		Muro	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )
X1	1	1.39	0.15	0.21	Y1	2	3.565	0.15	1.07
X2	1	1.18	0.15	0.18	Y2	2	3.575	0.15	1.07
X3	1	1.87	0.15	0.28	Y3	2	3.07	0.15	0.92
X4	1	0.72	0.15	0.11	Y4	2	1.15	0.15	0.35
X5	1	1.07	0.15	0.16	Y5	1	1.8	0.15	0.27
					Y6	1	1.465	0.15	0.22
<b>Ax=</b>				<b>0.93 m<sup>2</sup></b>	<b>Ay=</b>				<b>3.90 m<sup>2</sup></b>

De la tabla 9 tenemos que:

$$A=0.93 \text{ m}^2$$

$$B=3.90 \text{ m}^2$$

- Cálculo del esfuerzo cortante máximo para paneles de albañilería ( $t_k$ )

**Tabla 10**

*Valores recomendados de esfuerzo cortante máximo para paneles de mampostería (Yépez Moya, Barbat Barbat, & Canas Torres, 1996).*

<b>Material</b>	<b>Esfuerzo cortante (Ton/m<sup>2</sup>)</b>
Ladrillo macizo, calidad regular	9
Piedra mal tallada	2
Piedra bien tallada	8
Ladrillo macizo, buena calidad	18
Bloque ladrillo, mortero cemento	18
Mampostería nueva, ladrillo macizo	20
Mampostería nueva, bloque macizo	20
Mampostería nueva, ladrillo/bloque hueco	18

Por lo tanto, valor  $t_k = 18 \text{ ton/m}^2$ .

- Altura de entre piso ( $h$ ).

$$h = 2.80 \text{ m}$$

- $P_m$ : peso específico de la albañilería  $\text{ton/m}^3$ .

**Tabla 11**

*Pesos unitario albañilería (norma técnica E020).*

<b>MATERIALES</b>	<b>PESO KN/m<sup>3</sup>(Kgf/m<sup>3</sup>)</b>
<b>Albañilería de:</b>	
Adobe	16,0(1600)
Unidades de arcilla cocida sólida	18,0(1800)
Unidades de arcilla cocida huecas	13,0(1350)

Por lo tanto,  $P_m = 1.8 \text{ ton/m}^3$ .

- Ps: peso por unidad del área del diafragma ton/ m<sup>2</sup>.

**Tabla 12**

*Pesos unitarios losa aligerada (norma técnica E020).*

MATERIALES	PESO	
<b>Losas aligeradas armadas en una sola dirección de concreto armado</b>		
Con viguetas 0.10m de ancho y 0.40 m entre ejes.		
Espesor del aligerado (m)	Espesor de losa superior en metros	Peso propio Kpa(Kgf/m <sup>2</sup> )
0.17	0.05	2.8(280)
0.20	0.05	3.0(300)
0.25	0.05	3.5(350)
0.30	0.05	4.2(420)

Como el espesor de la losa aligerada de la vivienda evaluada es 0.20m entonces, el valor Ps= 0.30 ton/ m<sup>2</sup>.

- Cálculo de la relación modular (n)

$$n = \frac{1500 * \sqrt{f'_c}}{500 * f'_m}$$

cómo no obtuvimos permisos del propietario para realizar ensayos de esclerometría utilizaremos un  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y un  $f'_m = t_k = 18 \text{ ton/m}^2$  como indica la tabla 10.

$$n = \frac{1500 * \sqrt{210}}{500 * 18}$$

$$n = 24.15$$

- Datos iniciales para la resistencia convencional.

**Tabla 13**

*Resumen datos obtenidos*

<b>Resistencia convencional</b>	<b>Valor</b>
N: número de pisos	2
At: área total cubierta (m <sup>2</sup> )	65.19
Ax: área total resistente del muro x (m <sup>2</sup> )	0.93
Ay: área total resistente del muro y (m <sup>2</sup> )	3.90
Tk: Resistencia a cortante característica del tipo de albañilería en (ton/ m <sup>2</sup> )	180
h: altura de entrepiso (m)	2.80
Pm: peso específico de la albañilería (ton/ m <sup>3</sup> )	1.80
Ps: peso por unidad del área del diafragma (ton/ m <sup>2</sup> )	0.30
n: relación modular	24.15

- Calculamos el coeficiente C:

Calculamos el A<sub>0</sub> de la siguiente manera:

$$A_o = \frac{A}{At}$$

$$A_o = \frac{0.93}{65.19}$$

$$A_o = 0.014$$

Calculamos y de la siguiente manera:

$$y = \frac{B}{A}$$

$$y = \frac{3.90}{0.93}$$

$$y = 4.17$$



Calculamos q de la siguiente manera:

$$q = \frac{(A + B)h}{A_t} * P_m + P_s$$
$$q = \frac{(0.93 + 3.90) * 2.80}{65.19} * 1.80 + 0.30$$
$$q = 0.67$$

Finalmente calculamos C:

$$C = \frac{A_o t_k}{qn} \sqrt{\frac{qN}{1.5A_o t_k(1 + \gamma)}}$$
$$C = \frac{0.017 * 18}{0.67 * 24.15} \sqrt{\frac{0.67 * 2}{1.5 * 0.017 * 18(1 + 4.17)}}$$
$$C = 0.36$$

Donde:

q: Peso de un piso por unidad de área cubierta.

N = Número de pisos.

Tk= Resistencia a corte de los paneles de mampostería.

At = Área total construida en planta (m<sup>2</sup>).

h = Altura promedio de entresijos (m).

Pm = Peso específico de la mampostería (ton/m<sup>3</sup>).

Ps = Peso por unidad de área de forjado (ton/m<sup>2</sup>).

Ax, Ay = Son todas las áreas totales resistentes de muros (m<sup>2</sup>) en la dirección x e y respectivamente.

A = min [Ax, Ay].

B = max [Ax, Ay].

Ao = A/At

γ = A/B

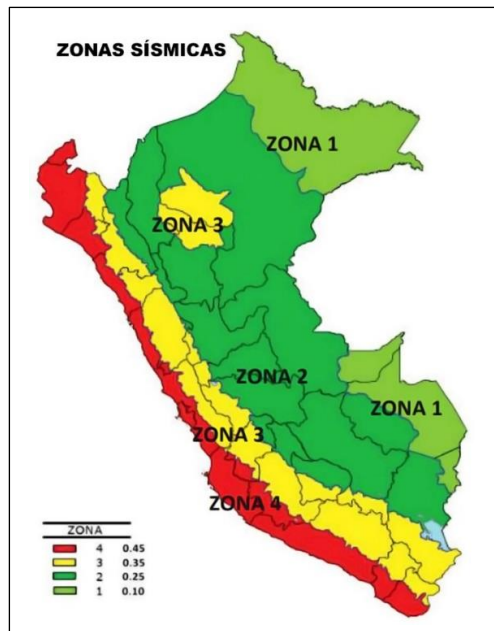
$C'$  = Coeficiente Sísmico de referencia

- Calculamos el coeficiente Sísmico de referencia  $C'$ :

Acorde a la norma E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE-2019) se tiene la siguiente imagen.

**Figura 44**

*Mapa de zonificación del Perú (E.030-2019).*



**Tabla 14**

*Valores de zonificación (E.030-2019).*

ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Para la ciudad de Bambamarca se tiene el Factor de Zona (Z) de 0.35, por lo tanto, el valor de  $C'$  es 0.35.

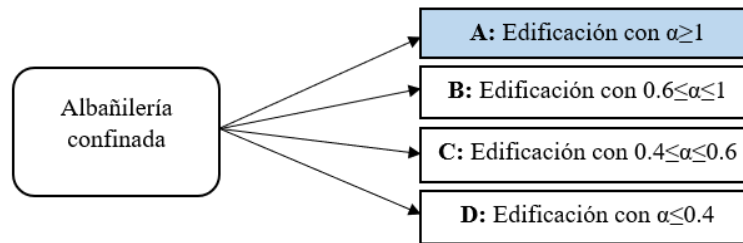
- Calculamos el valor de  $\alpha$ :

$$\alpha = \frac{C}{C'}$$

$$\alpha = 1.03$$

**Figura 45**

*Clasificación del parámetro 3: vivienda 1.*



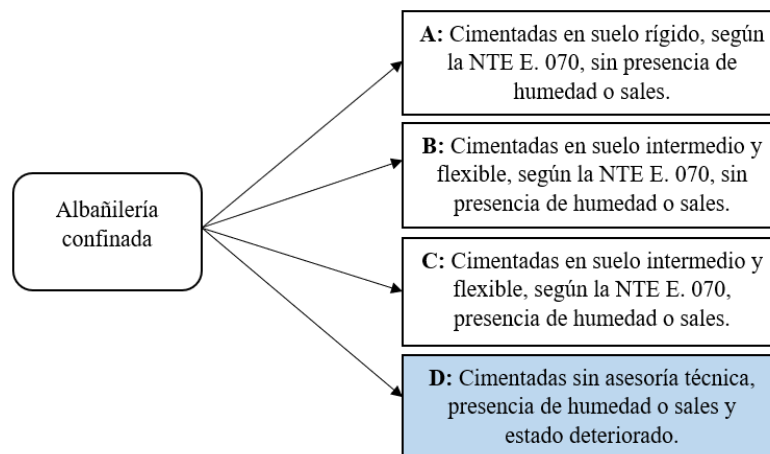
- Por lo tanto; se le asigna la clase A.

#### **Parámetro 4: Posición del edificio y cimentación**

En la edificación, se evidencia la existencia de sales y, además, presenta un estado de conservación que muestra signos de deterioro. Para la evaluación del parámetro 4, se toma en cuenta:

**Figura 46**

*Clasificación del parámetro 4: vivienda 1.*



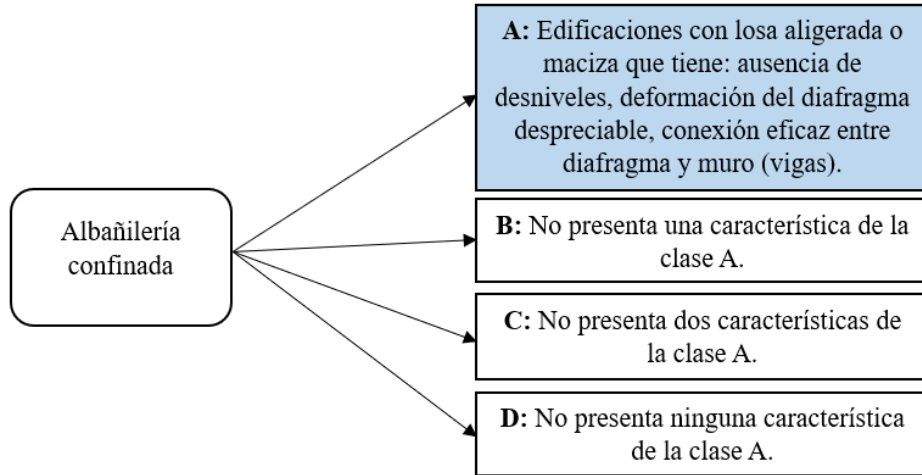
- Por lo tanto; se le asigna la clase D.

## Parámetro 5: Diafragmas horizontales

La edificación cuenta con una losa aligerada en buen estado.

**Figura 47**

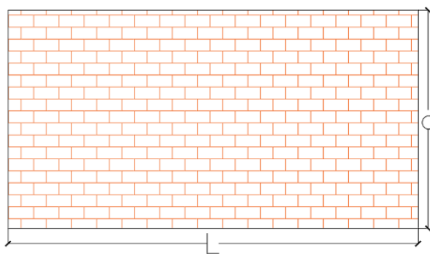
*Clasificación del parámetro 5: vivienda 1.*



- Por lo tanto; se le asigna la clase A.

## Parámetro 6: Configuración en planta

Como la edificación tiene forma rectangular nos encontramos en el siguiente caso:



Calculamos  $\beta_1$ :

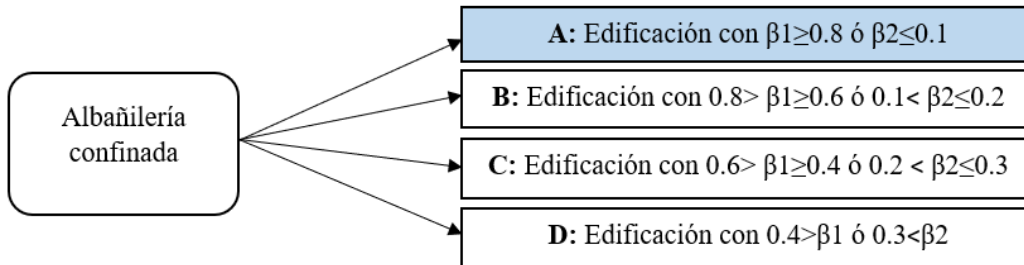
$$\beta_1 = \frac{a}{L}$$

$$\beta_1 = \frac{12.56}{5.19}$$

$$\beta_1 = 2.42$$

### Figura 48

Clasificación del parámetro 6: vivienda 1.



- Por lo tanto; se le asigna la clase A.

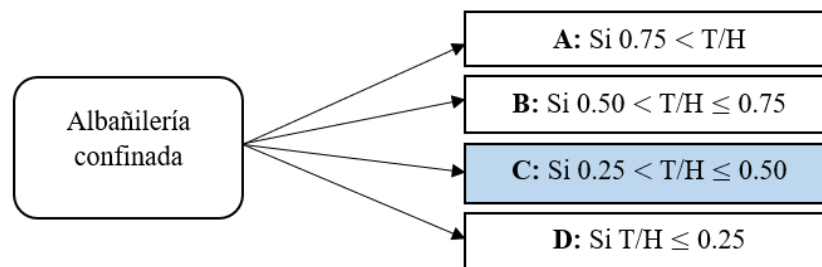
### Parámetro 7: Configuración de elevación

La edificación consta de 2 niveles calcularemos el T/H.

$$\frac{T}{H} = \frac{2.50}{5.28}; \text{ entonces: } \frac{T}{H} = 0.47$$

### Figura 49

Clasificación del parámetro 7: vivienda 1.



- Por lo tanto; se le asigna la clase C.

### Parámetro 8: Distancia máxima entre muros

Se calcula el factor L/S, donde:

S: Espesor del muro maestro.

L: Espaciamiento máximo.

$$S = 0.15 \text{ m}; L = 4.59 \text{ m}$$

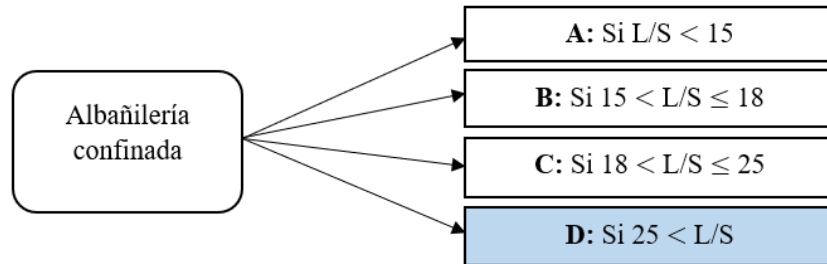
Reemplazando valores tenemos:

$$L/S = \frac{4.59}{0.15}$$

$$L/S = 30.6$$

**Figura 50**

*Clasificación del parámetro 8: vivienda 1.*



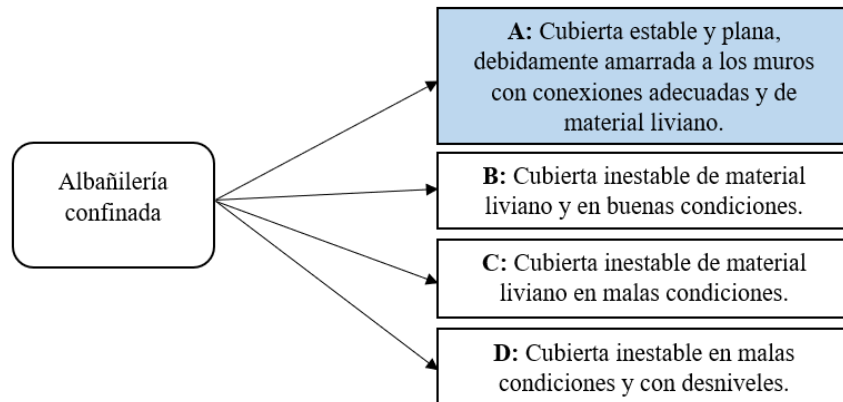
- Por lo tanto; se le asigna la clase D.

### **Parámetro 9: Tipo de cubierta**

La edificación cuenta con una losa aligerada, en óptimo estado y con una conexión adecuada a los muros.

**Figura 51**

*Clasificación del parámetro 9: vivienda 1.*



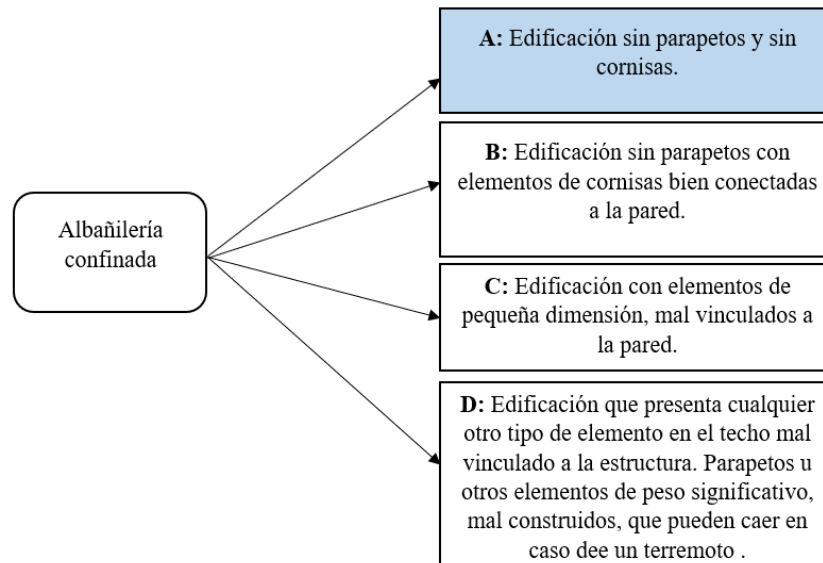
- Por lo tanto; se le asigna la clase A.

## Parámetro 10: Elementos no estructurales

La edificación no cuenta con parapetos ni cornisas.

### Figura 52

*Clasificación del parámetro 10: vivienda 1.*



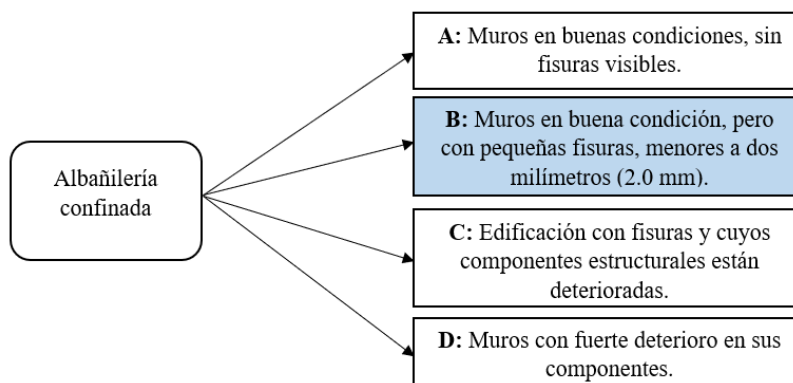
- Por lo tanto; se le asigna la clase A.

## Parámetro 11: Estado de conservación

La edificación presenta muros con fisuras visibles.

### Figura 53

*Clasificación del parámetro 11: vivienda 1.*



- Por lo tanto; se le asigna la clase B.

## B) Cálculo del índice de vulnerabilidad sísmica ( $I_v$ )

Los resultados obtenidos al evaluar los 11 parámetros del método Benedetti – Petrini de la vivienda 1 son los siguientes descritos en la tabla 15.

**Tabla 15**

*Resultados de la clasificación de parámetros de la vivienda 1.*

<b>Método de Benedetti - Petrini</b>		Clase	(Ki)	Peso (Wi)	Ki*Wi
Parámetro	Descripción				
1	Tipo y organización del sistema resistente.	C	20	1.00	20.00
2	Calidad del sistema resistente.	B	5	0.25	1.25
3	Resistencia convencional.	A	0	1.50	0
4	Posición del edificio y fundación.	D	45	0.75	33.75
5	Presencia de diafragmas horizontales.	A	0	1.00	0.00
6	Configuración en planta.	A	0	0.50	0.00
7	Configuración en elevación.	C	25	1.00	25.00
8	Distancia máxima entre los muros.	D	45	0.25	11.25
9	Tipo de techumbre.	A	0	1.00	0.00
10	Elementos no estructurales.	A	0	0.25	0.00
11	Estado de conservación.	B	5	1.00	5.00
$I_v = \sum_{j=1}^{11} (\text{Peso del factor}_j \times \text{Puntaje de clase de factor}_j)$					<b>96.25</b>

- Aplicando la ecuación del índice de vulnerabilidad sísmica:

$$I_v = \sum_{j=1}^{11} (\text{Peso del factor}_j \times \text{Puntaje de clase de factor}_j)$$

$$I_v = 96.25$$



### C) Normalización del índice de vulnerabilidad sísmica ( $l_v$ )

Se normaliza el índice de vulnerabilidad sísmica en una escala de 0 a 100 mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$l_v = 100 - \left( \frac{l_{v\text{máx}} - l_v}{l_{v\text{máx}}} \right) * 100$$

Donde el  $l_{v\text{máx}}$  para edificaciones de albañilería (mampostería) es de 360.

Reemplazando datos obtenemos:

$$l_{v_n} = 100 - \left( \frac{360 - 96.25}{360} \right) * 100$$

$$l_{v_n} = 26.74$$

### D) Cálculo de la vulnerabilidad sísmica

Puesto que el valor de  $l_v$  de la vivienda 1 es 26.74 que es mayor o igual a 20 y menor a 40 como indica la tabla 16 corresponde una **vulnerabilidad sísmica MEDIA**.

**Tabla 16**

*Rangos de índices de vulnerabilidad (Secundino Ramirez, 2020).*

<b>ESCALA DE VALORIZACIÓN DE LA VULNERABILIDAD</b>	
Vulnerabilidad	Vulnerabilidad
$0 < l_v \text{norm.} < 20$	BAJA
$20 \leq l_v \text{norm.} < 40$	MEDIA
$l_v \text{norm.} \geq 40$	ALTA

### 4.3. Métodos de investigación

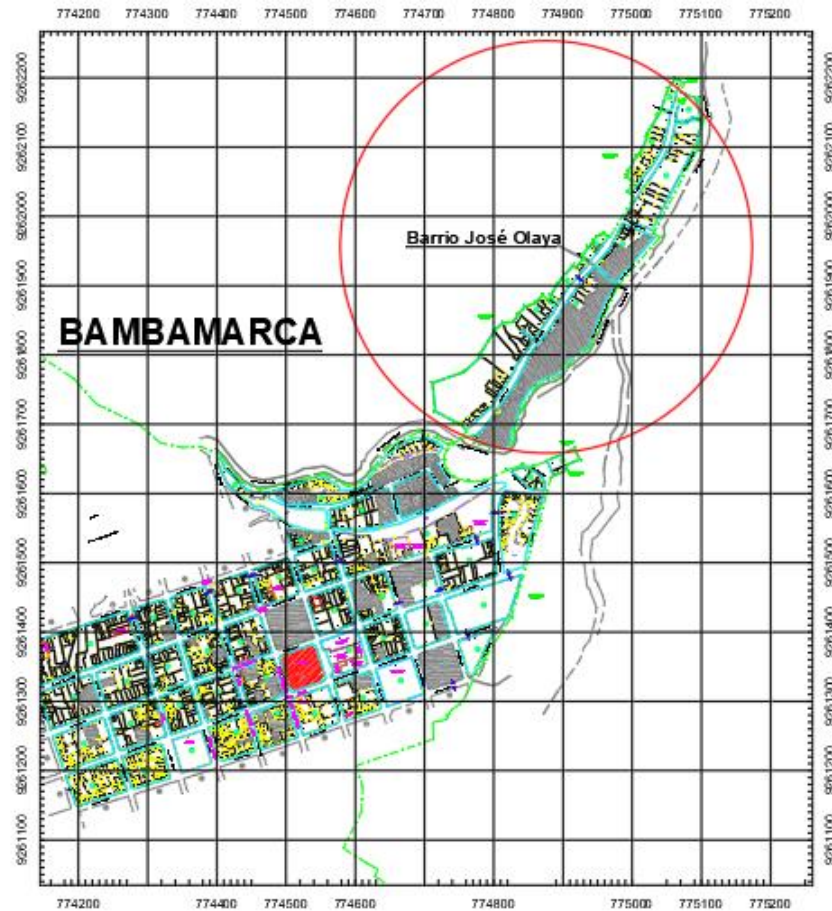
El método de investigación es descriptivo, ya que se realizó fichas de reporte para la investigación, y luego con estos datos se determinó el grado de vulnerabilidad de las viviendas.

#### 4.4. Población, muestra, unidad de análisis y unidades de observación

- **Población.** La población de estudio estará constituida por las 33 viviendas construidas en el barrio José Olaya de la ciudad de Bambamarca.

**Figura 54**

*Población(viviendas) de estudio.*



- **Muestra.** Se empleó el método de muestreo aleatorio simple para calcular el tamaño de la muestra, utilizando la siguiente fórmula.

*Ecuación 1*

*Tamaño de la muestra*

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

Donde:

n: Tamaño de la muestra.

N: Tamaño de la población.

p: probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito).

q: probabilidad de que no ocurra el evento estudiado.

E: error de estimación máximo aceptado, considerado por el investigador.

Z: Parámetro estadístico que depende del nivel de confianza (NC).

-Nivel de confianza 90%, entonces  $Z=1.645$

-Nivel de confianza 95%, entonces  $Z=1.96$

-Nivel de confianza 99%, entonces  $Z=2.575$

Datos:

$N=33$

$P= 50\%=0.50$

$q= 50\%=0.50$

$E=5\%=0.05$

$Z=1.96$ ; dado que el nivel de confianza es 95%.

Reemplazando valores:

$$n = \frac{(1,96)^2(33)(0.50)(0.50)}{(0.05)^2(33 - 1) + (1,96)^2(0.50)(0.50)}$$

$$n = 30.4625 \cong 30$$

- Corrección de la muestra:

$$\text{Si } \frac{n}{N} \geq 0.05 ; \frac{30}{33} = 0.909 \geq 0.05 \dots \dots \dots (ok)$$

- Corrección:

$$nc = \frac{n}{1 + \frac{n}{N}}$$

Reemplazando valores:

$$nc = \frac{30}{1 + \frac{30}{33}}$$

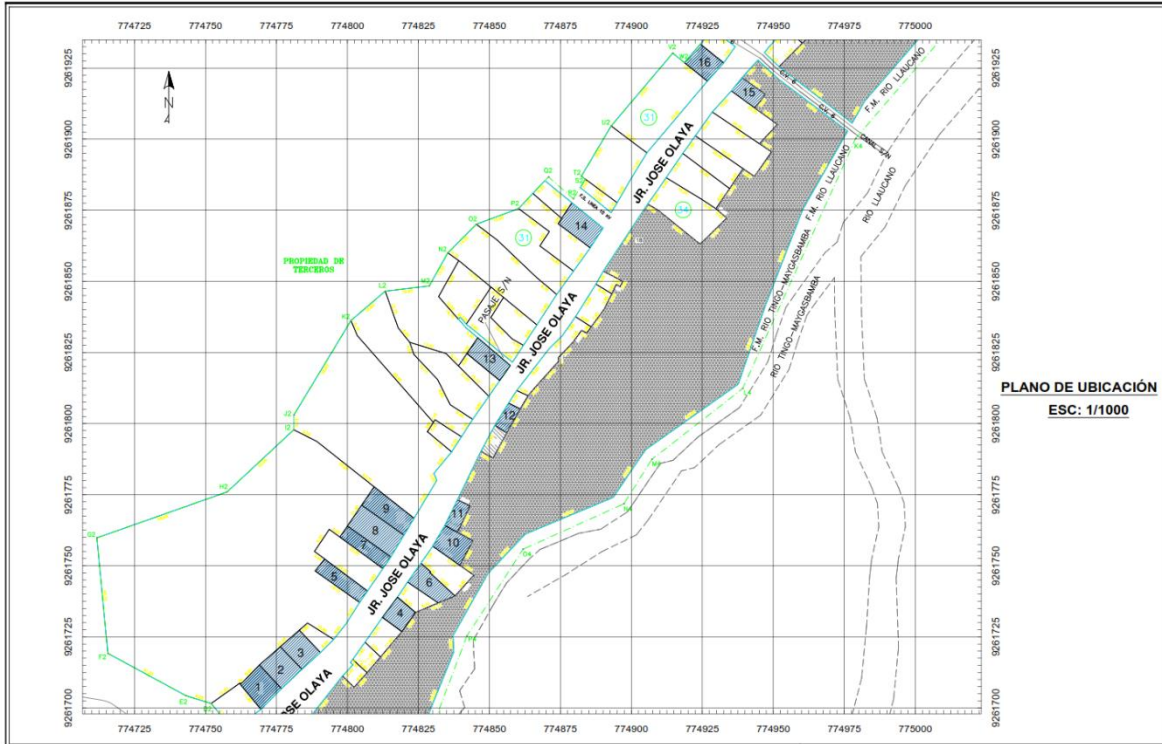
$$nc = 15.71 \cong 16$$

**nc = 16 Viviendas**

A partir de los datos recopilados, se deduce que, con un nivel de confianza del 95%, se ha determinado una muestra de tamaño n=16 viviendas.

**Figura 55**

*Viviendas evaluadas en la ciudad de Bambamarca (zona José Olaya).*



- **Unidades de análisis.** Vulnerabilidad sísmica.

#### 4.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de información

##### **Técnicas:**

- **Observación directa:** Porque efectuare visitas a las edificaciones seleccionadas, para determinar el aspecto estructural, constructivo y geométrico. Para lo cual se usará fichas de control.
- **Revisión documental:** Porque se evaluará los expedientes técnicos, reglamentos y el método Benedetti Petrini mediante la ficha de levantamiento de vulnerabilidad.
- **Clasificación:** En esta etapa se clasifica la vulnerabilidad del edificio en categorías, generalmente utilizando una escala de evaluación que va desde A (estructura segura) hasta E (estructura muy vulnerable).

**Instrumentos:** Dentro de los instrumentos de recolección de datos tenemos: Información bibliográfica, la observación de viviendas seleccionadas, fichas de reporte a los propietarios de las viviendas.

#### 4.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información.

Luego de analizar a las viviendas en los reportes elaboradas en el Excel, como cálculos de los 11 parámetros correspondientes al método de Benedetti-Petrini, resumir y analizar los resultados que permitirán determinar el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas estudiadas.

#### 4.7. Equipos, materiales, insumos, etc.

**Tabla 17**

*Equipos, materiales, insumos utilizados.*

---

Equipos:	- Computadora
	- Cámara fotográfica
	- Wincha de 50m.
	- Equipo de protección personal (EPP)

---

Materiales:	- Cuaderno de campo
	- Lapiceros, lápices.
	- Borradores.

---

#### 4.8. Matriz de consistencia metodológica

Título: "Vulnerabilidad sísmica aplicando el método Benedetti-Petrini de las viviendas ubicadas en zona de expansión urbana de la ciudad de Bambamarca, 2023"								
Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES/ Categorías	Dimensiones/ Factores	Indicadores/Cualidades	Fuente de instrumento de recolección de datos	Metodología	Población y muestra
Pregunta general: ¿cuál es el nivel de vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti-Petrini de las viviendas ubicadas en zona de expansión urbana de la ciudad de Bambamarca?	Objetivo general: Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti-Petrini de las viviendas ubicadas en zona de expansión urbana de la ciudad de Bambamarca	Hipótesis general: El nivel de vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti-Petrini de las viviendas ubicadas en zona de expansión urbana de la ciudad de Bambamarca es alto	Vulnerabilidad sísmica	Alta	Índice de vulnerabilidad sísmica mayor a 40	Cálculo de acuerdo al método Benedetti-Petrini	Benedetti-Petrini	Población: Viviendas ubicadas en zona de expansión urbana de la ciudad de Bambamarca
				Media	Índice de vulnerabilidad sísmica mayor o igual a 20 y menor a 40			
				Baja	Índice de vulnerabilidad sísmica mayor o igual a 0 y menor a 20			
¿cuál es el nivel de vulnerabilidad sísmica al evaluar aspectos estructurales de las viviendas ubicadas en zona de expansión urbana de la ciudad de Bambamarca?	evaluar aspectos estructurales para determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas ubicadas en zona de expansión urbana de la ciudad de Bambamarca	El nivel de vulnerabilidad sísmica al evaluar aspectos estructurales de las viviendas ubicadas en zona de expansión urbana de la ciudad de Bambamarca es alto	Método de Benedetti-Petrini	Aspectos estructurales	Tipo y organización del sistema resistente	Formatos de encuestas	Muestra: 10 viviendas seleccionadas aleatoriamente	
Resistencia convencional								
¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad sísmica al evaluar aspectos constructivos de las viviendas ubicadas en zona de expansión urbana de la ciudad de Bambamarca?	evaluar aspectos constructivos para determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas ubicadas en zona de expansión urbana de la ciudad de Bambamarca	El nivel de vulnerabilidad sísmica al evaluar aspectos constructivos de las viviendas ubicadas en zona de expansión urbana de la ciudad de Bambamarca es alto		Aspectos constructivos	Calidad del sistema resistente			
Posición del edificio y la cimentación								
¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad sísmica al evaluar aspectos geométricos de las viviendas ubicadas en zona de expansión urbana de la ciudad de Bambamarca?	evaluar aspectos geométricos para determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas ubicadas en zona de expansión urbana de la ciudad de Bambamarca	El nivel de vulnerabilidad sísmica al evaluar aspectos geométricos de las viviendas ubicadas en zona de expansión urbana de la ciudad de Bambamarca es alto	Aspectos geométricos	Diagramas horizontales				
				Distancia entre muros				
				Tipos de cubierta				
Elementos no estructurales								
Estado de conservación								
Configuración en planta								
Configuración en elevación								

## CAPITULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 5.1. Presentación de resultados

En base a la ficha de reporte: Diagnóstico “Vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti-Petrini de las viviendas ubicadas en zonas de expansión urbana de la ciudad de Bambamarca, 2023”, se logró recabar información de las 16 viviendas seleccionadas, para este estudio se tomó en cuenta diversos aspectos informativos, técnicos y sísmicos de las viviendas relacionados con el trabajo en campo y gabinete. A continuación, se muestran los resultados obtenidos del procesamiento de datos de las 16 viviendas evaluadas mediante la ficha de reporte establecida para esta investigación, la cual se compone de tres secciones, las cuales son: aspectos estructurales, aspectos constructivos y aspectos geométricos.

##### 5.1.1. Aspectos estructurales

###### A. Parámetro 1: Tipo y organización del sistema resistente

En la Gráfico 2, se muestra el porcentaje de las 16 viviendas que recibieron asistencia técnica durante la construcción.

#### Gráfico 2

*Asesoramiento técnico en la construcción.*

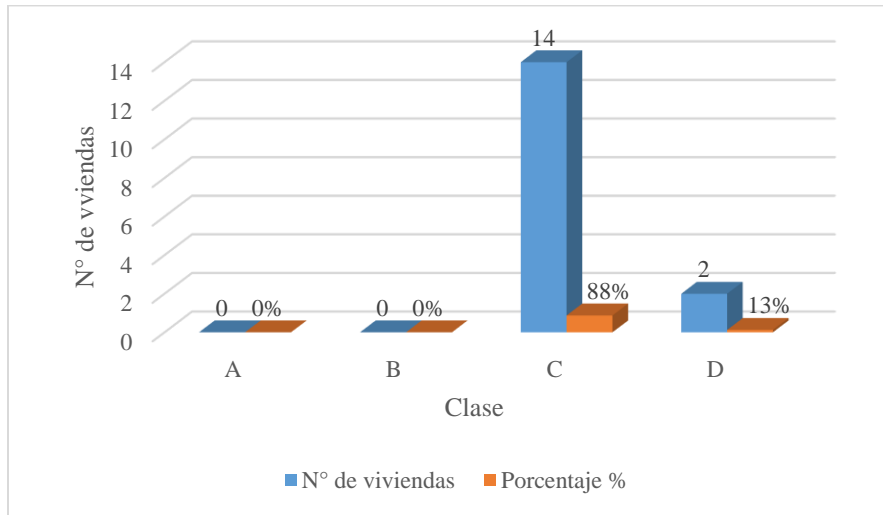




En la Gráfico 3, se muestra la clasificación del tipo y organización del sistema resistente de las 16 viviendas.

### Gráfico 3

*Clasificación del tipo y organización del sistema resistente.*

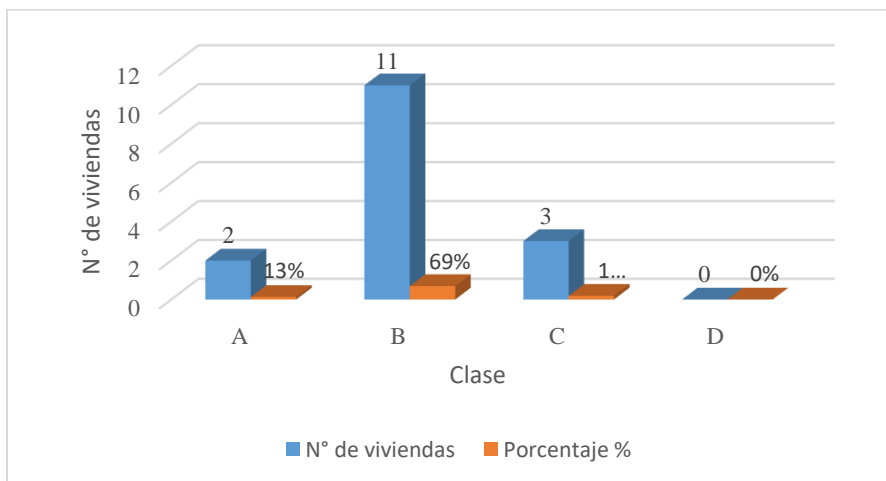


### B. Parámetro 3: Resistencia convencional

En la Gráfico 4, se muestra la clasificación de la resistencia convencional de las 16 viviendas.

### Gráfico 4

*Clasificación de la resistencia convencional.*



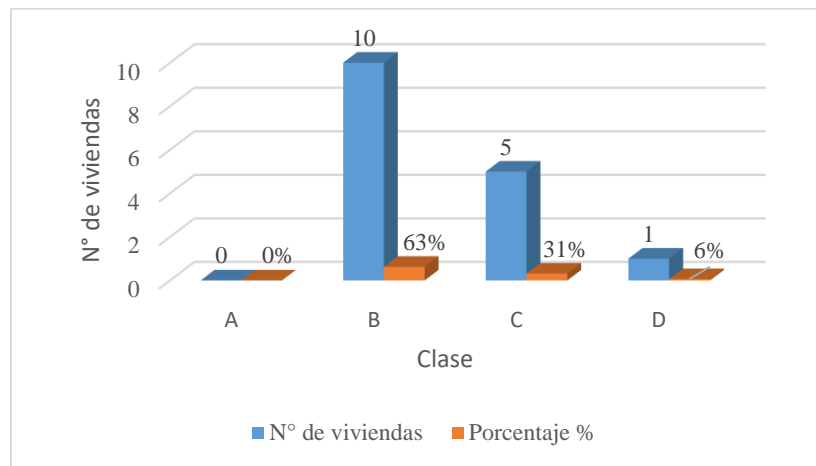
### 5.1.2. Aspectos constructivos

#### A. Parámetro 2: Calidad del sistema resistente

En la Gráfico 5, se muestra la clasificación de la calidad del sistema resistente de las 16 viviendas.

**Gráfico 5**

*Clasificación de la calidad del sistema resistente.*

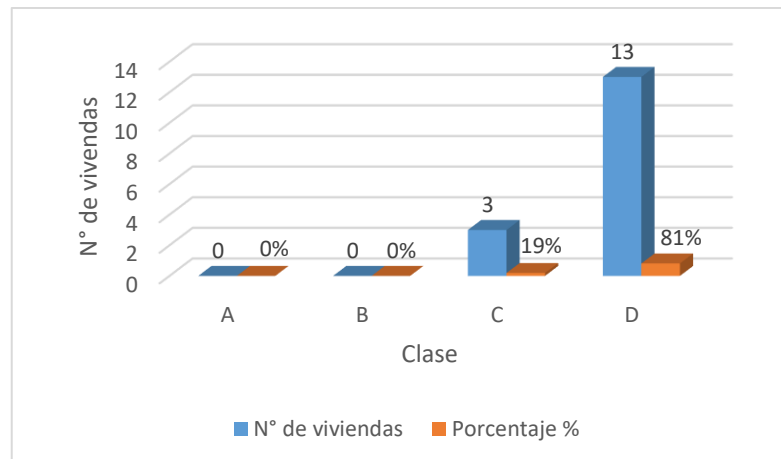


#### B. Parámetro 4: Posición del edificio y cimentación

En la Gráfico 6, se muestra la clasificación de la posición del edificio y cimentación de las 16 viviendas.

**Gráfico 6**

*Clasificación de la posición del edificio y cimentación.*

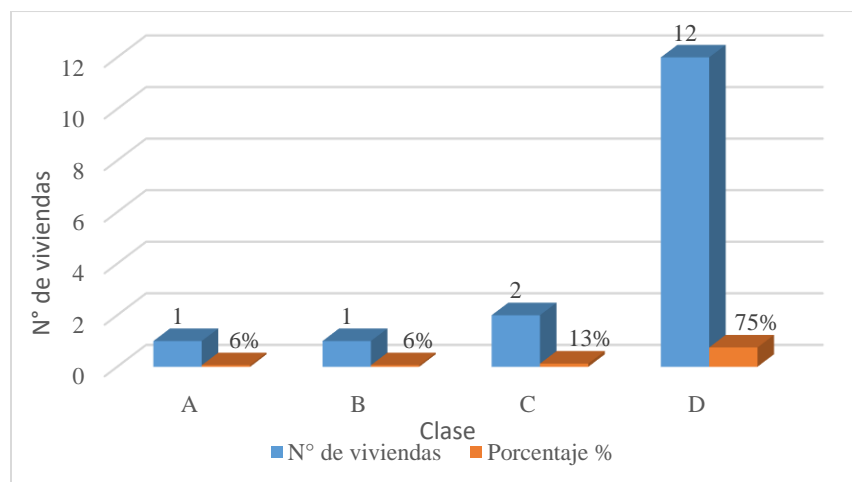


### C. Parámetro 5: Diafragmas horizontales

En la Gráfico 7, se muestra la clasificación de los diafragmas horizontales de las 16 viviendas.

#### Gráfico 7

*Clasificación de los diafragmas horizontales.*

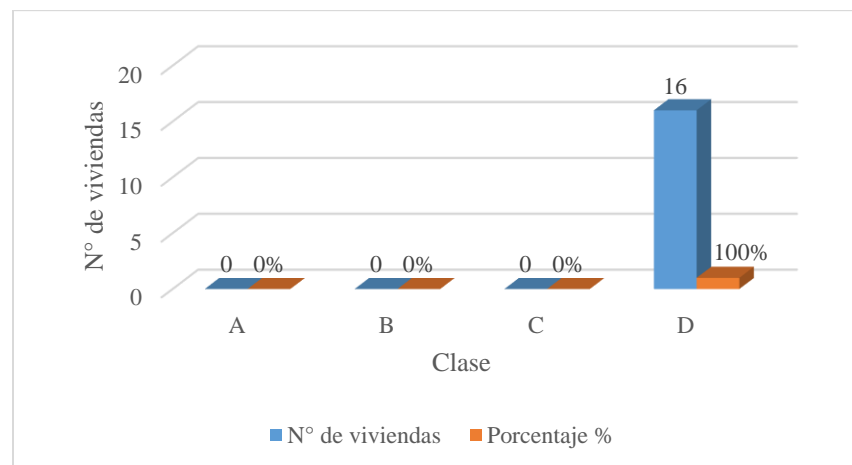


### D. Parámetro 8: Distancia máxima entre muros

En la Gráfico 8, se muestra la clasificación de la distancia máxima entre muros de las 16 viviendas.

#### Gráfico 8

*Clasificación de la distancia máxima entre muros.*

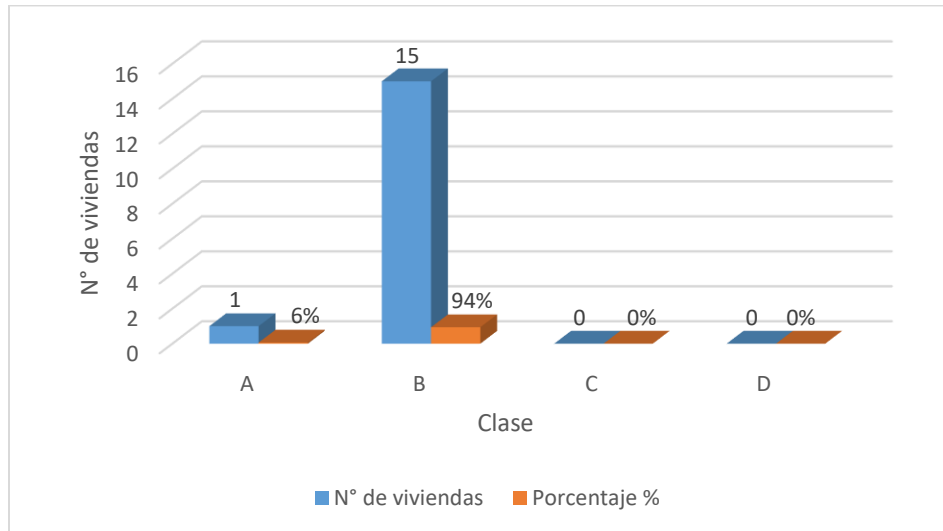


### E. Parámetro 9: Tipo de cubierta

En la Gráfico 9, se muestra la clasificación del tipo de cubierta de las 16 viviendas.

#### Gráfico 9

*Clasificación del tipo de cubierta.*

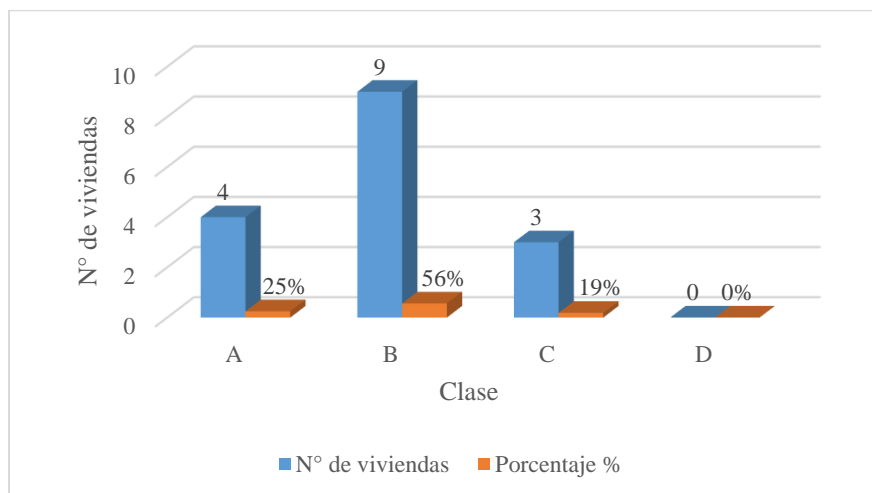


### F. Parámetro 10: Elementos no estructurales

En la Gráfico 10, se muestra la clasificación de elementos no estructurales de las 16 viviendas.

#### Gráfico 10

*Clasificación de elementos no estructurales.*

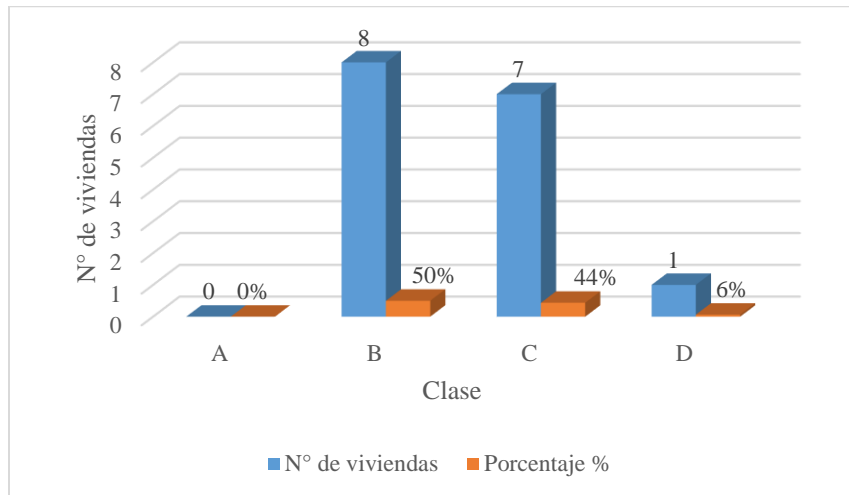


### G. Parámetro 11: Estado de conservación

En la Gráfico 11, se muestra la clasificación del estado de conservación de las 16 viviendas.

#### Gráfico 11

*Clasificación del estado de conservación.*



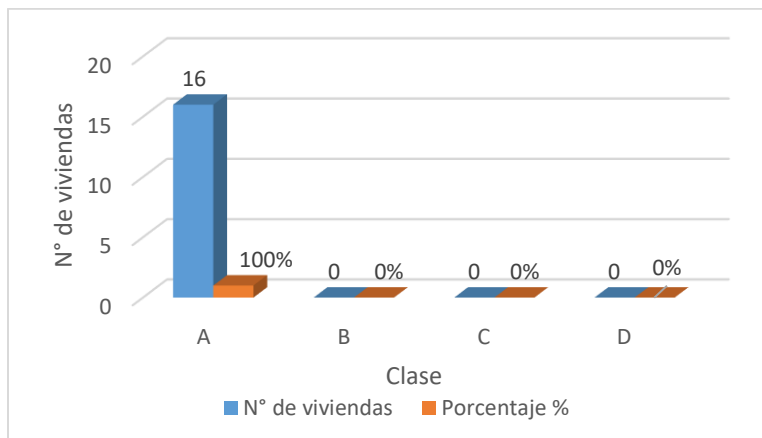
### 5.1.3. Aspectos geométricos

#### A. Parámetro 6: Configuración en planta

En la Gráfico 12, se muestra la clasificación de la configuración en planta de las 16 viviendas.

#### Gráfico 12

*Clasificación de la configuración en planta.*

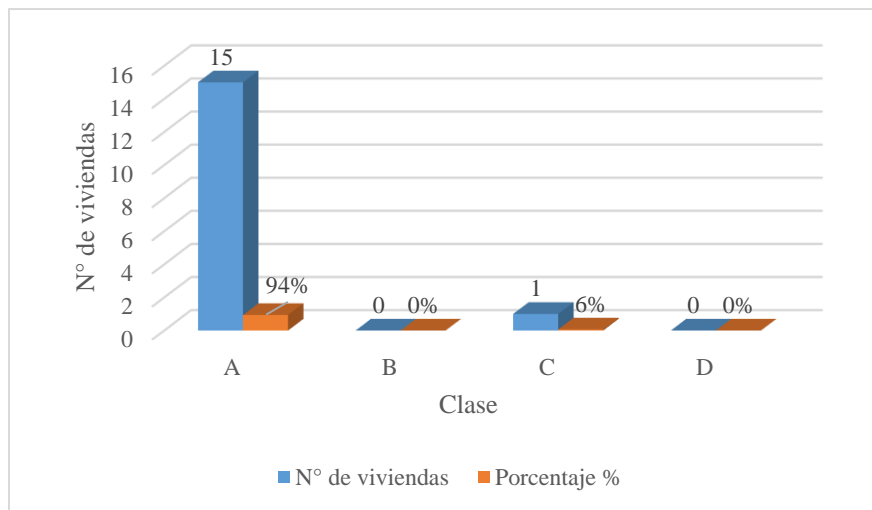


## B. Parámetro 7: Configuración de elevación

En la Gráfico 13, se muestra la clasificación de la configuración de elevación de las 16 viviendas.

### Gráfico 13

*Clasificación de la configuración en elevación.*



## 5.2. Discusión de resultados

A continuación, se muestra el análisis, interpretación y discusión de los resultados derivados del procesamiento de datos de las 16 viviendas evaluadas en el sector de José Olaya, ubicado en la ciudad de Bambamarca, utilizando la ficha de reporte establecida para este estudio, la cual se compone de tres secciones, las cuales son: aspectos estructurales, aspectos constructivos y aspectos geométricos.

### 5.2.1. Aspectos estructurales

#### A. Parámetro 1: Tipo y organización del sistema resistente

- Según el **gráfico 2** se observa que el 100% de las viviendas no recibieron asistencia técnica durante la construcción, según la información proporcionada por los propietarios. Todas las viviendas fueron autoconstruidas, ya que los propietarios carecían de los recursos necesarios para contratar a un profesional desde la creación de los planos hasta la supervisión para asegurar el cumplimiento de las especificaciones técnicas. Otro factor contribuyente fue que emplearon personal no calificado en la construcción de sus hogares, evidenciando un completo desconocimiento de las posibles deficiencias que podrían surgir debido a la falta de asesoramiento técnico.
- En el **gráfico 3** podemos observar que para el parámetro 1 el 88% de las viviendas evaluadas pertenecen a la clase C esto significa que las viviendas no presentan vigas de amarre en todas sus plantas y que está constituido únicamente por paredes ortogonales bien ligadas; asimismo el 13 % de las

viviendas evaluadas pertenecen a la clase D esto nos indica que son viviendas con paredes ortogonales no ligadas.

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

- Como podemos observar en el **gráfico 4** correspondiente al parámetro 3: resistencia convencional, observamos que del total de las viviendas evaluadas el 6% corresponde a la clase A viviendas con un comportamiento bueno en “cajón” de la estructura, el 75% corresponde a la clase B viviendas con un comportamiento casi bueno en “cajón” de la estructura y el 19% corresponde a la clase C viviendas con un comportamiento casi deficiente en “cajón” de la estructura.

## **5.2.2. Aspectos constructivos**

### **A. Parámetro 2: Calidad del sistema resistente**

- Según el **gráfico 5** se observa que para el parámetro 2 tenemos que el 56% de viviendas evaluadas pertenecen a la clase B, 38% a la clase C y el 6% a la clase D; esto nos indica que la característica de resistencia de la albañilería empleada en las viviendas evaluadas no asegura la eficiencia de la estructura (comportamiento tipo “cajón”).

### **B. Parámetro 4: Posición del edificio y cimentación**

- Como podemos observar en el **gráfico 6** correspondiente al parámetro 4: posición del edificio y cimentación, observamos que del total de las viviendas evaluadas el 19% corresponde a la clase C viviendas cimentadas en suelo intermedio y flexible, así mismo el suelo con presencia de humedad o sales;



el 19% corresponde a la clase C viviendas cimentadas con presencia de humedad o sales y estado deteriorado.

#### **C. Parámetro 5: Diafragmas horizontales**

- Según el **gráfico 7** se observa que para el parámetro 5: diafragmas horizontales, tenemos que el 6% de las viviendas evaluadas corresponden a la clase A viviendas con buena calidad del sistema resistente de la losa de entrepiso, es decir que existe buena conexión entre la losa y el sistema de muros, el 6% corresponde a la clase B viviendas con casi buena conexión entre la losa y el sistema de muros, el 13% corresponde a la clase C viviendas con casi deficiente conexión entre la losa y el sistema de muros y el 75% corresponde a la clase D viviendas con deficiente conexión entre la losa y el sistema de muros.

#### **D. Parámetro 8: Distancia máxima entre muros**

- Según el **gráfico 8** se observa que para el parámetro 8: distancia máxima entre muros, se observa que de las viviendas evaluadas el 100% corresponden a la clase D viviendas con mala configuración de espaciamiento entre muros.

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

- Como podemos observar en el **gráfico 9** correspondiente al parámetro 9: tipo de cubierta, observamos que del total de las viviendas evaluadas el 6% corresponde a la clase A viviendas con cubierta estable y plana debidamente amarrada a los muros y el 96% corresponde a la clase B viviendas con cubierta de losa aligera y con arriostramiento de vigas.

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

- Según el **gráfico 10** se observa que para el parámetro 10: elementos no estructurales, se observa que de las viviendas evaluadas el 25% corresponde a la clase A viviendas sin parapetos no cornisas, el 56% corresponde a la clase B viviendas sin parapetos con cornisas bien conectadas a la pared y el 19% corresponde a la clase C viviendas con elementos de pequeñas dimensiones, mal vinculados a la pared.

#### **G. Parámetro 11: Estado de conservación**

- Según el **gráfico 11** se observa que para el parámetro 10: estado de conservación, se observa que de las viviendas evaluadas el 50% corresponde a la clase B viviendas con muros en buena condición, pero con pequeñas fisuras, menores a 2mm, el 44% corresponde a la clase C viviendas con muros que muestran fisuras y cuyos componentes estructurales están deteriorados y el 6% corresponde a la clase D viviendas con muros que muestran fuertes deterioro en sus componentes.

### **5.2.3. Aspectos geométricos**

#### **A. Parámetro 6: Configuración en planta**

- Según el **gráfico 12** se observa que para el parámetro 6: configuración en planta, se observa que de las viviendas evaluadas el 100% corresponden a la clase A viviendas con una buena forma en planta de la estructura, en consecuencia, tienen un buen comportamiento sísmico.

## **B. Parámetro 7: Configuración de elevación**

- Como podemos observar en el **gráfico 13** correspondiente al parámetro 7: con figuración en elevación, observamos que del total de las viviendas evaluadas el 94% corresponde a la clase A y el 6% a la clase C.

### **5.3. Discusión de resultados contrastado con la hipótesis**

En el presente tema de investigación se formuló la siguiente hipótesis: “El nivel de vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti-Petrini de las viviendas ubicadas en zonas de expansión urbana de la ciudad de Bambamarca es alto” por lo tanto definimos que es una hipótesis nula puesto que los resultados obtenidos muestran una vulnerabilidad sísmica media a alta.

### **5.4. Discusión de resultados contrastado con los antecedentes**

#### **5.4.1. Contrastación con los antecedentes nacionales**

Cajan y Falla, (2020) en su tesis “*Vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti - Petrini de las edificaciones categoría C descritas en la norma E.030 de nueve sectores de la ciudad de Reque, provincia de Chiclayo*”, empleando el enfoque metodológico italiano, logró determinar una vulnerabilidad sísmica media para las viviendas construidas con albañilería. Estos hallazgos se alinean con los resultados de la investigación actual, dado que las viviendas exhiben mayormente un nivel de vulnerabilidad sísmica medio a alto.

Vallejos Barrera & Valverde Gutierrez, (2021) en su investigación “*Determinación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti–Petrini en las viviendas de la urbanización Monserrate, provincia de Trujillo, región La Libertad*”, Evaluó la vulnerabilidad sísmica de las residencias situadas en la urbanización Monserrate, en el distrito de Trujillo, provincia de Trujillo, región La Libertad. Mediante la aplicación del Método del Índice de Vulnerabilidad de Benedetti y Petrini, determinó que la mayoría de las

viviendas presentan una vulnerabilidad sísmica que oscila entre baja y media. Estos resultados concuerdan con los hallazgos de la investigación actual, ya que las viviendas mayoritariamente muestran un nivel de vulnerabilidad sísmica que va de medio a alto.

#### **5.4.2. Contrastación con los antecedentes locales**

Bautista Pérez y Ventura Becerra, (2022) en su tesis: “*Análisis de vulnerabilidad sísmica con método de Benedetti - Petrini en viviendas de albañilería confinada, sector Sargento Lores, Jaen, Departamento De Cajamarca, 2022*” determinó el nivel de vulnerabilidad sísmica con el Método del índice de Vulnerabilidad de Benedetti y Petrini en las viviendas de albañilería en el sector Sargento Lores de la ciudad de Jaén, concluyó que la mayoría de las viviendas evaluadas presentan una vulnerabilidad sísmica que oscila entre medio y alto . Estos hallazgos son consistentes con la investigación actual, revelando que la mayoría de las viviendas exhiben un nivel de vulnerabilidad sísmica que varía entre medio y alto.

## 5.5. Resumen de resultados obtenidos

**Tabla 18**

*Resultados de vulnerabilidad sísmica de las 16 viviendas evaluadas.*

Viviendas	Parámetros											índice de vulnerabilidad sísmica (lv)	Normalización del índice de vulnerabilidad sísmica (lvn)	Vulnerabilidad sísmica
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
Vivienda 1	C	B	A	D	A	A	C	D	A	A	B	96.25	26.74	MEDIA
Vivienda 2	C	C	B	D	D	A	A	D	B	B	B	145.00	40.28	ALTA
Vivienda 3	C	B	C	D	D	A	A	D	B	B	B	170.00	47.22	ALTA
Vivienda 4	C	B	B	D	B	A	A	D	B	B	B	100.00	27.78	MEDIA
Vivienda 5	C	B	C	D	D	A	A	D	B	B	B	170.00	47.22	ALTA
Vivienda 6	C	D	B	D	D	A	A	D	B	B	C	170.00	47.22	ALTA
Vivienda 7	C	B	B	D	D	A	A	D	B	A	C	158.75	44.10	ALTA
Vivienda 8	C	C	B	D	C	A	A	D	B	B	C	135.00	37.50	MEDIA
Vivienda 9	C	C	B	D	D	A	A	D	B	B	C	165.00	45.83	ALTA
Vivienda 10	C	B	B	D	D	A	A	D	B	C	C	165.00	45.83	ALTA
Vivienda 11	C	B	B	D	D	A	A	D	B	B	B	140.00	38.89	MEDIA
Vivienda 12	C	B	B	C	D	A	A	D	B	A	B	123.75	34.38	MEDIA
Vivienda 13	C	C	B	C	C	A	A	D	B	B	C	120.00	33.33	MEDIA
Vivienda 14	D	C	A	D	D	A	A	D	B	C	D	207.50	57.64	ALTA
Vivienda 15	C	B	B	C	D	A	A	D	B	A	B	123.75	34.38	MEDIA
Vivienda 16	D	B	C	D	D	A	A	D	B	C	C	220.00	61.11	ALTA

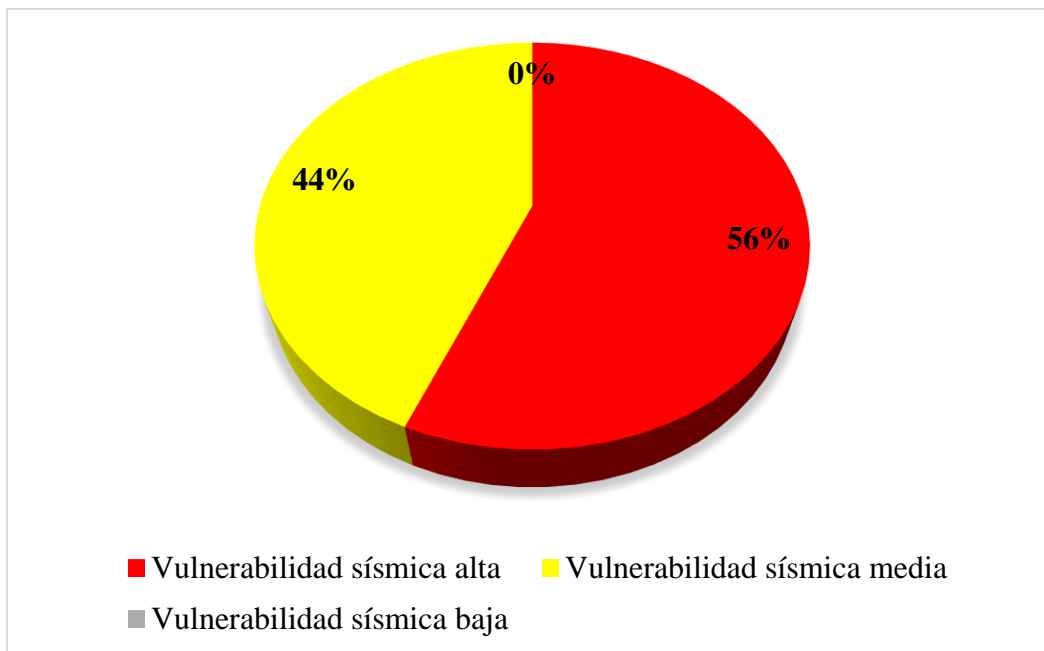
**Tabla 19**

*Nivel de vulnerabilidad sísmica.*

VULNERABILIDAD SÍSMICA		
Rango	N° de viviendas	%
ALTO	9	56%
MEDIO	7	44%
BAJO	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>16</b>	<b>100%</b>

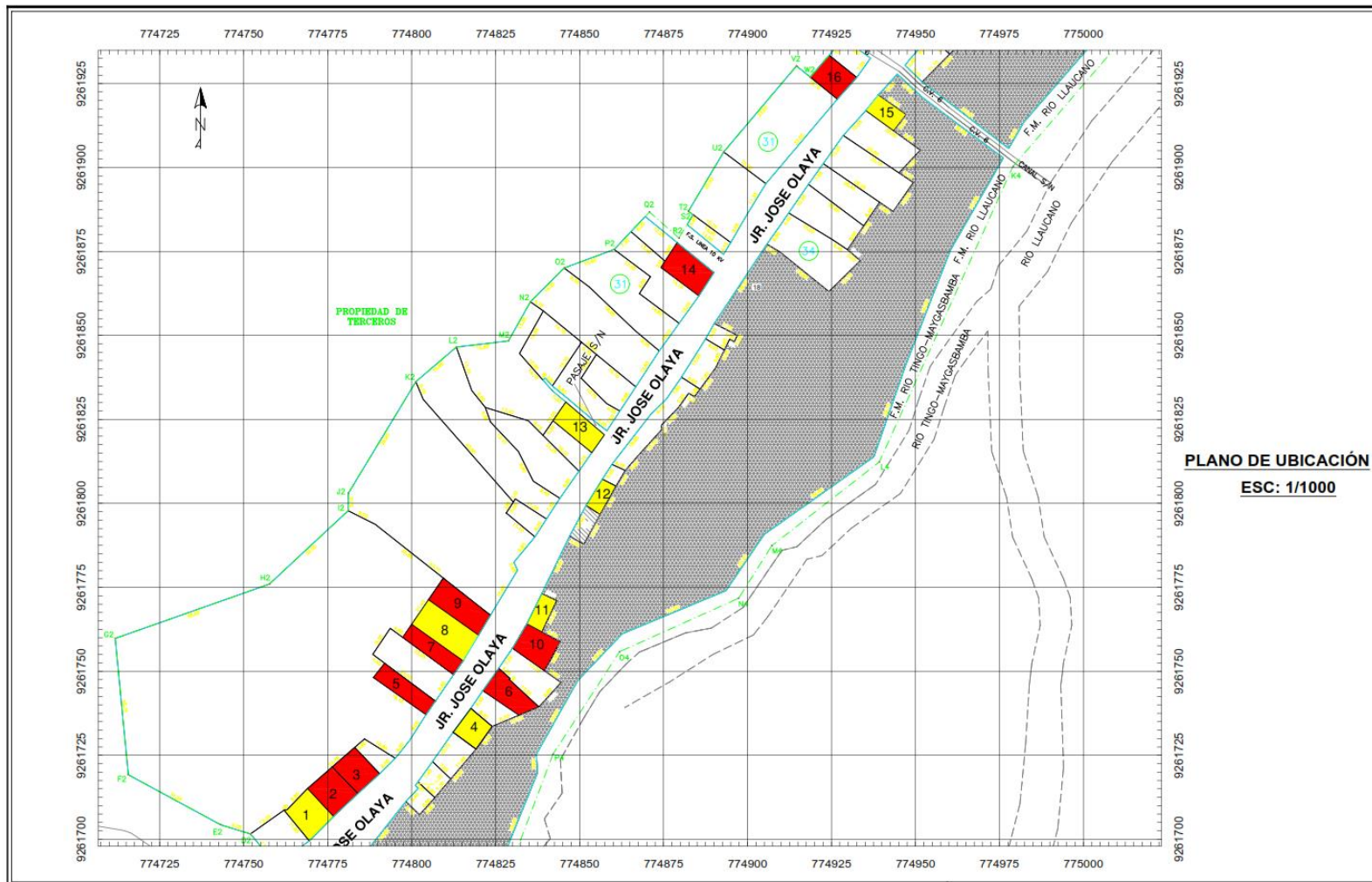
**Gráfico 14**

*Nivel de vulnerabilidad sísmica en la ciudad de Bambamarca-sector José Olaya.*



**Figura 56**

*Vulnerabilidad sísmica de las viviendas evaluadas.*



## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. Conclusiones

- De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis sísmico en viviendas de albañilería confinada se concluye que el nivel de vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti-Petrini de las viviendas ubicadas en zonas de expansión urbana de la ciudad de Bambamarca es ALTO para 9 viviendas y MEDIO para 7 viviendas.
- Se determinó que el nivel de vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti-Petrini sobre aspectos estructurales de las viviendas ubicadas en zonas de expansión urbana de la ciudad de Bambamarca es principalmente de nivel alto. Esto se atribuye a la clasificación de los parámetros 1 y 3, los cuales resultan en un índice de vulnerabilidad igual o superior a 20 pero inferior a 100.
- Se determinó que el nivel de vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti-Petrini sobre aspectos constructivos de las viviendas ubicadas en zonas de expansión urbana de la ciudad de Bambamarca es de nivel medio. Esto se atribuye a la clasificación de los parámetros 2, 4, 5, 8, 9, 10 y 11, los cuales generan un índice de vulnerabilidad igual o superior a 20 pero inferior a 100.
- Se determinó que el nivel de vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti-Petrini sobre aspectos geométricos de las viviendas ubicadas en zonas de expansión urbana de la ciudad de Bambamarca es de nivel medio. Esto se debe a la clasificación de los parámetros 6 y 7, los cuales generan un índice de vulnerabilidad igual o superior a 0 pero inferior a 20.



## **6.2.Recomendaciones**

- Las fichas de reporte desarrolladas en esta investigación se recomiendan ser aplicadas a otras viviendas de la ciudad de Bambamarca, en especial en zonas de expansión urbana, con la finalidad de seguir evaluando la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada.
- Se recomienda que los resultados obtenidos en la presente investigación sean utilizados como base para futuras investigaciones en el ámbito de la vulnerabilidad sísmica de la ciudad de Bambamarca.

## Bibliografía

- Arana Rabanal, M. Á., & Chávez Vásquez, J. J. (2021). Vulnerabilidad sísmica de viviendas de albañilería en el barrio Urubamba, Cajamarca 2019. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/28230>
- Bautista Pérez, H. E., & Ventura Becerra, J. L. (2022). Análisis de vulnerabilidad sísmica con método de Benedetti - Petrini en viviendas de albañilería confinada, sector Sargento Lores, Jaen, Departamento De Cajamarca, 2022. Jaén: Universidad Nacional de Jaén. Obtenido de <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/664>
- Benedetti, D., & Petrini, V. (1984). Sulla vulnerabilità sísmica di edifici in muratura: Prioste di un método di valutazione, Lindustria delle Costruzioni, Roma, Italia. Italia.
- Cajan, N., & Falla, X. (2020). Vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti - Petrini de las edificaciones categoría C descritas en la norma E.030 de nueve sectores de la ciudad de Reque, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque. Lambayeque. Obtenido de <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/7467>
- Cardinali, V., Tanganelli, M., & Bentob, R. (2022). Seismic assessment of the XX century masonry buildings in Florence: Vulnerability insights based on urban data acquisition and nonlinear static analysis. Italia. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710222008142>
- Castañeda Cieza, G. (2020). "Comportamiento sísmico de un edificio multifamiliar proyectado con sistemas de albañilería armada y albañilería confinada en la ciudad

de cajamarca". Obtenido de

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/23839/Casta%20bleda%20Cieza%20Gianfranco.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Diario el Peruano. (2018). Norma técnica E.030 diseño sismorresistente del reglamento nacional de edificaciones. Obtenido de [https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02\\_E/2018\\_E030\\_RM-355-2018-VIVIENDA\\_Peruano.pdf](https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/2018_E030_RM-355-2018-VIVIENDA_Peruano.pdf)

Echeverría Rojas, J. J., & Monroy Botia, M. A. (2021). Aplicación del método de índice de vulnerabilidad (benedetti & petrini) para evaluación de edificaciones de mampostería no reforzada en el barrio surinama. Tunja. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/33800/2021jenifferecheverri%CC%81a-alejandramonroy.pdf?sequence=1>

INDECI. (2005). Instituto Nacional de Defensa Civil INDECI – PNUD – PER/02/051. Cajamarca.

Instituto Geofísico del Peru. (2020). Obtenido de <https://www.geoidep.gob.pe/instituto-geofisico-del-peru>

Instituto Geofísico del Perú. (2023). Instituto Geofísico del Perú (IGP). Obtenido de <https://ultimosismo.igp.gob.pe/mapas-sismicos#>

Izquierdo Horna, L., & Justin Yépez, J. Z. (2022). Un enfoque integrado para la evaluación del riesgo sísmico mediante análisis forestal aleatorio y jerárquico: Pisco, Perú. Universidad Tecnológica del Perú, Lima.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10926>

- Marasco, S., Noori, A. Z., Domaneschi, M., & Gian, P. C. (2021). Seismic vulnerability assessment indices for buildings: Proposals, comparisons and methodologies at collapse limit states. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212420921004271>
- Mena Hernández, U. (2002). Evaluación del riesgo sísmico en zonas urbanas. Universitat Politècnica de Catalunya. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/93534?show=full>
- Ocola, L. (2005). Peligro, vulnerabilidad, riesgo y la posibilidad de desastres sísmicos en el Perú. Instituto Geofísico del Perú, Lima. Obtenido de <https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/Amb-138.pdf>
- Programa Ciudades Sostenibles. (2014). Estudio “mapas de peligros, vulnerabilidad y riesgos, plan de usos del suelo ante desastres, proyectos y medidas de mitigación de la ciudad de bambamarca y centro poblado llaucán”. Municipalidad Provincial de Hualgayoc, BAMBAMARCA. Obtenido de [https://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/INDECI/Mapa%20peligros%20vulnerabilidad%20y%20riesgos%20usos%20del%20suelo%20y%20medidas%20mitigacion%20de%20Bambamarca\\_2014.pdf](https://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/INDECI/Mapa%20peligros%20vulnerabilidad%20y%20riesgos%20usos%20del%20suelo%20y%20medidas%20mitigacion%20de%20Bambamarca_2014.pdf)
- Real Academia Española. (2021). Obtenido de <https://dle.rae.es/vivienda>
- Salazar Huamán, E. G. (2018). Vulnerabilidad Sísmica De Las Viviendas De Albañilería Confinada En La Ciudad De Jesús. Obtenido de <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3231120>

- Santos Quispe, D. (2019). Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas en el distrito de Chilca en el 2017. Universidad Continental, Huancayo. Obtenido de [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/6924/2/IV\\_FIN\\_105\\_TE\\_Santos\\_Quispe\\_2019.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/6924/2/IV_FIN_105_TE_Santos_Quispe_2019.pdf)
- Secundino Ramirez, J. (2020). Vulnerabilidad Sísmica Aplicando El Método De Benedetti Y Petrini En Una Institución Educativa, En Jaen, Año 2019. Obtenido de [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNJA\\_20d65321ed79ccaecf404fc70fcd112](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNJA_20d65321ed79ccaecf404fc70fcd112)
- Segui, P. (2018). Daños en casas y estructuras tras sismo – terremoto. OVACEN. Obtenido de <https://ovacen.com/evaluar-danos-casas-estructuras-sismo/>
- Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción – SENCICO. (2020). Norma E.070 Albañilería. Lima-Perú. Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/15N2ZQwZGegdoui4rrjTR6uq5bITu7uyv/view>
- Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción. (2024). SENCICO. Obtenido de <https://www.gob.pe/sencico>
- Tuesta, C. M., Jiménez, M. J., & Jáuregui, G. A. (2021). Vulnerabilidad sísmica estructural de instituciones educativas públicas, aplicando el método de benedetti-petrini. Obtenido de <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/CNI/article/view/728>
- Universidad Nacional de Ingeniería. (2005). Guía para la construcción con albañilería. Lima, Lima, Perú. Recuperado el 2024, de <https://www.cismid.uni.edu.pe/wp-content/uploads/2019/12/ESPAnOL-FINAL-web.pdf>

- Vallejos Barrera, P. C., & Valverde Gutierrez, E. D. (2021). Determinación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti–Petrini en las viviendas de la urbanización Monserrate, provincia de Trujillo, región La Libertad. Obtenido de <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2901197>
- Villavicencio Cedeño, E. G., & Marcillo Gutiérrez, G. T. (2020). “Evaluación de vulnerabilidad sísmica basada en los métodos benedetti y petrini; fema 154 del edificio carrera de ingeniería agropecuaria - UNESUM”. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2275>
- Yépez Moya, F., Barbat Barbat, H. A., & Canas Torres, J. A. (1996). Evaluación probabilista de la vulnerabilidad y riesgo sísmico de estructuras de hormigón armado por medio de simulación. Barcelona: Centre Internacional de Mètodes Numèrics en Enginyeria (CIMNE). Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/27736>
- Zora Mejía, F. N., & A.B., A. J. (2019). Índice de vulnerabilidad sísmica de escuelas del Área Metropolitana de Medellín, Colombia. Metropolitana de Medellín, Colombia: Revista EIA. doi:<https://doi.org/10.24050/reia.v16i32.1035>

**ANEXOS:**

**ANEXO N°1: RESULTADOS OBTENIDOS**

**Tabla 20**

*Resultados de vulnerabilidad sísmica de las 16 viviendas evaluadas.*

Viviendas	Parámetros											índice de vulnerabilidad sísmica (Iv)	Normalización del índice de vulnerabilidad sísmica (Ivn)	Vulnerabilidad sísmica
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
Vivienda 1	C	B	A	D	A	A	C	D	A	A	B	96.25	26.74	MEDIA
Vivienda 2	C	C	B	D	D	A	A	D	B	B	B	145.00	40.28	ALTA
Vivienda 3	C	B	C	D	D	A	A	D	B	B	B	170.00	47.22	ALTA
Vivienda 4	C	B	B	D	B	A	A	D	B	B	B	100.00	27.78	MEDIA
Vivienda 5	C	B	C	D	D	A	A	D	B	B	B	170.00	47.22	ALTA
Vivienda 6	C	D	B	D	D	A	A	D	B	B	C	170.00	47.22	ALTA
Vivienda 7	C	B	B	D	D	A	A	D	B	A	C	158.75	44.10	ALTA
Vivienda 8	C	C	B	D	C	A	A	D	B	B	C	135.00	37.50	MEDIA
Vivienda 9	C	C	B	D	D	A	A	D	B	B	C	165.00	45.83	ALTA
Vivienda 10	C	B	B	D	D	A	A	D	B	C	C	165.00	45.83	ALTA
Vivienda 11	C	B	B	D	D	A	A	D	B	B	B	140.00	38.89	MEDIA
Vivienda 12	C	B	B	C	D	A	A	D	B	A	B	123.75	34.38	MEDIA
Vivienda 13	C	C	B	C	C	A	A	D	B	B	C	120.00	33.33	MEDIA
Vivienda 14	D	C	A	D	D	A	A	D	B	C	D	207.50	57.64	ALTA
Vivienda 15	C	B	B	C	D	A	A	D	B	A	B	123.75	34.38	MEDIA
Vivienda 16	D	B	C	D	D	A	A	D	B	C	C	220.00	61.11	ALTA

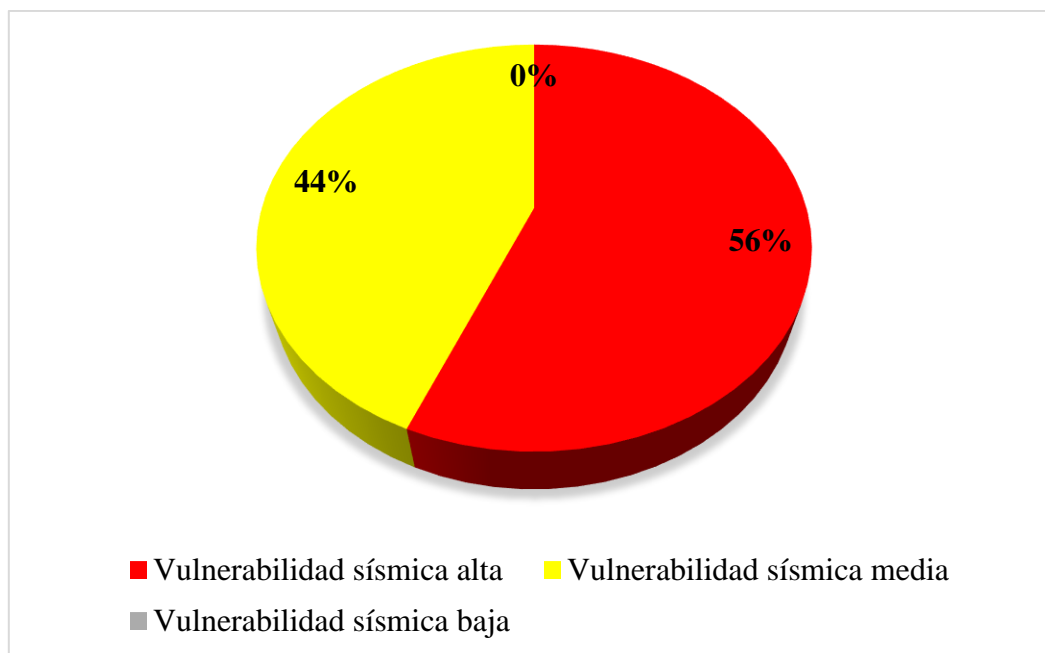
**Tabla 21**

*Nivel de vulnerabilidad sísmica.*

VULNERABILIDAD SÍSMICA		
Rango	N° de viviendas	%
ALTO	9	56%
MEDIO	7	44%
BAJO	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>16</b>	<b>100%</b>

### Gráfico 15

*Nivel de vulnerabilidad sísmica en la ciudad de Bambamarca-sector José Olaya.*





## ANEXO N°2: PANEL FOTOGRÁFICO

### Fotografía 6

*Evaluación de la vivienda 1.*



### Fotografía 7

*Muestra de humedad en la vivienda.*



## Fotografía 8

*Evaluación de la vivienda 2.*



## Fotografía 9

*Evaluación de la vivienda 3.*



### **Fotografía 10**

*Medida de mortero en muros.*



### **Fotografía 11**

*Evaluación de vivienda 4.*



## **Fotografía 12**

*Evaluación de vivienda 5.*



## **Fotografía 13**

*Medidas de columnas en vivienda.*



## **Fotografía 14**

*Evaluación de vivienda 6.*

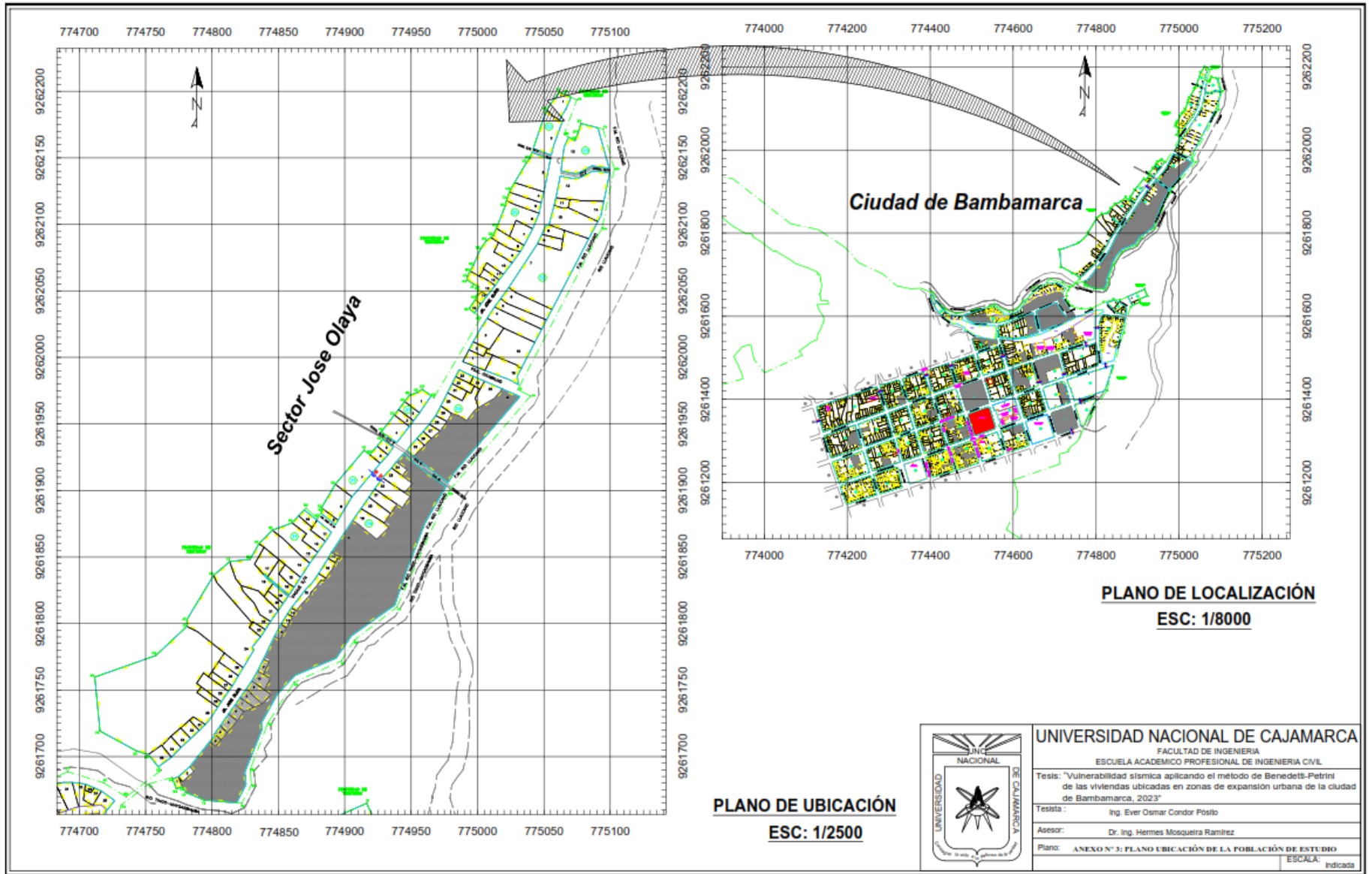


## **Fotografía 15**

*Muestra de humedad en vivienda.*

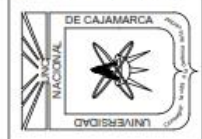


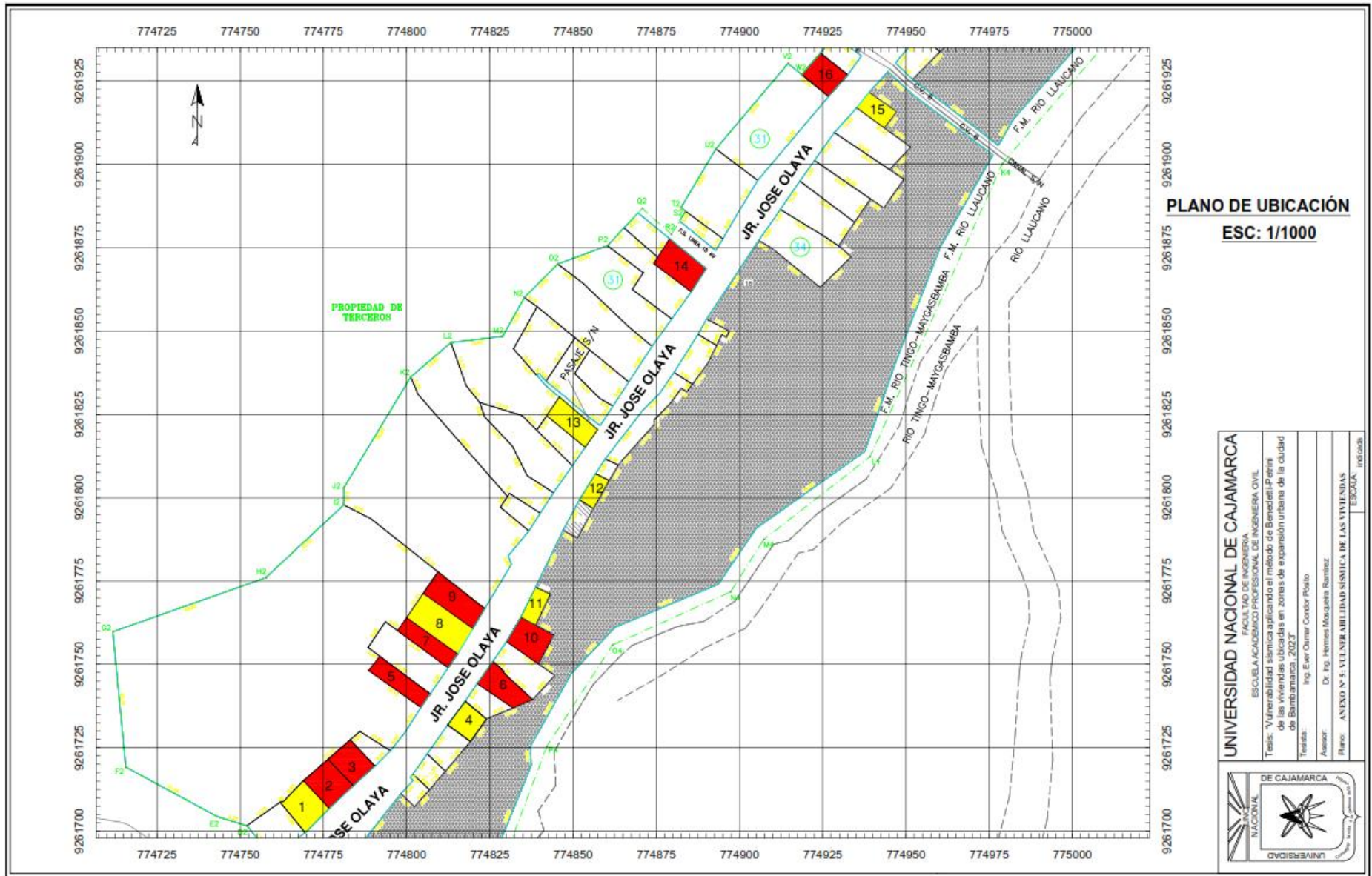







**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 Tesis: "Vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti-Petri  
 de las viviendas ubicadas en zonas de expansión urbana de la ciudad  
 de Bolognesi, 2023"  
 Tesis: Ing. Eder Omar Corcor Pantoja  
 Asesor: Dr. Ing. Hermes Margarita Ramírez  
 Título: ANEXO N° 4: UBICACIÓN DE LAS VIVIENDAS EN ALIADAS  
 ESCALA: incluida





**PLANO DE UBICACIÓN**  
**ESC: 1/1000**

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
	Tesis: "Vulnerabilidad sísmica aplicada el método de Benedetti-Perrin de viviendas urbanas en zonas de expansión urbana de la ciudad de Bambamarca, 2023"	
	Tesis:	Ing. Ever Dumar Condo Pólitto
	Autor:	Dr. Ing. Hermes Moquegua Ramirez
	Plano:	ANEXO N° 3.1. VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS
		ESCALA: 1:1000



ANEXO Nº6: FICHA DE EVALUACIÓN

FICHA DE EVALUACIÓN PARA ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA UTILIZANDO EL MÉTODO DE BENEDETTI - PETRINI	TIPOLOGÍA: ALBAÑILERÍA																																																																																																																																				
TESIS: "VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL MÉTODO DE BENEDETTI-PETRINI DE LAS VIVIENDAS UBICADAS EN ZONAS DE EXPANSIÓN URBANA DE LA CIUDAD DE BAMBAMARCA, 2023"																																																																																																																																					
<b>DATOS REFERENCIALES:</b>	<table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">Vivienda Nº :</td> <td style="width: 40%;"><input style="width: 95%;" type="text"/></td> <td rowspan="7" style="width: 30%; text-align: center; vertical-align: middle;">FOTOGRAFÍA DE LA VIVIENDA EVALUADA</td> </tr> <tr> <td>Departamento :</td> <td><input style="width: 95%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Provincia :</td> <td><input style="width: 95%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Distrito :</td> <td><input style="width: 95%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Barrio :</td> <td><input style="width: 95%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Dirección :</td> <td><input style="width: 95%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Fecha :</td> <td><input style="width: 95%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Responsable :</td> <td><input style="width: 95%;" type="text"/></td> </tr> </table>	Vivienda Nº :	<input style="width: 95%;" type="text"/>	FOTOGRAFÍA DE LA VIVIENDA EVALUADA	Departamento :	<input style="width: 95%;" type="text"/>	Provincia :	<input style="width: 95%;" type="text"/>	Distrito :	<input style="width: 95%;" type="text"/>	Barrio :	<input style="width: 95%;" type="text"/>	Dirección :	<input style="width: 95%;" type="text"/>	Fecha :	<input style="width: 95%;" type="text"/>	Responsable :	<input style="width: 95%;" type="text"/>																																																																																																																			
Vivienda Nº :	<input style="width: 95%;" type="text"/>	FOTOGRAFÍA DE LA VIVIENDA EVALUADA																																																																																																																																			
Departamento :	<input style="width: 95%;" type="text"/>																																																																																																																																				
Provincia :	<input style="width: 95%;" type="text"/>																																																																																																																																				
Distrito :	<input style="width: 95%;" type="text"/>																																																																																																																																				
Barrio :	<input style="width: 95%;" type="text"/>																																																																																																																																				
Dirección :	<input style="width: 95%;" type="text"/>																																																																																																																																				
Fecha :	<input style="width: 95%;" type="text"/>																																																																																																																																				
Responsable :	<input style="width: 95%;" type="text"/>																																																																																																																																				
<b>PARÁMETROS DE BENEDETTI - PETRINI</b>																																																																																																																																					
<b>6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA</b>	<table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="background-color: #0056b3; color: white;"><b>1. TIPO Y ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE</b></td> <td style="width: 10%; text-align: right;"><i>Clase:</i></td> <td style="width: 15%;"></td> </tr> <tr> <td colspan="4"><i>Marcar según lo observado:</i></td> </tr> <tr> <td style="width: 60%;"><i>Asesoría técnica</i></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;"><input style="width: 80%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td><i>Nueva construcción y/o reparación según Norma E.070</i></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;"><input style="width: 80%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td><i>Elementos de arrioste horizontales y verticales</i></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;"><input style="width: 80%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td><i>Deficiencias en confinamiento y proceso de construcción</i></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;"><input style="width: 80%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td><i>Muros sin confinar o autoconstrucción</i></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;"><input style="width: 80%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="background-color: #0056b3; color: white;"><b>2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE</b></td> <td style="text-align: right;"><i>Clase:</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4"><i>Marcar según lo observado:</i></td> </tr> <tr> <td><i>Muros con mampostería industrial</i></td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">NO</td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>Muros con mampostería artesanal</i></td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">NO</td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>Buena trabazón en mampostería</i></td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">NO</td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>Mortero de buena calidad (9 - 12mm)</i></td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">NO</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="background-color: #0056b3; color: white;"><b>3. RESISTENCIA CONVENCIONAL</b></td> <td style="text-align: right;"><i>Clase:</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4"><i>Especificar según lo observado:</i></td> </tr> <tr> <td><i>Número de pisos (N)</i></td> <td>:</td> <td></td> <td><input style="width: 80%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td><i>Ax: área de muros en X (m2)</i></td> <td>:</td> <td></td> <td><input style="width: 80%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td><i>Ay: área de muros en Y (m2)</i></td> <td>:</td> <td></td> <td><input style="width: 80%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td><i>h: Altura promedio de entrepiso (m)</i></td> <td>:</td> <td></td> <td><input style="width: 80%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td><i>pm: Peso de mampostería (tn/m3)</i></td> <td>:</td> <td></td> <td><input style="width: 80%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td><i>Número de diafragmas (M)</i></td> <td>:</td> <td></td> <td><input style="width: 80%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td><i>ps: Peso del diafragma (tn/m2)</i></td> <td>:</td> <td></td> <td><input style="width: 80%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="background-color: #0056b3; color: white;"><b>4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN</b></td> <td style="text-align: right;"><i>Clase:</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4"><i>Marcar según lo observado:</i></td> </tr> <tr> <td><i>Presencia de sales</i></td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">NO</td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>Presencia de filtraciones</i></td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">NO</td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>Estado de conservación deteriorado</i></td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">NO</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="background-color: #0056b3; color: white;"><b>5. DIAFRAGMAS HORIZONTALES</b></td> <td style="text-align: right;"><i>Clase:</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4"><i>Marcar según lo observado:</i></td> </tr> <tr> <td><i>Discontinuidades abruptas</i></td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">NO</td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>Buena conexión diafragma-muro</i></td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">NO</td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>Deflexión del diafragma</i></td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">NO</td> <td></td> </tr> </table>	<b>1. TIPO Y ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE</b>		<i>Clase:</i>		<i>Marcar según lo observado:</i>				<i>Asesoría técnica</i>			<input style="width: 80%;" type="text"/>	<i>Nueva construcción y/o reparación según Norma E.070</i>			<input style="width: 80%;" type="text"/>	<i>Elementos de arrioste horizontales y verticales</i>			<input style="width: 80%;" type="text"/>	<i>Deficiencias en confinamiento y proceso de construcción</i>			<input style="width: 80%;" type="text"/>	<i>Muros sin confinar o autoconstrucción</i>			<input style="width: 80%;" type="text"/>	<b>2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE</b>		<i>Clase:</i>		<i>Marcar según lo observado:</i>				<i>Muros con mampostería industrial</i>	SI	NO		<i>Muros con mampostería artesanal</i>	SI	NO		<i>Buena trabazón en mampostería</i>	SI	NO		<i>Mortero de buena calidad (9 - 12mm)</i>	SI	NO		<b>3. RESISTENCIA CONVENCIONAL</b>		<i>Clase:</i>		<i>Especificar según lo observado:</i>				<i>Número de pisos (N)</i>	:		<input style="width: 80%;" type="text"/>	<i>Ax: área de muros en X (m2)</i>	:		<input style="width: 80%;" type="text"/>	<i>Ay: área de muros en Y (m2)</i>	:		<input style="width: 80%;" type="text"/>	<i>h: Altura promedio de entrepiso (m)</i>	:		<input style="width: 80%;" type="text"/>	<i>pm: Peso de mampostería (tn/m3)</i>	:		<input style="width: 80%;" type="text"/>	<i>Número de diafragmas (M)</i>	:		<input style="width: 80%;" type="text"/>	<i>ps: Peso del diafragma (tn/m2)</i>	:		<input style="width: 80%;" type="text"/>	<b>4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN</b>		<i>Clase:</i>		<i>Marcar según lo observado:</i>				<i>Presencia de sales</i>	SI	NO		<i>Presencia de filtraciones</i>	SI	NO		<i>Estado de conservación deteriorado</i>	SI	NO		<b>5. DIAFRAGMAS HORIZONTALES</b>		<i>Clase:</i>		<i>Marcar según lo observado:</i>				<i>Discontinuidades abruptas</i>	SI	NO		<i>Buena conexión diafragma-muro</i>	SI	NO		<i>Deflexión del diafragma</i>	SI	NO					
<b>1. TIPO Y ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE</b>		<i>Clase:</i>																																																																																																																																			
<i>Marcar según lo observado:</i>																																																																																																																																					
<i>Asesoría técnica</i>			<input style="width: 80%;" type="text"/>																																																																																																																																		
<i>Nueva construcción y/o reparación según Norma E.070</i>			<input style="width: 80%;" type="text"/>																																																																																																																																		
<i>Elementos de arrioste horizontales y verticales</i>			<input style="width: 80%;" type="text"/>																																																																																																																																		
<i>Deficiencias en confinamiento y proceso de construcción</i>			<input style="width: 80%;" type="text"/>																																																																																																																																		
<i>Muros sin confinar o autoconstrucción</i>			<input style="width: 80%;" type="text"/>																																																																																																																																		
<b>2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE</b>		<i>Clase:</i>																																																																																																																																			
<i>Marcar según lo observado:</i>																																																																																																																																					
<i>Muros con mampostería industrial</i>	SI	NO																																																																																																																																			
<i>Muros con mampostería artesanal</i>	SI	NO																																																																																																																																			
<i>Buena trabazón en mampostería</i>	SI	NO																																																																																																																																			
<i>Mortero de buena calidad (9 - 12mm)</i>	SI	NO																																																																																																																																			
<b>3. RESISTENCIA CONVENCIONAL</b>		<i>Clase:</i>																																																																																																																																			
<i>Especificar según lo observado:</i>																																																																																																																																					
<i>Número de pisos (N)</i>	:		<input style="width: 80%;" type="text"/>																																																																																																																																		
<i>Ax: área de muros en X (m2)</i>	:		<input style="width: 80%;" type="text"/>																																																																																																																																		
<i>Ay: área de muros en Y (m2)</i>	:		<input style="width: 80%;" type="text"/>																																																																																																																																		
<i>h: Altura promedio de entrepiso (m)</i>	:		<input style="width: 80%;" type="text"/>																																																																																																																																		
<i>pm: Peso de mampostería (tn/m3)</i>	:		<input style="width: 80%;" type="text"/>																																																																																																																																		
<i>Número de diafragmas (M)</i>	:		<input style="width: 80%;" type="text"/>																																																																																																																																		
<i>ps: Peso del diafragma (tn/m2)</i>	:		<input style="width: 80%;" type="text"/>																																																																																																																																		
<b>4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN</b>		<i>Clase:</i>																																																																																																																																			
<i>Marcar según lo observado:</i>																																																																																																																																					
<i>Presencia de sales</i>	SI	NO																																																																																																																																			
<i>Presencia de filtraciones</i>	SI	NO																																																																																																																																			
<i>Estado de conservación deteriorado</i>	SI	NO																																																																																																																																			
<b>5. DIAFRAGMAS HORIZONTALES</b>		<i>Clase:</i>																																																																																																																																			
<i>Marcar según lo observado:</i>																																																																																																																																					
<i>Discontinuidades abruptas</i>	SI	NO																																																																																																																																			
<i>Buena conexión diafragma-muro</i>	SI	NO																																																																																																																																			
<i>Deflexión del diafragma</i>	SI	NO																																																																																																																																			
<b>7. CONFIGURACIÓN DE ELEVACIÓN</b>	<table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="background-color: #0056b3; color: white;"><b>6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA</b></td> <td style="width: 10%; text-align: right;"><i>Clase:</i></td> <td style="width: 15%;"></td> </tr> <tr> <td colspan="4"><i>Especificar los siguientes datos:</i></td> </tr> <tr> <td style="width: 40%;"><i>Xmín=</i></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 10%;"><i>Ymín=</i></td> <td style="width: 30%;"><input style="width: 80%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td><i>Xmáx=</i></td> <td></td> <td><i>Ymáx=</i></td> <td><input style="width: 80%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="background-color: #0056b3; color: white;"><b>7. CONFIGURACIÓN DE ELEVACIÓN</b></td> <td style="text-align: right;"><i>Clase:</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4"><i>Especificar y marcar según lo observado:</i></td> </tr> <tr> <td><i>Aumento o reducción de masas o áreas (%)</i></td> <td>:</td> <td></td> <td style="text-align: center;"><input style="width: 80%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td><i>Piso blando</i></td> <td>:</td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">NO</td> </tr> <tr> <td><i>Irregularidad del sistema resistente</i></td> <td>:</td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">NO</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="background-color: #0056b3; color: white;"><b>8. DISTANCIA MÁXIMA ENTRE MUROS</b></td> <td style="text-align: right;"><i>Clase:</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4"><i>Especificar:</i></td> </tr> <tr> <td><i>L (espaciamiento de muros trans. en metros)</i></td> <td>:</td> <td></td> <td><input style="width: 80%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td><i>S (espesor del muro maestro en metros)</i></td> <td>:</td> <td></td> <td><input style="width: 80%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td><i>Factor L/S</i></td> <td>:</td> <td></td> <td><input style="width: 80%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="background-color: #0056b3; color: white;"><b>9. TIPO DE CUBIERTA</b></td> <td style="text-align: right;"><i>Clase:</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4"><i>Marcar según lo observado:</i></td> </tr> <tr> <td><i>Cubierta estable</i></td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">NO</td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>Adecuada conexión cubierta-muro adecuado</i></td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">NO</td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>Cubierta plana</i></td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">NO</td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>Material liviano</i></td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">NO</td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>Cubierta en buenas condiciones</i></td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">NO</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="background-color: #0056b3; color: white;"><b>10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES</b></td> <td style="text-align: right;"><i>Clase:</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4"><i>Calificar con bueno (B), regular (R), malo (M), según conexión al S.R.:</i></td> </tr> <tr> <td><i>Cornisa y parapetos</i></td> <td style="text-align: center;">NO</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>Tanques de agua prefabricados</i></td> <td style="text-align: center;">NO</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>Balcones y volados</i></td> <td style="text-align: center;">NO</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>Pequeños elementos</i></td> <td style="text-align: center;">NO</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="background-color: #0056b3; color: white;"><b>11. ESTADO DE CONSERVACIÓN</b></td> <td style="text-align: right;"><i>Clase:</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4"><i>Marcar según lo observado en la estructura:</i></td> </tr> <tr> <td><i>Muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles</i></td> <td>:</td> <td></td> <td style="text-align: center;"><input style="width: 80%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td><i>Muros en buenas condiciones, pero con fisuras pequeñas</i></td> <td>:</td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>No presenta fisuras, pero se encuentra en mal estado de conservación:</i></td> <td>:</td> <td></td> <td style="text-align: center;"><input style="width: 80%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td><i>Muros con fuerte deterioro en sus componentes</i></td> <td>:</td> <td></td> <td style="text-align: center;"><input style="width: 80%;" type="text"/></td> </tr> </table>	<b>6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA</b>		<i>Clase:</i>		<i>Especificar los siguientes datos:</i>				<i>Xmín=</i>		<i>Ymín=</i>	<input style="width: 80%;" type="text"/>	<i>Xmáx=</i>		<i>Ymáx=</i>	<input style="width: 80%;" type="text"/>	<b>7. CONFIGURACIÓN DE ELEVACIÓN</b>		<i>Clase:</i>		<i>Especificar y marcar según lo observado:</i>				<i>Aumento o reducción de masas o áreas (%)</i>	:		<input style="width: 80%;" type="text"/>	<i>Piso blando</i>	:	SI	NO	<i>Irregularidad del sistema resistente</i>	:	SI	NO	<b>8. DISTANCIA MÁXIMA ENTRE MUROS</b>		<i>Clase:</i>		<i>Especificar:</i>				<i>L (espaciamiento de muros trans. en metros)</i>	:		<input style="width: 80%;" type="text"/>	<i>S (espesor del muro maestro en metros)</i>	:		<input style="width: 80%;" type="text"/>	<i>Factor L/S</i>	:		<input style="width: 80%;" type="text"/>	<b>9. TIPO DE CUBIERTA</b>		<i>Clase:</i>		<i>Marcar según lo observado:</i>				<i>Cubierta estable</i>	SI	NO		<i>Adecuada conexión cubierta-muro adecuado</i>	SI	NO		<i>Cubierta plana</i>	SI	NO		<i>Material liviano</i>	SI	NO		<i>Cubierta en buenas condiciones</i>	SI	NO		<b>10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES</b>		<i>Clase:</i>		<i>Calificar con bueno (B), regular (R), malo (M), según conexión al S.R.:</i>				<i>Cornisa y parapetos</i>	NO			<i>Tanques de agua prefabricados</i>	NO			<i>Balcones y volados</i>	NO			<i>Pequeños elementos</i>	NO			<b>11. ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>		<i>Clase:</i>		<i>Marcar según lo observado en la estructura:</i>				<i>Muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles</i>	:		<input style="width: 80%;" type="text"/>	<i>Muros en buenas condiciones, pero con fisuras pequeñas</i>	:	SI		<i>No presenta fisuras, pero se encuentra en mal estado de conservación:</i>	:		<input style="width: 80%;" type="text"/>	<i>Muros con fuerte deterioro en sus componentes</i>	:		<input style="width: 80%;" type="text"/>
<b>6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA</b>		<i>Clase:</i>																																																																																																																																			
<i>Especificar los siguientes datos:</i>																																																																																																																																					
<i>Xmín=</i>		<i>Ymín=</i>	<input style="width: 80%;" type="text"/>																																																																																																																																		
<i>Xmáx=</i>		<i>Ymáx=</i>	<input style="width: 80%;" type="text"/>																																																																																																																																		
<b>7. CONFIGURACIÓN DE ELEVACIÓN</b>		<i>Clase:</i>																																																																																																																																			
<i>Especificar y marcar según lo observado:</i>																																																																																																																																					
<i>Aumento o reducción de masas o áreas (%)</i>	:		<input style="width: 80%;" type="text"/>																																																																																																																																		
<i>Piso blando</i>	:	SI	NO																																																																																																																																		
<i>Irregularidad del sistema resistente</i>	:	SI	NO																																																																																																																																		
<b>8. DISTANCIA MÁXIMA ENTRE MUROS</b>		<i>Clase:</i>																																																																																																																																			
<i>Especificar:</i>																																																																																																																																					
<i>L (espaciamiento de muros trans. en metros)</i>	:		<input style="width: 80%;" type="text"/>																																																																																																																																		
<i>S (espesor del muro maestro en metros)</i>	:		<input style="width: 80%;" type="text"/>																																																																																																																																		
<i>Factor L/S</i>	:		<input style="width: 80%;" type="text"/>																																																																																																																																		
<b>9. TIPO DE CUBIERTA</b>		<i>Clase:</i>																																																																																																																																			
<i>Marcar según lo observado:</i>																																																																																																																																					
<i>Cubierta estable</i>	SI	NO																																																																																																																																			
<i>Adecuada conexión cubierta-muro adecuado</i>	SI	NO																																																																																																																																			
<i>Cubierta plana</i>	SI	NO																																																																																																																																			
<i>Material liviano</i>	SI	NO																																																																																																																																			
<i>Cubierta en buenas condiciones</i>	SI	NO																																																																																																																																			
<b>10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES</b>		<i>Clase:</i>																																																																																																																																			
<i>Calificar con bueno (B), regular (R), malo (M), según conexión al S.R.:</i>																																																																																																																																					
<i>Cornisa y parapetos</i>	NO																																																																																																																																				
<i>Tanques de agua prefabricados</i>	NO																																																																																																																																				
<i>Balcones y volados</i>	NO																																																																																																																																				
<i>Pequeños elementos</i>	NO																																																																																																																																				
<b>11. ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>		<i>Clase:</i>																																																																																																																																			
<i>Marcar según lo observado en la estructura:</i>																																																																																																																																					
<i>Muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles</i>	:		<input style="width: 80%;" type="text"/>																																																																																																																																		
<i>Muros en buenas condiciones, pero con fisuras pequeñas</i>	:	SI																																																																																																																																			
<i>No presenta fisuras, pero se encuentra en mal estado de conservación:</i>	:		<input style="width: 80%;" type="text"/>																																																																																																																																		
<i>Muros con fuerte deterioro en sus componentes</i>	:		<input style="width: 80%;" type="text"/>																																																																																																																																		