

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL: DE INGENIERÍA CIVIL**



**Tesis**

**Nivel de riesgo sísmico en edificaciones de adobe en el pasaje Miscabamba en la  
ciudad de Abancay, 2023**

Asesor:

Dr. Soto Palomino, Wilfredo

Autor:

León Centeno, César

“Para optar el Título Profesional de: Ingeniero Civil “

Abancay - Apurímac - Perú

2025



# Universidad Tecnológica de los Andes

Transformando vidas

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL

Acta N°: 022

En la ciudad de Abancay, a los 4 días del mes de marzo del 2025, siendo las 12:00 del mediodía, se reunieron los integrantes del Jurado designado por Resolución Directoral N° 0216-2025- EPIC-FI-UTEA-SA de fecha 25 de febrero del 2025, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería:

Presidente :	MSc. Ing. Maldonado Mendivil, Angel
Dictaminante :	Dr. Alarcón Camacho, Erick
Replicante :	Ing. Moran Moreno, Milson

Para evaluar la sustentación, en la modalidad de:

Tesis       Trabajo de suficiencia profesional

Titulada:

**Nivel de riesgo sísmico en edificaciones de adobe en el pasaje Miscabamba en la ciudad de Abancay, 2023**

Desarrollado por el (los) Bachiller (es):

**Br: León Centeno, César**

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Civil

Concluido el acto, el Jurado dictaminó que el (la) (los) mencionado(a) (s) bachiller (es) fue (ron) APROBADO (S):

Por: Unanimidad  
(Unanimidad o Mayoría) (\*\*)

Emitiéndose el calificativo final de:

Bachiller (Apellidos y Nombres)	Calificación (**)
León Centeno, César	Aprobado

Siendo las 13:15 horas concluyó la sesión, firmando los integrantes del Jurado.

Presidente: MSc. Ing. Maldonado Mendivil, Angel

Dictaminante: Dr. Alarcón Camacho, Erick

Replicante: Ing. Moran Moreno, Milson

(.....)  
(.....)  
(.....)

Abancay 06 de marzo del 2025

Se expide la presente conforme al Libro de Actas de Sustentación de Tesis, consignado en los folios N° 305.

(\*) Mayoría: Dos integrantes del Jurado aprueban o desaprobaban. Unanimidad: Todos los integrantes del Jurado aprueban o desaprobaban, Art. 18 RUGAT.  
(\*\*) 0 a 10: Desaprobado, 11 a 15: Aprobado, 16 a 18: Aprobado Notable, 19 y 20: Aprobado con Distinción, Art. 18 RUGAT.

## Reporte de similitud

# CESAR LEON

# LEON CENTENO CESAR INGENIERIA CIVIL

 REVISION CESAR LEON CENTENO

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::3117:520683717

Fecha de entrega

30 oct 2025, 16:01 GMT-5

Fecha de descarga

30 oct 2025, 16:11 GMT-5

Nombre del archivo

LEON CENTENO CESAR INGENIERIA CIVIL.docx

Tamaño del archivo

32.5 MB

175 páginas

19.169 palabras

104.533 caracteres



Página 2 de 186 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid::3117:520683717


## 21% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...


### Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

### Fuentes principales

18%  Fuentes de Internet

5%  Publicaciones

16%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

## Metadatos

<b>Datos del autor</b>	
Apellidos y Nombres	: León Centeno César
Tip de documento de identidad	: DNI
Numero de documento de identidad	: 44440531
URL de ORCIDE	: <a href="https://orcid.org/0009-0009-1721-0497">https://orcid.org/0009-0009-1721-0497</a>
<b>Datos del Asesor</b>	
Apellidos y nombres	: Wilfredo Soto Palomino
Tip de documento de identidad	: DNI
Numero de documento de identidad	: 41934951
URL ORCID	: <a href="https://orcid.org/0000-0001-5926-8077">https://orcid.org/0000-0001-5926-8077</a>
<b>Datos de la Investigación</b>	
Facultad	: Ingeniería
Escuela Profesional	: Ingeniería Civil
Línea de investigación	: Gestión de la infraestructura para el desarrollo sostenible
Rango de años en que se realizó la investigación	: 2023
Fuente de financiamiento	: Autofinanciado
Porcentaje de similitud	: 21%
URL ORCID	: <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01</a>

## **Dedicatoria**

La presente tesis dedico a mi madre Plácida por su constante respaldo y apoyo incondicional. Además, a mi padre Jesús y hermano Hugo quienes fueron mi mayor inspiración. Todo lo alcanzado es fruto del esfuerzo y sacrificio que hicieron hacia mi persona. También a mis familiares por su soporte a lo largo de mi crecimiento académico y profesional.

## **Agradecimiento**

La investigación en mención es producto del trabajo y cooperación de diversas personas a quienes manifiesto mi más profundo respeto y reconocimiento genuino.

Un estima y profundo agradecimiento al Dr. Ing. Wilfredo Soto Palomino, de sus observaciones y comentarios constructivos los cuales fueron guía para la elaboración de esta investigación.

Mi reconocimiento a mi querido centro de formación superior la Universidad Tecnológica de los Andes por la excelencia académica que forma profesionales íntegros con responsabilidad social y ambiental.

A mis queridos padres y estimados familiares, por su bondad y soporte, quienes tuvieron la gentileza de brindarme su apoyo en esta larga tarea.

Finalmente, mi reconocimiento a amigos y compañeros universitarios por su contribución en este viaje académico.

## Resumen

La investigación analiza el grado de riesgo sísmico en edificaciones de adobe en el pasaje Miscabamba de la localidad de Abancay. Se examinó la vulnerabilidad, peligrosidad sísmica y el diseño arquitectónico para llegar a determinar el riesgo sísmico. La metodología fue de tipo aplicativo, de nivel descriptivo y diseño de tipo no experimental. El total en población y la muestra fue de 17 viviendas edificadas en adobe

El Perú está ubicado en el cinturón de fuego del pacífico, un espacio con elevado grado de sismo, enfrenta desafíos significativos debido a la vulnerabilidad de las construcciones tradicionales.

Se evaluaron parámetros de medición de peligrosidad sísmica, fichas de verificación de INDECI, se determinó el grado de riesgo en actividades sísmicas de construcciones de adobe en el pasaje Miscabamba 2023. Se determinó que un 76.47% de las edificaciones estudiadas exponen vulnerabilidad eminente, mientras que el 23.53% restante muestra vulnerabilidad media, también se determinó peligro alto en las edificaciones a través de procedimientos matemáticos, verificación de las viviendas y considerando información del grado de vulnerabilidad y peligrosidad de las estructuras se concluye que las edificaciones erigidas en adobe del pasaje Miscabamba tienen un nivel de riesgo sísmico alto.

Donde se sugiere implementación de medidas de refuerzo estructural para mitigar el potencial de daños, salvaguardar la vida de los habitantes y prevenir pérdidas económicas.

*Palabras clave:* riesgo sísmico, edificaciones de adobe, vulnerabilidad sísmica, peligrosidad sísmica.

## **Abstract**

This thesis analyzes the degree of seismic risk in adobe buildings in the Miscabamba passage in Abancay city. Vulnerability, seismic hazard and architectural design were examined to determine the seismic risk. The methodology was of an applicative type, with a descriptive level and a non-experimental design. The total population and the sample were 17 houses built in adobe.

Peru is located in the Pacific Ring of Fire, an area with high seismicity, facing significant challenges due to the vulnerability of traditional constructions. Seismic hazard measurement parameters and INDECI verification sheets were evaluated, and the degree of risk in seismic activities of adobe buildings in the Miscabamba 2023 passage was determined. Where it was found that 76.47% of the homes evaluated expose imminent vulnerability, while the remaining 23.53% show medium vulnerability, high danger was also determined in the buildings through mathematical procedures, verification of the homes and considering information on the degree of vulnerability and danger of the homes, it is concluded that the adobe buildings in the Miscabamba passage have a high seismic risk level.

Where the implementation of structural reinforcement measures is recommended to mitigate the potential for damage, safeguard the lives of inhabitants and prevent economic losses.

*Keywords: seismic risk, adobe buildings, seismic vulnerability, seismic danger.*

## Índice general

<b>Portada</b> .....	<b>i</b>
<b>Acta de Sustentacion</b> .....	<b>ii</b>
<b>Reporte de similitud</b> .....	<b>iii</b>
<b>Metadatos</b> .....	<b>iv</b>
<b>Dedicatoria</b> .....	<b>v</b>
<b>Agradecimiento</b> .....	<b>vi</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>vii</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>viii</b>
<b>I. Introducción</b> .....	<b>18</b>
<b>II. Planteamiento del problema</b> .....	<b>20</b>
2.1. Descripción y formulación del problema .....	20
Problemas Específicos .....	22
2.2. Objetivos.....	22
2.2.1. Objetivo General .....	22
2.2.2. Objetivo Específicos .....	22
2.3. Justificación e importancia.....	23
2.4. Hipótesis .....	24
2.5. Variables .....	25
<b>III. Marco Teórico</b> .....	<b>26</b>
3.1. Antecedentes .....	26

3.1.1. A nivel internacional .....	26
3.1.2. A nivel nacional.....	28
3.1.3. A nivel regional y local.....	31
3.2.Bases teóricas.....	32
3.2.1. Aspectos generales del riesgo sísmico .....	32
3.2.2. Riesgo sísmico.....	36
3.2.3. Sismicidad .....	38
3.2.4. Vulnerabilidad Sísmica.....	52
3.2.5. Sismo .....	57
3.2.6. Edificaciones en adobe .....	64.
3.3 Definición de términos .....	72
3.3.1. Riesgo .....	72
3.3.2. Sismo .....	72
3.3.3. Vulnerabilidad .....	73
3.3.4. Peligro .....	73
3.3.5. Adobe .....	73
3.3.6. Edificación .....	73
3.3.7. Intensidad .....	73
3.3.8. Onda .....	73
<b>IV. Metodología.....</b>	<b>74</b>
4.1. Tipo y Nivel de investigación.....	74
4.2. Ámbito temporal y espacial.....	74
4.3. Población y muestra .....	75
4.4. Instrumentos .....	75

4.5.	Procedimientos .....	76
4.6.	Análisis de Datos.....	76
4.7.	Consideraciones éticas.....	77
<b>V.</b>	<b>Resultados y Discusión .....</b>	<b>78</b>
5.1.	Estudio de peligrosidad sísmica .....	78
5.1.1.	Magnitud sísmica.....	78
5.1.2.	Intensidad de sismo.....	78
5.1.3.	Aceleración de suelo .....	80
5.1.4.	Tipo de suelo.....	82
5.1.5.	Pendiente.....	83
5.1.6.	Nivel de peligrosidad sísmica.....	85
5.2.	Nivel de Vulnerabilidad sísmica .....	87
5.2.1.	Aplicación de la ficha de verificación.....	87
5.2.2.	Material de construcción de la edificación .....	87
5.2.3.	Condición de conservación de las construcciones.....	88
5.2.4.	Antigüedad de las viviendas .....	90
5.2.5.	Incumplimiento de normas de construcción.....	91
5.2.6.	Topografía del terreno de la vivienda .....	93
5.2.7.	Estado de mantenimiento de las viviendas.....	94
5.2.8.	Resultados de vulnerabilidad de edificaciones .....	97
5.3.	Evaluación del grado de riesgo sísmico .....	99
5.3.1.	Resultados de riesgo en sismicidad con peligrosidad y vulnerabilidad obtenidos por el método simplificado .....	99

5.3.2. Resultados de riesgo sísmico en cada edificación con valores ponderados.....	101
<b>VI. Conclusiones.....</b>	<b>104</b>
<b>VII. Recomendaciones:.....</b>	<b>105</b>
<b>VIII. Referencias.....</b>	<b>106</b>
<b>IX. . Anexos.....</b>	<b>110</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Operacionalización de variables .....	25
<b>Tabla 2</b> Magnitud de sismo .....	33
<b>Tabla 3</b> Intensidad de Sismo.....	33
<b>Tabla 4</b> Aceleración del suelo .....	34
<b>Tabla 5</b> Tipo de suelo .....	34
<b>Tabla 6</b> Pendiente.....	35
<b>Tabla 7</b> Nivel de peligro .....	35
<b>Tabla 8</b> Estructura – Riesgo sísmico.....	37
<b>Tabla 9</b> Nivel de riesgo sísmico.....	37
<b>Tabla 10</b> Zonas sísmicas .....	42
<b>Tabla 11</b> Procedimiento grafico para estimar la magnitud local o Richter .....	44
<b>Tabla 12</b> Reporte de daños en actividad sísmica ocurrida en 2022 .....	49
<b>Tabla 13</b> Reporte de sismo en la ciudad de Abancay .....	50
<b>Tabla 14</b> Reporte de Abancay en el año 2023.....	51
<b>Tabla 15</b> Parámetros .....	53
<b>Tabla 16</b> Parámetro – Material de construcción.....	53
<b>Tabla 17</b> Condición de Conservación de las viviendas .....	54
<b>Tabla 18</b> Antigüedad de la edificación .....	55
<b>Tabla 19</b> Incumplimiento a la normatividad vigente.....	55
<b>Tabla 20</b> Topografía del terreno .....	56
<b>Tabla 21</b> Configuración de elevación de la edificación.....	56
<b>Tabla 22</b> Nivel de vulnerabilidad sísmica.....	57
<b>Tabla 23</b> Escala de intensidad Mercalli modificada abreviada, 1999. ....	62
<b>Tabla 24</b> Cuadro comparativo de escala de intensidad vs. Escala de magnitud. ....	63
<b>Tabla 25</b> Magnitud sísmica .....	78

<b>Tabla 26</b> Intensidad del sismo.....	80
<b>Tabla 27</b> Aceleración del suelo .....	82
<b>Tabla 28</b> Tipo de suelo .....	82
<b>Tabla 29</b> Operación para determinar la pendiente de referencia en la Av. Núñez .....	83
<b>Tabla 30</b> Operación para determinar la pendiente en el Pasaje Miscabamba.....	84
<b>Tabla 31</b> Pendiente.....	85
<b>Tabla 32</b> Valor de peligrosidad.....	86
<b>Tabla 33</b> Determinación del valor de peligro.....	86
<b>Tabla 34</b> Edificaciones evaluadas .....	87
<b>Tabla 35</b> Material de edificación de viviendas.....	88
<b>Tabla 36</b> Conservación de Edificaciones .....	88
<b>Tabla 38</b> Condición de conservación de las viviendas .....	89
<b>Tabla 39</b> Estado de mantenimiento de viviendas .....	90
<b>Tabla 40</b> Antigüedad de construcción.....	91
<b>Tabla 41</b> Incumplimiento de normas constructivas.....	91
<b>Tabla 42</b> Edificaciones incumplimiento a la normativa vigente .....	92
<b>Tabla 43</b> Topografía del terreno .....	93
<b>Tabla 44</b> Topografía del área de estudio .....	93
<b>Tabla 45</b> Elevación de viviendas evaluadas .....	94
<b>Tabla 46</b> Elevación de la edificación.....	95
<b>Tabla 47</b> Evaluación de vulnerabilidad por vivienda.....	96
<b>Tabla 48</b> Vulnerabilidad por construcción .....	97
<b>Tabla 49</b> Resultados de vulnerabilidad.....	98
<b>Tabla 50</b> Matriz de vulnerabilidad sísmica .....	98
<b>Tabla 51</b> Método simplificado del nivel de riesgo .....	99
<b>Tabla 52</b> Tabla de resultados de riesgo sísmico .....	100

<b>Tabla 53</b> Matriz riesgo sísmico.....	101
<b>Tabla 54</b> Riesgo de sismicidad por edificación .....	102

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> <i>Origen de un terremoto</i> .....	38
<b>Figura 2</b> Tipos principales de falla.....	38
<b>Figura 3</b> Mapa de Sismicidad global .....	39
<b>Figura 4</b> Mapa de zonificación de peligro sísmico a nivel provincia Perú.....	40
<b>Figura 5</b> Mapa de microzonificación sísmica .....	41
<b>Figura 6</b> Procedimiento grafico para estimar la magnitud local o Richter.....	43
<b>Figura 7</b> Mapas de energía sísmica entre 1964- 1974 .....	46
<b>Figura 8</b> Mapas de energía sísmica liberado por sismos 1975- 1985.....	47
<b>Figura 9</b> Mapas de energía sísmica entre 1986- 1996 .....	48
<b>Figura 10</b> Magnitud sísmica. en el año 2023 en Abancay .....	51
<b>Figura 11</b> Ondas primarias .....	58
<b>Figura 12</b> Ondas secundarias .....	59
<b>Figura 13</b> Ondas love .....	59
<b>Figura 14</b> Ondas Rayleigh .....	60
<b>Figura 15</b> Resumen de tipos de ondas sísmicas .....	60
<b>Figura 16</b> Deficiencias sísmicas de viviendas de adobe .....	65
<b>Figura 17</b> Típica vivienda de adobe en el pasaje Miscabamba .....	66
<b>Figura 18</b> Esquema de cimentación.....	71
<b>Figura 19</b> Intensidad de sismo en Abancay -2023 .....	79
<b>Figura 20</b> Aceleración de suelo de sismo de 3.6° - Abancay-2023 .....	81
<b>Figura 21</b> Levantamiento topográfico Pasaje Miscabamba .....	84

## Índice de Anexos

<b>Anexo 1</b> Matriz de consistencia .....	111
<b>Anexo 2</b> Operacionalización de variables.....	111
<b>Anexo 3</b> Fichas de verificación de viviendas .....	113
<b>Anexo 4</b> Estudio de suelos .....	144
<b>Anexo 5</b> Panel fotográfico.....	158
<b>Anexo 6</b> Plano de viviendas.....	176

## I. Introducción

La presentación de este tema general y aspecto específico que se abordará el riesgo de actividades sísmicas en edificaciones de adobe por la importancia en la prevención de desastres y disminución de riesgo sísmico en zonas rurales y urbanas especialmente en localidades con índices de pobreza altos. Considerando ¿Cuál es el nivel de riesgo sísmico, peligro sísmico, vulnerabilidad sísmica determinante por la manera que influye el diseño arquitectónico en las edificaciones de adobe en el pasaje Miscabamba en la ciudad de Abancay 2023? En la localidad de Abancay el riesgo sísmico se ve exacerbado por la prevalencia de construcciones en adobe. En esta ciudad gran número de construcciones en vivienda están realizadas con adobe, material económico y accesible que no garantiza la seguridad estructural necesaria ante un eventual sismo. Las edificaciones están agravadas por los años de antigüedad varias de ellas con años de construcción y a carencia de realizar mantenimiento y la ausencia de reforzamiento estructurales adecuadas. En relación a la problemática expuesta determinar el nivel de riesgo sísmico, peligro sísmico, vulnerabilidad sísmica, el diseño arquitectónico en las edificaciones de adobe en el pasaje Miscabamba en la ciudad de Abancay 2023. La normativa de construcción con tierra reforzada la cual establece criterios técnicos de diseño y construcción para viviendas de tierra reforzada de esa manera buscar su mayor durabilidad y resistencia. (Edificaciones, Norma E. 080, 2017). Por ello se desarrolla esta investigación donde se pueda dar a conocer el grado de riesgo sísmico en las edificaciones de adobe en el pasaje Miscabamba. Esta tesis estudia la vulnerabilidad, peligrosidad sísmica y el diseño arquitectónico para determinar el nivel de riesgo en actividades sísmicas con el fin de contribuir información valiosa para futuras investigaciones así mismo se recomienda la implementación de medidas de prevención en las viviendas ubicadas en el pasaje Miscabamba.

El riesgo sísmico se refiere a la probabilidad de que un terremoto ocurra en una determinada área y cause daños a la vida, la propiedad y la infraestructura. Incluye la evaluación de la vulnerabilidad de una región a sismos y la preparación para mitigar los impactos potenciales. Las edificaciones de adobe son altamente vulnerables a sismos debido a su peso, resistencia limitada y fragilidad, lo que aumenta el riesgo de daños graves e incluso colapsos, amenazando la seguridad de las personas y la integridad de las estructuras.

La tesis en mención consta de nueve capítulos.

**Capítulo I:** La introducción en el cual se expone el contexto de la investigación.

**Capítulo II:** El planteamiento y la formulación del problema, los objetivos, la justificación y la relevancia, las hipótesis y las variables que se presentan en este estudio.

**Capítulo III:** El contenido teórico, desarrollando las referencias de índole internacional hasta la índole local, bases teóricas considerando información relevante que enriquezca la investigación, así como también se hace mención a la definición de términos relevantes para esta tesis.

**Capítulo IV:** Se explican en detalle el enfoque de la investigación, el tipo y nivel de investigación, los métodos de investigación, análisis de datos y las consideraciones éticas.

**Capítulo V:** Contiene los resultados e interpretación.

Posteriormente, los capítulos VI, VII, VIII, IX se desarrolla las conclusiones, recomendaciones, referencias y los anexos.

## **II. Planteamiento del problema**

### **2.1. Descripción y formulación del problema**

#### **Descripción**

Es objeto de estudios el riesgo en actividades sísmicas en edificaciones de adobe en el mundo. Este material de construcción hecho principalmente de tierra se viene usando a nivel internacional para la construcción de viviendas.

El adobe hecho a base de tierra mezclada con paja u arena dura para incrementar su dureza (Edificaciones, Norma E. 080, 2017). Lo cual es de bajo costo y con buena capacidad térmica, que es usado para la edificación de viviendas desde años atrás. Sin embargo, su nivel de resistencia sísmica es bastante limitada. Diversos estudios indican que las edificaciones en este material sin refuerzos sísmicos sean altamente vulnerables en sismos de altas magnitudes.

Perú, ubicado dentro de Latinoamérica es un país sísmicamente vulnerable, localizado en el corazón de fuego del pacífico (Bernal Esquia, 2002), que viene siendo uno de los lugares más activos sísmicamente en el mundo.

La vulnerabilidad de su infraestructura de las regiones del país es un tema de preocupación permanente, en donde las construcciones no cumplen con la resistencia sísmica. Las edificaciones particularmente se ubican en zonas rurales y semiurbanas, lo cual se construyeron con materiales tradicionales como el adobe que no son capaces de resistir movimientos telúricos. Según Instituto Nacional de Estadística e Informática el 27.9% de construcciones en el Perú son hechas de adobe o tapia. (INEI, 2017)

En la localidad de Abancay el riesgo sísmico se ve exacerbado por la prevalencia de construcciones en adobe. En esta ciudad gran número de construcciones en vivienda están realizadas con adobe, material económico y accesible que no garantiza la seguridad

estructural necesaria ante un eventual sismo. Las edificaciones están agravadas por el tiempo y carecen de realizar mantenimiento y la ausencia de reforzamiento estructurales adecuadas. A pesar de visible vulnerabilidad en actividades sísmicas en las construcciones de adobe, el pasaje Miscabamba en Abancay no ha sido objeto de estudios específicos que determinen el grado de riesgo en sismicidad de sus construcciones, así como de sus habitantes. Esta carencia informativa precisa y localizada limita la capacidad de las autoridades y de la comunidad para adoptar acciones preparatorias y de mitigación efectivas, exponiendo a los ciudadanos a un elevado riesgo en caso de una actividad sísmica.

Al evaluar el riesgo de sismo en las edificaciones de adobe del pasaje Miscabamba el cual se tiene que implementar estrategias de mitigación de esa forma disminuir el potencial de pérdidas de bienes materiales y vidas humanas.

En Abancay, el pasaje Miscabamba ubicado entre las calles Av. Núñez y el parque Micaela Bastidas cuenta con edificaciones de adobe construidas desde la época de la independencia las cuales algunas han tenido cambios de estructura y otras mantienen su estado inicial. Estas viviendas vienen siendo habitadas por ciudadanos quienes posiblemente desconozcan la vulnerabilidad y peligro en el que se encuentra sus viviendas y su persona.

Las causas de esta realidad se encuentran en la edificación histórica de viviendas de adobe que incurren con los parámetros sísmicos modernos. La falta de refuerzos estructurales, la fragilidad del adobe y la falta de regulaciones adecuadas de construcción son factores contribuyentes. Además, la ubicación geográfica de Abancay, en un lugar con elevada actividad sísmica, incrementa el riesgo intrínseco. Por lo tanto, en la investigación se busca conocer el grado de sismo en edificaciones de adobe del pasaje Miscabamba. Este pasaje alberga 17 construcciones de adobe donde se les da uso para vivienda familiar y comercial para el cual se requiere investigación de peligrosidad sísmica y vulnerabilidad sísmica consecuentemente poder generar medidas de prevención.

## **Formulación del problema de investigación**

En este contexto, la pregunta de investigación central es la siguiente

### **Problema General**

- ¿Cuál es el nivel de riesgo sísmico en edificaciones de adobe en el pasaje Miscabamba en la ciudad de Abancay 2023?

### **Problemas Específicos**

- ¿Cuál es el peligro sísmico en edificaciones de adobe en el pasaje Miscabamba en la ciudad de Abancay 2023
- ¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica en edificaciones de adobe en el pasaje Miscabamba en la ciudad de Abancay 2023?
- ¿De qué manera influye el diseño arquitectónico en las edificaciones de adobe en el pasaje Miscabamba en la ciudad de Abancay 2023?

## **2.2. Objetivos**

### **2.2.1. Objetivo General**

- Determinar el nivel de riesgo sísmico en edificaciones de adobe en el pasaje Miscabamba en la ciudad de Abancay 2023.

### **2.2.2. Objetivo Específicos**

- Determinar el peligro sísmico en las edificaciones de adobe en el pasaje Miscabamba, Abancay 2023.
- Determinar la vulnerabilidad sísmica en las edificaciones de adobe en el pasaje Miscabamba en la ciudad de Abancay 2023.
- Examinar el diseño arquitectónico en las edificaciones de adobe en el pasaje Miscabamba en la ciudad de Abancay 2023.

## **2.3. Justificación e importancia**

### **Justificación**

El desarrollo de esta investigación es esencial, ya que facilitara información vital para estudiar la vulnerabilidad de actividades sísmicas en viviendas de adobe del pasaje Miscabamba, Abancay, en 2023.

Además de que proporciona información para evaluar la vulnerabilidad, esta investigación se justifica por la escasez urgente de avalar la seguridad de los habitantes de las edificaciones de adobe en el pasaje Miscabamba. La evidencia recopilada en este estudio ayudará a identificar las edificaciones más vulnerables y proporcionará información crítica en donde se toma de disposiciones en relación con el desarrollo de medidas de mitigación sísmica. Esto tiene implicaciones directas en salvaguardar seres humanos y la preservación del patrimonio arquitectónico local.

La investigación contribuirá al conocimiento en la rama de la ingeniería sísmica y gestión del riesgo. Los resultados de este estudio pueden ayudar a refinar y desarrollar modelos teóricos relacionados con la vulnerabilidad de construcciones en adobe en zonas sísmicas.

### **Importancia**

En esta investigación de relevante importancia por la descripción del estado actual de las viviendas en adobe del pasaje Miscabamba y su nivel de riesgo sísmico.

La carencia de información sobre riesgos sísmicos en la localidad de Abancay y mucho más en lugares de gran concurrencia en esta localidad hace que carezcamos de actividades preventivas que podrían mejorar y disminuir el nivel de riesgo sísmico. Esta investigación tiene como fin identificar el riesgo sísmico en el pasaje Miscabamba donde está en un lugar vital relevancia históricamente en esta localidad. Así mismo busca

fomentar que se generen proyectos preventivos por los profesionales a cargo beneficiando a los ciudadanos que tienen viviendas en riesgo sísmico.

## **2.4. Hipótesis**

### **Hipótesis General**

- Las edificaciones de adobe en el pasaje Miscabamba de la ciudad de Abancay tienen un nivel riesgo sísmico alto.

### **Hipótesis Específicas**

- La vulnerabilidad sísmica en las edificaciones de adobe en el pasaje Miscabamba de la ciudad de Abancay es alta.
- El peligro sísmico en las edificaciones de adobe en el pasaje Miscabamba de la ciudad de Abancay es alto
- El diseño arquitectónico en las edificaciones de adobe en el pasaje Miscabamba de la ciudad de Abancay no influyen en el riesgo sísmico.

## 2.5. Variables

**Tabla 1**

*Operacionalización de variables*

<b>Variable</b>	<b>Definición Científico</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumento</b>
<b>Y1: Riesgo sísmico</b>	“Posibilidad que suceda un suceso físico siendo resultado de una actividad sísmica, como el propio movimiento del terreno, así como la licuefacción, los deslizamientos de tierra, inundaciones, rompimiento de estructuras, etc., denominaremos efectos secundarios de una actividad sísmica”	El riesgo sísmico alude a la posibilidad de que un terremoto tenga lugar en una zona específica y produzca perjuicios a la infraestructura, los bienes y las personas. Comprende la evaluación de la susceptibilidad de una zona a los terremotos y la preparación para reducir los posibles efectos.	Vulnerabilidad Peligro sísmico	Ficha de observación
<b>Y2: Edificaciones de adobe</b>	Los edificios de adobe se comportan muy mal en caso de terremoto, provocando daños estructurales e incluso derrumbes. La débil resistencia sísmica de las casas de adobe es al gran peso de las edificaciones, su débil resistencia.	"Las construcciones a base de tierra son muy susceptibles a los terremotos, ya que su peso, resistencia limitada y fragilidad incrementan el peligro de destrucción grave, poniendo en riesgo la seguridad.	Sismicidad Tipo de suelo Topografía	Ficha de observación

Nota: En la presente tabla se muestra la operacionalización de variables definiendo variables primarias y secundarias.  
Elaboración propia

### **III. Marco Teórico**

#### **3.1. Antecedentes**

##### **3.1.1. A nivel internacional**

Cárdenas ( 2021) Estudió la vulnerabilidad de las casas de adobe ante diferentes escenarios sísmicos y sus atributos estructurales, determinando en este análisis la resistencia estructural y la vulnerabilidad de estas viviendas frente a varias clases de eventos sísmicos. Se escogieron 45 construcciones históricas en el corazón de Cuenca, Ecuador, donde se realizaron múltiples pruebas de compresión en diversos tipos de adobe. Adicionalmente, se recolectaron de 05 países información de pruebas extra: Colombia, España, México y Perú; durante una etapa posterior, se realizaron inspecciones en el lugar de los edificios y se recolectó información que se procesó a través de programas de CAD, hojas de cálculo y herramientas estadísticas. Estas construcciones fueron clasificadas en dos conjuntos, de una sola planta cada uno; basándose en los hallazgos previos, se manejó un método empírico para conocer el índice de vulnerabilidad en las viviendas. Más adelante, se aplicó un método de análisis no lineal para evaluar la capacidad de las estructuras ante los requerimientos sísmicos, lo que hizo más fácil entender cómo responden las fachadas a cargas que afectan fuera del plano de las edificaciones. Los hallazgos mostraron una variabilidad considerable en las características del material de adobe. Sin embargo, se observó que los bloques de adobe estabilizados y comprimidos tenían una resistencia a la compresión en comparación con el adobe tradicional.

Lord & otros, ( 2021) Establecido el nivel de vulnerabilidad de las viviendas en la zona rural de la parroquia Santa Marianita, ubicada en Manta, Ecuador. Dado que se encuentra en una región costa susceptible a la actividad sísmica, resultaba crucial analizar este indicador, examinando las propiedades técnicas de las viviendas, incluyendo fallos en la arquitectura, estructura y construcción. La mayoría de estas viviendas no poseían estos atributos fundamentales, dado que fueron edificadas por los residentes de la región empleando

materiales de menor calidad; para realizar el estudio, se utilizó un grupo de 25 viviendas situadas en las áreas de terreno abrupto de la parroquia rural, dado que estas zonas eran las más susceptibles a sufrir daños considerables debido a su estructura. Se recolectaron datos de campo mediante el uso del formulario FEMA-154, lo que facilitó el estudio de la vulnerabilidad y el riesgo sísmico de construcciones participantes en el estudio. Los daños más significativos se detectaron en la mampostería, seguida de dificultades en los cimientos y en componentes estructurales como columnas y vigas; los hallazgos de este estudio posibilitaron sugerencias para la recuperación de las edificaciones rurales con índices S inferiores a 2, además de subrayar la relevancia de concientizar a los residentes acerca de la relevancia de tomar medidas correctas al llevar a cabo trabajos de edificación.

Cunalata & Caiza, ( 25 de mayo del 2022) Expusieron las diferentes técnicas empleadas en estos estudios, tales como la metodología empleada en el proyecto South América Risk Assessment (SARA) implementado en la localidad de Quito. Además, se hace referencia a otras técnicas utilizadas en investigaciones y estudios académicos, como las FEMA P-154, NEC-15, FUNVISIS, en combinación con las técnicas Benedetti-Petrini y FEMA 310; posteriormente, se llevaba a cabo la comparación de los resultados logrados, enfocándose inicialmente en las semejanzas entre estas técnicas, y posteriormente en sus diferencias y su notabilidad relativa en el ámbito de las edificaciones en Ecuador. Un punto de particular interés era determinar los porcentajes de edificaciones que se consideraban vulnerables y que necesitaban una evaluación más exhaustiva; en resumen, se sostenía que los métodos propuestos constituían un recurso útil para detectar las construcciones que no mostrarían un rendimiento apropiado en caso de un suceso sísmico. Se subrayaba que estas técnicas se complementaban entre sí, y se aconsejaba la aplicación de al menos tres de estas: NEC-15, P-154 de FEMA y FUNVISIS.

Barrios & otros, (2021), Establecieron estrategias para la distribución espacial de la vulnerabilidad de construcciones de mampostería de baja altura en actividades sísmicas,

situadas en el sector de la Santa Cruz, en la localidad de Chilpancingo de los Bravo, Guerrero. Elaborada mediante una evaluación cualitativa de un grupo representativo de la población, se valoran las condiciones de regularidad en planta y altura de cada vivienda, además del año de su edificación, el tipo de terreno en el que se encuentra edificada, espectacular en la azotea y daños relacionados con terremotos anteriores, antiguos y actuales. De acuerdo con el resultado de la evaluación y la calificación lograda, se establece el grado de vulnerabilidad en movimientos sísmicos en cada vivienda. Finalmente, basándose en hallazgos del análisis cualitativo y utilizando un Sistema de Información Geográfica (SIG), se crea un mapa de vulnerabilidad a terremotos de la región en análisis.

Del Carpio, (2021) Presento una guía de administración con métodos para detectar las vulnerabilidades frente a actividades telúricas. En este estudio, se había utilizado un enfoque combinado que fusionaba técnicas cuantitativas y cualitativas para producir resultados precisos y fiables. Se habían obtenido los datos del Chi Cuadrado, verificando que superaban el 0.05, lo que indicaba una relación de dependencia bastante baja o mínima; por consiguiente, se había alcanzado la conclusión con un grado de confianza del 95%, lo que señalaba el progreso de la comprensión del modelo y su uso. Se indicaba que este modelo contaba con una dependencia bastante restringida de los gobiernos locales en la Región Moquegua, dado que en su mayoría ignoraban la presencia del modelo sugerido.

### **3.1.2. A nivel nacional**

Vargas, (2023) Establecer el grado de riesgo sísmico de las edificaciones de barro del núcleo histórico en Cajabamba fue el objetivo primordial de este estudio. Se obtuvo la información requerida acerca de las muestras preparadas utilizando la metodología ATK 21 - FEMA154. Estos se derivan de las siguientes fuentes: planos de riesgo sísmico, mapas de zonación de Cajabamba; Las investigaciones topográficas y de terrenos se realizaron mediante el Proyecto Paseo peatonal de Cajabamba. Los datos adicionales requeridos se

conseguirán a través de la consulta con el dueño del inmueble que se está evaluando por una revisión en el lugar. El estudio de la vulnerabilidad a actividades sísmicas de la oficina se desarrolló de acuerdo con el método ATC 21 - FEMA 154. Se emplearon técnicas probabilísticas para determinar los riesgos de terremotos. Tras conseguir ambos resultados, determinamos la amenaza de una actividad sísmica. Se estableció que el 30% de todas las casas muestran una elevada vulnerabilidad ante terremotos y el 70% presenta una vulnerabilidad a nivel medio. Respecto al riesgo sísmico, peligro de movimientos sísmicos, el 30% de las construcciones presentan un alto riesgo de terremotos y el 70% presentan un riesgo moderado en actividades sísmicas. En última instancia, el 30% en edificaciones de barro del casco histórico de Cajabamba presentan un alto riesgo de terremotos y el 70% presentan un riesgo moderado.

Huarachi Mendoza, (2021) Abarco la valoración de la calidad de la construcción y 28 inspecciones de la calidad de construcciones de viviendas, la elección e inspección de las muestras de población, las provincias de San Román, y las formas de recolección de datos: tecnología. Revista de Descripción, diciembre de 2020, febrero de 2020 y diciembre de 2021, 64.29% de las viviendas y 35.71% de las vulnerabilidades. Luego, se realizó la evaluación estructural basándose en los resultados logrados antes de la cinta o el sismo severo. Comprendiendo la alta vulnerabilidad de las viviendas, resulta imprescindible implementar métodos rentables de fortalecimiento estructural para las construcciones de adobe con el fin de reducir el riesgo de derrumbe.

El propósito de este estudio es evaluar la vulnerabilidad a los terremotos y comenzar a robustecer la estructura de las casas de barro en Ancash, Urbanización Vista Alegre, Región de Huaraz. Para fomentar una cultura de preparación ante situaciones de emergencia, analizamos el estado presente y aplicamos acciones preventivas para minimizar los deterioros materiales y daños humanos en una situación sísmica. Se sugiere una táctica de

fortalecimiento estructural. La investigación de la vulnerabilidad frente a los fenómenos sísmicos y el desempeño de las casas de adobe existentes se fundamenta en intereses individuales. La investigación se realizó en un grupo de 27 viviendas de madera, empleando las técnicas de Benedetti-Petrini y FEMA-154 con la finalidad de conocer el nivel de vulnerabilidad. De acuerdo con el método Benedetti-Petrini, el 7,41%, el 37,04% y el 55,55% de los hogares estudiados mostraron índices de vulnerabilidad de nivel bajo, medio y alto, respectivamente. De forma parecida, el 22.22%, 48.15% y 29.63% de las viviendas evaluadas a través del método FEMA-154 mostraron índices de vulnerabilidad de nivel medio, alto y muy alto. La estrategia de fortalecimiento de estructuras consiste en colocar una capa de malla electrosoldada en el muro, tras un cálculo manual y modelado en el programa ETABS. Para asegurar la estabilidad, el diseño necesita al menos dos ojales eléctricos soldados en el borde y en la parte superior de la pared principal.

Mozo Barrantes & Salinas Villena, (2020) Utilizaron diversas herramientas para determinar riesgo, vulnerabilidad en actividades sísmicas. Se utilizó el algoritmo R-CRISIS para el estudio del riesgo sísmico, realizado por Mario Ordaz. Se evaluó el riesgo sísmico utilizando la matriz de riesgo en sismicidad desarrollada por INDECI.

Mediante la implementación de la matriz de riesgo en actividades sísmicas, se establece el índice de riesgo presente en la APV. Cachimayo es elevado, lo que sugiere que, en el caso que se produce un sismo, estas casas tendrán un mayor riesgo de derrumbarse.

Santos Quispe, ( 2019) La zona de Chilca, de Huancayo, lugar de la investigación, antes fue impactada por terremotos debido a la existencia de la falla geológica Huaytapallana, que hoy en día está suspendida de manera sísmica. Desde los 50 años; en las décadas recientes, la necesidad de casas para viviendas en la región de Chilca ha experimentado un crecimiento exponencial. Dado que no poseen recursos financieros adecuados, eligen edificar las viviendas por sí mismos o mediante terceros que no poseen los conocimientos requeridos

para la construcción de estas. La evaluación de la vulnerabilidad a terremotos se realizó usando tres técnicas: la técnica cualitativa ATC 21 de la Sociedad Colombiana de Ingeniería Sísmica y la técnica INDECI.

### **3.1.3. A nivel regional y local**

Romero Quispe & Roca Ludeña, ( 2022) El objetivo del estudio fue determinar el nivel de vulnerabilidad de las edificaciones de adobe en la zona de Andahuaylas, Talavera, Apurímac, 2021, ante los terremotos. En esta investigación se empleó una metodología aplicada con un enfoque descriptivo y un diseño no experimental. Se empleó un muestreo probabilístico y se recolectó información a través de métodos de análisis documental, tablas resumen y observación, incluyendo la tabla de validación y las tablas estadísticas; la investigación incluyó la evaluación de diferentes áreas de las construcciones de adobe con el fin de establecer la densidad de los muros, confirmar la estructura y valorar el estado presente de 30 edificaciones situadas en Talavera, Andahuaylas, Apurímac.

. La obtención de información se realizó, marzo y abril de 2022, así como en octubre de 2021. Según los hallazgos del estudio, el 46.66% de las construcciones exhibió un grado ALTO de vulnerabilidad, mientras que el 53.33% mostró un nivel MUY ALTO. Como resultado, se estableció que estas construcciones eran extremadamente susceptibles a terremotos de magnitud moderada o grave, lo que podría provocar daños en los elementos estructurales o incluso el derrumbe de los edificios. Considerando este elevado grado de vulnerabilidad, para disminuir el peligro de derrumbe se propuso la aplicación de métodos económicos de fortalecimiento estructural en las viviendas de adobe.

Huashua & Sanches, ( 2017) El enfoque de este estudio fue analizar la vulnerabilidad y el perjuicio sísmico en hogares construidos por propios individuos situados en la Urbanización Bella Vista de Abancay. La evaluación se fundamentó en un método cualitativo denominado nivel de vulnerabilidad, que requería revisión minuciosa a través de cuestionarios, medidas y

análisis de las viviendas. El estudio se realiza desde una perspectiva descriptiva; el estudio se enfocó en los aspectos técnicos y los posibles fallos arquitectónicos, constructivos y estructurales que se pueden encontrar en las viviendas autoconstruidas. Además, se detectaron elementos, ya sean internos o externos a las viviendas, que podrían impactar de manera adversa en su reacción ante terremotos. Se demostró vulnerabilidad ALTO, y el 53.33% dio vulnerabilidad MUY ALTO. Posteriormente, se estableció la susceptibilidad a terremotos de estas viviendas y se proyectaron los posibles perjuicios que podrían surgir tras un terremoto de magnitudes VI, VII, VIII y IX, de acuerdo con la información de sucesos sísmicos en Apurímac. Con el fin de recolectar los datos requeridos para esta tesis, se realizaron encuestas en un total de 48 hogares situados en las Urbanizaciones Bella Vista Alta y Baja de Abancay. Para recolectar los datos requeridos para esta tesis. Estas urbanizaciones fueron escogidas por sus particularidades morfológicas y la existencia de hogares construidos por sí mismos con albañilería confinada.

## **3.2. Bases teóricas**

### **3.2.1. Aspectos generales del riesgo sísmico**

#### **3.2.1.1. Peligrosidad sísmica**

Mena, ( 2002) Se refiere a la posibilidad de que se dé un evento físico, como el movimiento del suelo o la licuefacción, ocurra debido a un terremoto. También se incluyen aquí los deslizamientos de tierra, las inundaciones y la ruptura de estructuras; todos ellos se conocen como efectos secundarios de una actividad sísmica. La magnitud y ubicación de estos efectos secundarios se determinarán por varios factores, en particular por las propiedades geológicas y geotécnicas del lugar, pero sin duda alguna por las particularidades del sismo (mecanismo, hipocentro, intensidad, duración, magnitud, contenido frecuencial, etc.). identificar las áreas sismo tectónicas, para luego comprender con mayor profundidad las propiedades de los sismos.

### 3.2.1.2. Parámetros que influyen en la evaluación de peligro sísmico

**Tabla 2**

*Magnitud de sismo*

PARAMETRO		MAGNITUD DE SISMO	PESO PONDERADO:0.283	
DESCRIPTORES	S1	Grandes terremotos: Mayor a 8.0	PS1	0.503
	S2	Sismo mayor: 6.0 a 7.9	PS2	0.26
	S3	Tienen la capacidad de provocar daños menores en el sitio.: 4.5 a 5.9:	PS3	0.134
	S4	Es notado por mucha gente: 3.5 a 4.4	PS4	0.068
	S5	No es notado, pero está registrado en sismógrafos: Inferior a 3.4	PS5	0.035

Nota: La tabla muestra magnitudes sísmicas con su valor en peso ponderado. Centro Nacional de Estimación, Prevención, y Reducción del Riesgo de Desastres, 2014

**Tabla 3**

*Intensidad de Sismo*

PARAMETRO		INTENSIDAD DE SISMO	PESO PONDERADO:0.643	
DESCRIPTORES	X1	XI y XII. Una devastación total, enormes grietas en el suelo y puentes derrumbados. Las ondas sísmicas son detectadas en el suelo y los elementos son lanzados al aire.	PX1	0.503
	X2	X y X. Todos los edificios experimentan daños severos y numerosos. Los edificios son desplazados de su base. La tierra está muy agrietada.	PX2	0.26
	X3	VI, VII y VIII. Los muebles se desplazan, lo que es sentido por todos; hay daños significativos en las construcciones de mala calidad. Afectados de baja intensidad en edificaciones bien planificadas.	PX3	0.134
	X4	III, IV y V. Los árboles y postes se balancean, algo que muchos han notado y que se siente al interior de las casas.	PX4	0.068
	X5	I y II. Pocos lo sienten o lo ha sentido por un pequeño grupo de personas.	PX5	0.035

Nota: La presente tabla muestra la intensidad sísmica con sus debidos valores ponderados que da a conocer el Centro Nacional de Estimación, Prevención, y Reducción del Riesgo de Desastres, 2014

**Tabla 4***Aceleración del suelo*

PARAMETRO		ACELERACIÓN NATURAL DEL SUELO	PESO PONDERADO:0.074	
DESCRIPTORES	AS1	Menor a 0.05 micrones	PAS1	0.503
	AS2	0.05 – 2 micrones	PAS2	0.260
	AS3	2 – 5 micrones	PAS3	0.134
	AS4	5 – 8 micrones	PAS4	0.068
	AS5	8 – 10 micrones	PAS5	0.035

Nota: La presente table muestra la aceleración natural del suelo valorizada en micrones con su debido peso ponderado dando a conocer el Centro Nacional de Estimación, Prevención, y Reducción del Riesgo de Desastres, CENEPRED 2014

**Tabla 5***Tipo de suelo*

PARAMETRO		TIPO DE SUELO	PESO PONDERADO:0.074	
DESCRIPTORES	Y6	Vertederos sanitarios	PY6	0.503
	Y7	Arena Eólica y/o limo (con agua)	PY7	0.260
	Y8	Arena Eólica y/o limo (sin agua)	PY8	0.134
	Y8	Suelos arcillosos o granulares finos por encima de grava coluvial o aluvial	PY9	0.068
	Y10	Estratos de grava y afloramiento de roca	PY10	0.035

Nota: Esta tabla muestra el tipo de suelo con sus parámetros y peso ponderado establecido por el Centro Nacional de Estimación, Prevención, y Reducción del Riesgo de Desastres, 2014.

**Tabla 6***Pendiente*

PARAMETRO		TEXTURA DE SUELO	PESO PONDERADO:0.074	
DESCRIPTORES	PN1	30° a 40°	PPN1	0.503
	PN2	25° a 45°	PPN2	0.260
	PN3	20° a 30°	PPN3	0.134
	PN4	10° a 20°	PPN4	0.068
	PN5	Menor a 5°	PPN5	0.035

Nota: Esta tabla muestra la textura del suelo con su valor en parámetro y peso ponderado establecido por Centro Nacional de Estimación, Prevención, y Reducción del Riesgo de Desastres, CENEPRED 2014

### 3.2.1.3. Matriz del nivel de peligro

Se halla el grado de peligro del lugar que está en estudio se hace uso de esta tabla.

**Tabla 7***Nivel de peligro*

NIVEL	RANGO
PELIGRO MUY ALTO	$0.260 \leq R < 0.503$
PELIGRO ALTO	$0.134 \leq R < 0.260$
PELIGRO MEDIO	$0.068 \leq R < 0.134$
PELIGRO BAJO	$0.035 \leq R < 0.068$

Nota: La presente tabla muestra los valores y rango para el nivel de peligro sísmico establecido por el Centro Nacional de Estimación, Prevención, y Reducción del Riesgo de Desastres, 2014

### **3.2.2. Riesgo sísmico**

Mena, (2002) Es posible observar una relación directa entre la vulnerabilidad sísmica y la peligrosidad sísmica; es importante señalar que, para que haya un riesgo sísmico en una determinada área, ambos conceptos deben estar presentes. Es decir, el riesgo sísmico evalúa y cuantifica las potenciales consecuencias económicas y sociales generadas por una actividad sísmica, resultantes de fallas estructurales que han visto disminuida su capacidad de resistencia.

#### **3.2.2.1. Métodos de evaluación de riesgo sísmico**

- a) Método Cualitativo:** es uno de los métodos con más influencia y el más adecuado para la determinación de estructuras en escala y magnitudes grandes, facilita los resultados más precipitados. Este método también me posibilita llevar a cabo investigaciones sobre riesgos de desastres en una región. En esta valoración se subjetivan las perspectivas de manera subjetiva de los especialistas, a través de la observación pueden prever o valorar posibles perjuicios ya existentes, sucedidos o por suceder. (Cabello & Sotelo, 2020)
- b) Método Semi Cuantitativo:** Este método me facilita investigar los elementos sujetos a riesgo y sus vulnerabilidades, adquiridos previamente, así como estudios técnicos como el análisis de suelos, la topografía, entre otros. Ya que estos estudios en el área de influencia me permiten realizar un análisis en dicha zona, (Cabello & Sotelo, 2020).
- c) Método Cuantitativo:** Este enfoque de evaluación del riesgo sísmico me brinda un análisis preciso y preciso de los elementos susceptibles a sismos y susceptibles a sismos, fundamentado en datos del área en análisis, utilizando como referencia los estudios, pruebas técnicas, ejecuciones, como los estudios de terrenos, estudios geológicos, geográficos, instrumentos de medición en terreno, entre otros. Todos los datos documentales que se encuentren en el campo de estudio. Acoplando esta recopilación de datos, se produce información actualizada, utilizando técnicas de

probabilidad y estadística, entre otras. Para proporcionar información sobre los riesgos, en primer lugar, colaborando con las entidades locales, (Cabello & Sotelo, 2020)

### 3.2.2.2. Matriz del nivel de riesgo.

El cuadro de doble entrada donde se examina el riesgo.

**Tabla 8**

*Estructura – Riesgo sísmico.*

<b>PMA</b>	0.503	0.034	0.067	0.131	0.253
<b>PA</b>	0.260	0.018	0.035	0.068	0.131
<b>PM</b>	0.134	0.009	0.018	0.035	0.067
<b>PB</b>	0.068	0.005	0.009	0.018	0.034
		0.068	0.134	0.260	0.503
		VB	VM	VA	VMA

Nota: Esta tabla muestra los valores de vulnerabilidad con los valores de peligrosidad para determinar la peligrosidad sísmica establecido por el Centro Nacional de Estimación, Prevención, y Reducción del Riesgo de Desastres, 2014

De acuerdo a CENEPRED estos son los rangos para cada uno de los niveles de riesgo.

**Tabla 9**

*Nivel de riesgo sísmico.*

<b>Riesgo muy alto</b>	$0.068 \leq R < 0.253$
<b>Riesgo alto</b>	$0.018 \leq R < 0.068$
<b>Riesgo medio</b>	$0.005 \leq R < 0.018$
<b>Riesgo bajo</b>	$0.001 \leq R < 0.005$

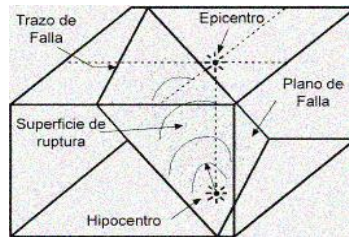
Nota: Esta tabla muestra los grados de riesgo sísmico con sus valores determinados por el (Centro Nacional de Estimación, 2014)

### 3.2.3. Sismicidad

Cabello R. V., ( 2020) La comprensión sobre el origen, la estimación del tamaño y el método de propagación se ha desarrollado gracias a los avances científicos. Los esfuerzos en la tierra que superan la resistencia de las rocas dan lugar a las actividades sísmicas. Estos esfuerzos tienen la capacidad de moverse en dirección paralela o perpendicular a la falla, al desplazar las rocas entre sí. El tiempo total de la ruptura causada por un terremoto está relacionado con el tiempo que se necesita para que la ruptura ocurra en toda la superficie de ruptura. (Nyffenegger, 1997).

#### Figura 1

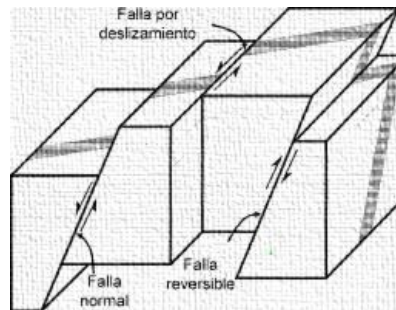
*Origen de un terremoto*



Nota: Esta figura muestra el origen de un terremoto como el epicentro, hipocentro por Nyffenegger, 1997

#### Figura 2

*Tipos principales de falla*



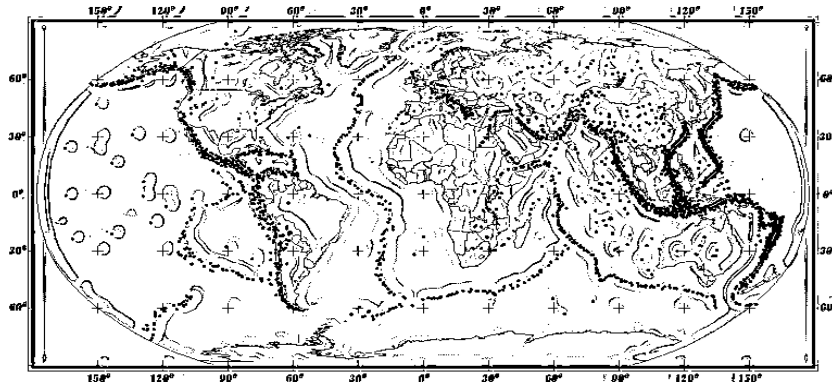
Nota: Esta figura muestra los principales tipos de falla por Bolt, 1999.

### 3.2.3.1. Sismicidad Global

A través de las ondas sísmicas que se registran en los distintos registros sismográficos a nivel global, es posible determinar el lugar donde un terremoto tiene su origen. De acuerdo con esta información, se han creado mapas que ilustran la distribución uniforme de los terremotos en todo el planeta, tal como se puede observar en las Figuras 2.3 y 2.4. Estos mapas muestran una franja de actividad sísmica que separa extensas zonas oceánicas y continentales, con notables excepciones en áreas sin terremotos. (Bolt, 1999).

#### **Figura 3**

*Mapa de Sismicidad global*



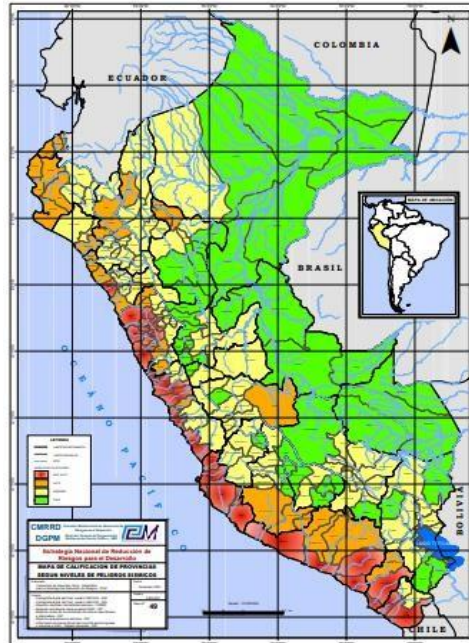
Nota: Esta figura presenta los sismos acontecidos desde 1966, con una magnitud que supera el 6, en la escala Richter. Fuente: *Bolt, 1999*

### 3.2.3.2. Sismicidad en el Perú

Tavera H. B., ( 1998) Se caracteriza a América del Sur como una de las áreas con más actividad sísmica a nivel mundial. La actividad sísmica en nuestro país se relaciona con el proceso de subducción de la placa oceánica y continental, que origina áreas extensas con una frecuencia relativa. Además, las deformaciones en la corteza de la cordillera Andina generan actividad sísmica. Se han realizado diferentes investigaciones sobre la actividad sísmica en Perú, utilizando datos tele sísmicos y regionales para examinar la geometría de la subducción.

**Figura 4**

*Mapa de zonificación de peligro sísmico a nivel provincia Perú*



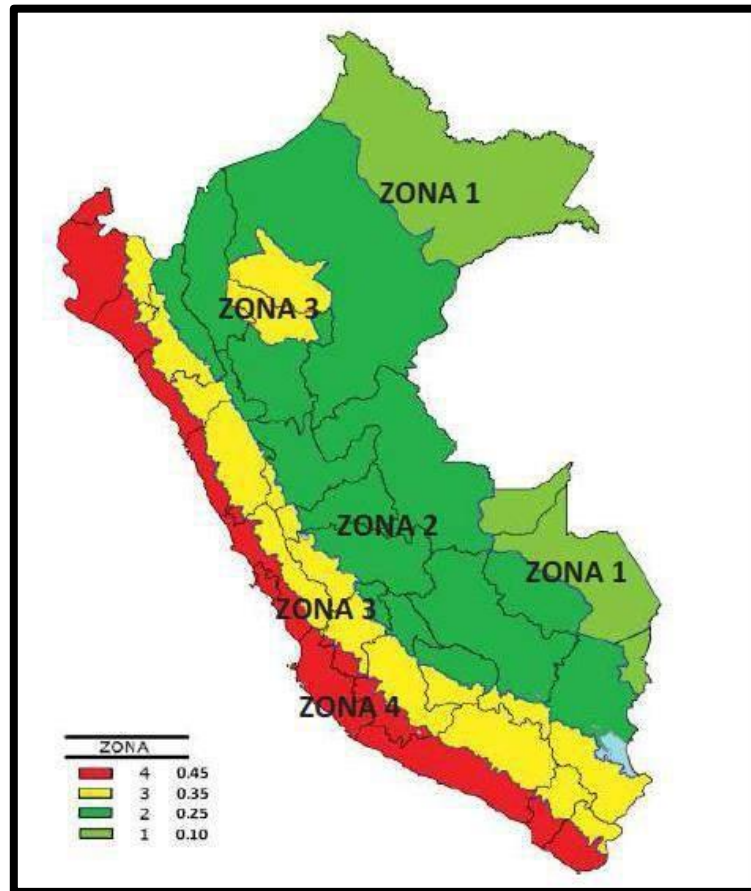
Nota: Esta figura muestra el mapa de zonificación de peligrosidad sísmica en el Perú extraído del Reglamento Nacional Edificaciones, (2020)

**3.2.3.3. Microzonificación sísmica del Perú**

Según la normativa nacional de construcción, la norma E.030 presenta un diseño sismorresistente. La zona de Apurímac está situada entre las Zonas 2 y 3. Abancay está ubicada en la Zona 2.

**Figura 5**

*Mapa de microzonificación sísmica*



Nota: Esta figura muestra el mapa de microzonificación sísmica en el Perú extraído del Reglamento Nacional de Edificaciones, ( 2020)

**Tabla 10***Zonas sísmicas*

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA	ÁMBITO
		ABANCAY	2	TODOS LOS
		CHACOCHÉ		DISTRITOS
		CIRCA		
		CURAHUASI		
		HUANIPACA		
		LAMBRAMA		
		PICHIRHUA		
		SAN PEDRO DE		
		CACHORA		
		TAMBURCO		

Nota: Esta tabla muestra la zonificación sísmica de la provincia de Abancay por distritos con su valor numérico que muestra el Reglamento Nacional de Edificaciones , ( 2020) E030 diseño sismorresistente –RNE, 2016)

**3.2.3.4. Magnitud e intensidad**

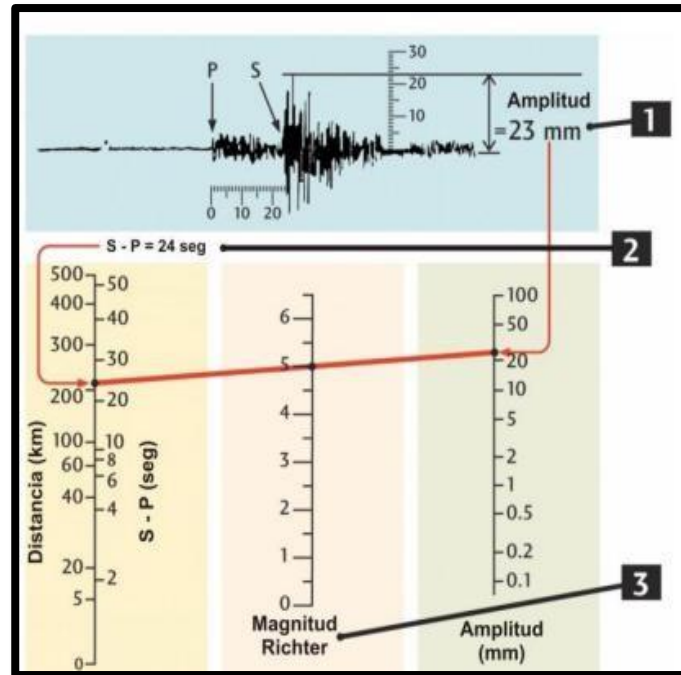
Tavera H., ( 2020) Son métodos para calcular la magnitud de una actividad sísmica. Para ello, es necesario examinar con exactitud sus conceptos y evolución, así como su uso en el análisis de terremotos de gran magnitud, los cuales afectan a la población con mucha fuerza.

**a) Magnitud**

Tavera, (2020) Medida cuantitativa de energía liberada por sismicidad, independientemente del espacio o sitio donde pueda ocurrir, registrándose por los sensores sísmicos, logrando de esta manera un valor único de lectura. La escala inicial establecida como magnitud local (ML) fue proporcionada por Richter (1935) también conocida como escala de Richter. Se utiliza para registrar terremotos de pocas distancias, registrando señales de alta frecuencia.

**Figura 6**

*Procedimiento grafico para estimar la magnitud local o Richter*



Nota: Esta figura muestra el procedimiento grafico para estimar la magnitud local o Richter.

Tavera, (2020)

**b) Intensidad**

Tavera, 2020) Schiantarelli estableció la intensidad 1783, después de estudiar los daños provocados de un terremoto de envergadura sucedido en Calabria. Asimismo, se implementó otra escala a la que denominarían Escala de Mercalli Modificado (Wood y Newman,1931) conocida como "MM".

**Tabla 11**

*Procedimiento grafico para estimar la magnitud local o Richter*

---

<b>I</b>	Muy pocos lo notan.
<b>II</b>	Es sentido por algunas personas.
<b>III.</b>	Muchos lo notaron, pero sin la certeza de que fuera un sismo. .
<b>IV.</b>	Sentido por muchos dentro de las casas. Se siente como si una vivienda será impactada será impactada por un vehículo pesado
<b>V</b>	Sentido por la mayoría; muchos individuos despiertos; los postes y los árboles de se equilibran las luces.
<b>VI</b>	Sentido por todos; muchas personas huyen de sus casas; los muebles Se observan daños menores y se desplazan.
<b>VII</b>	Todos salen afuera; se aprecian daños significativos en las estructuras de Construcción deficiente. Daños leves en construcciones bien edificadas.
<b>VIII</b>	Deterioros menores en estructuras bien diseñadas; otras clases de estructuras Colapsan.
<b>IX</b>	Todos los edificios sufrieron graves daños; muchos de ellos son desplazadas de su base; fisuras visibles en el terreno.
<b>X</b>	Numerosas estructuras son destruidas. El suelo es, en gran medida, fracturada.
<b>XI</b>	La mayoría de las estructuras se derrumban. Puentes que han sido destruidos. Hendiduras amplias en el terreno.
<b>XII</b>	Aniquilación total. Las ondas sísmicas se registran en la superficie terrestre. Los objetos son arrojados al aire y derribados.

---

Nota. La presente taba muestra el procedimiento grafico para estimar la magnitud local o Richter adaptado de (Tavera H. , Análisis y evaluación de los patrones de sismicidad y escenarios sísmicos en el borde, 2020)

### **3.2.3.5. Distribución de la energía sísmica en el Perú**

Bernal I. ( 2021) En este procedimiento geodinámico del suelo, las placas experimentan una deformación gradual debido al volumen de energía acumulada antes de ser liberada. Ese acumulado de energía superior será el acumulado de energía que se producirá o, al contrario, por lo que a menudo se emplea este parámetro para calcular la cantidad de energía que estos emiten.

### **3.2.3.6. Energía liberada durante del periodo 1964 / 1974**

Bernal y otros, ( 2001) La figura 7a muestra las curvas de iso energía asociadas a terremotos de origen superficial que tuvieron lugar durante el periodo 1964-1974. Se nota que las concentraciones más elevadas de estas curvas se encuentran a lo largo de la costa de Perú, lo que indica que en esta zona se ha liberado una elevada energía sísmica durante el periodo mencionado.

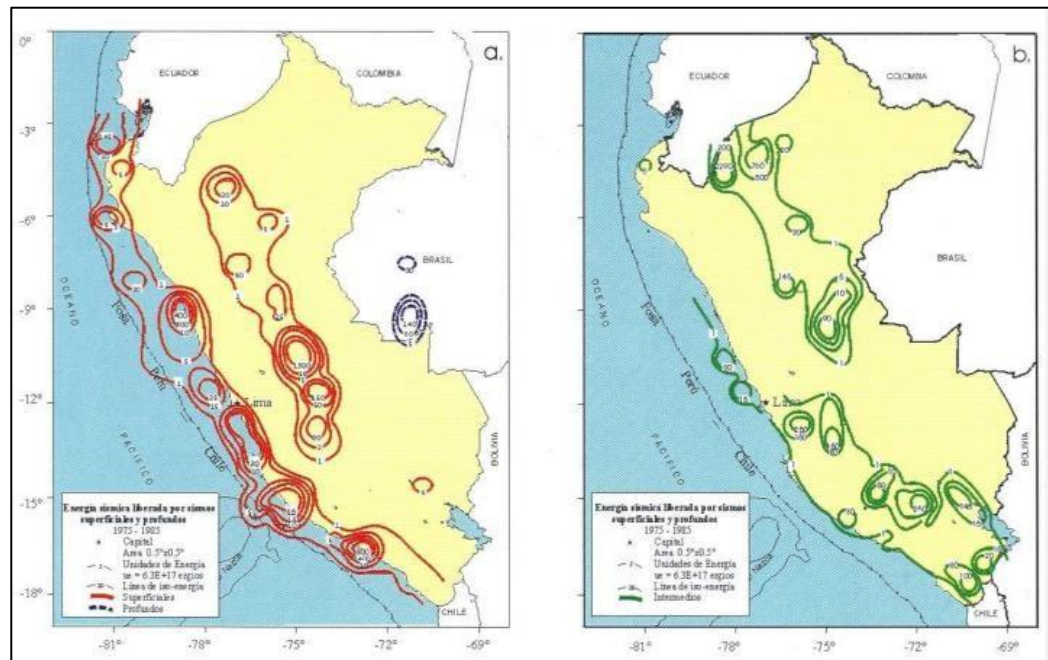
Para sismos de magnitud media figura 7 b , se ubican en el interior del continente. Al sur de los 12°S, las curvas energéticas suelen propagarse desde la línea costera por toda la región hasta la región del sur, donde su magnitud se incrementa de manera significativa. Al norte de 9S, gran parte de las curvas de iso- energía suelen ubicarse dentro del continente, con un incremento significativo entre los 7°s y 9°S.



La figura 5b muestra que las curvas iso energía exhiben propiedades parecidas a las mencionadas para el periodo previo. Se halla el nivel más alto de energía liberada en la latitud de 4.5°S(2290ue), cerca del límite fronterizo con Ecuador (sismo de abril de 1986, 6.4 Mb).

### Figura 8

Mapas de energía sísmica liberado por sismos 1975- 1985.



Nota: La presente figura muestra la energía liberada por sismos Adaptado del

Instituto Geofísico del Perú

(a) Sismos con foco superficial y profundo

(b) Sismos con focos intermedio.

#### 3.2.3.8. Energía liberada durante del periodo 1986 / 1996

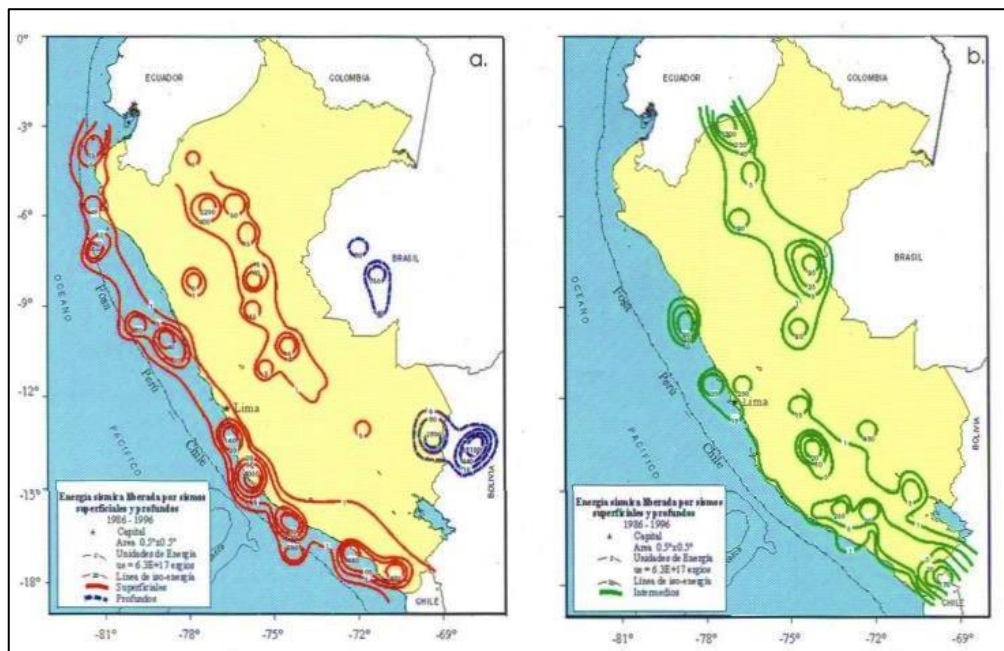
(Bernal et al., 2001) La imagen 9(a) expone el mapa de liberación de energía correspondiente al periodo comprendido entre 1986 y 1996. Para terremotos de origen superficial, las curvas de iso-energía muestran el patrón más alto de observaciones. Los

valores más altos de energía liberada se hallan en la latitud 15°S con 4060ue, que probablemente se relacionen con el terremoto sucedido en la fecha de 1996, que representa el 99% de la energía total liberada en esta área.

Dentro del continente, se han liberado los niveles de energía más altos en la latitud 6°S, alcanzando un máximo de 2290ue, lo que se relaciona con los terremotos de mayo y abril de 1990 (mb=6.1) y a diferencia de lo que se ha observado en periodos previos, en los sismos de foco intermedio (Figura 9b), hubo una significativa reducción en los niveles de energía sísmica. El nivel más alto registrado fue la altura de la latitud de 4°S con 1300ue, lo que equivale a la liberada por el terremoto sucedido en noviembre de 1986 (mb=6.3).

### Figura 9

Mapas de energía sísmica entre 1986- 1996



Nota: Esta figura muestra la energía liberada en el Perú entre 1986 – 1996. Adaptado del Instituto Geofísico del Perú

(a) Sismos con foco superficial y profundo

(b) Sismos con focos intermedios.

### 3.2.3.9. Acontecimientos sísmicos en la región de Apurímac

Según el INDECI (Instituto de Defensa Civil, 2022) :

- a)** Según el reporte N°3747- 12/4/2022 / COEN – INDECI. En la región de Abancay - Apurímac, se registró un sismo de magnitud 3.5. El 31 de marzo de 2022, a las 22:21:41 horas, se produjo un sismo con magnitud de 3.5 y profundidad de 20 Km. El epicentro se ubicó a dos kilómetros al noreste de la Ciudad de Abancay, con intensidad III y coordenadas geográficas -13.63 (latitud) y -72.86 (longitud).

**Tabla 12**

*Reporte de daños en actividad sísmica ocurrida en 2022*

UBICACION	VIDA Y SALUD	DAÑOS MATERIALES
		VIVIENDAS
	DAMNIFICADA	VIVIENDAS INHABITABLE
DPTO. APURIMAC		
PROV. ABANCAY		
DIST. ABANCAY	3	1

Nota: Esta tabla muestra el reporte de sismos ocurridos en la provincia de Abancay en el 2022 obtenido del Centro de Operaciones de Emergencia Regional Apurímac. (Instituto de Defensa Civil, 2022)

**Tabla 13***Reporte de sismo en la ciudad de Abancay*

<b>Reporte sísmico</b>	<b>Referencia</b>	<b>Fecha y hora</b>	<b>Magnitud</b>
IGP / DICIEMBRE/1963	50 kilómetros de la ciudad de Abancay	26/12/1963 19 h. 09 m. 54.8s	4.5
IGP / FEBRERO/ 2017	8 kilómetros al noroeste de la ciudad de Abancay, con una profundidad de 122 kilómetros.	25 / 02/ 2017	3.7
IGP/JULIO /2018	22 km al NE de Abancay, Abancay – Apurímac	10/07/2018 06:10:51	3.4
IGP/CENSIS/RS / 2021-0594	9 km al Este-NE de Abancay, Abancay – Apurímac	23/09/2021 20:20:59	3.4
IGP/CENSIS/RS/ 2022-0205	3 km al E de Abancay, Abancay – Apurímac	29/03/2022 09:53:20	4.5
IGP/CENSIS/RS/ 2022-0212	1 km al Este - NE de Abancay, Abancay – Apurímac	31/03/2022 22:21:38	3.5
IGP/CENSIS/RS 2022-0229	1 km al Sur-SE de Abancay, Abancay – Apurímac	08/04/2022 06:13:08	3.5
IGP/CENSIS/RS 2022-0278	7 km al E de Abancay, Abancay – Apurímac	02/05/2022 14:14:58	3.6
IGP/CENSIS/RS 2022-0369	5 km al NE de Abancay, Abancay – Apurímac	16/06/2022 09:35:46	3.6
IGP/CENSIS/RS 2023-0541	15 km al E de Abancay, Abancay – Apurímac	18/09/2023 09:16:33	3.4
IGP/CENSIS/RS 2023-0046	6 km al SO de Abancay, Abancay – Apurímac	23/01/2023 21:38:47	3.6

Nota: Esta tabla muestra información de los sismos ocurridos en la ciudad de

Abancay desde 1963 hasta el 2026 adaptado del Instituto Geofísico del Perú (2023)

**Tabla 14***Reporte de Abancay en el año 2023*

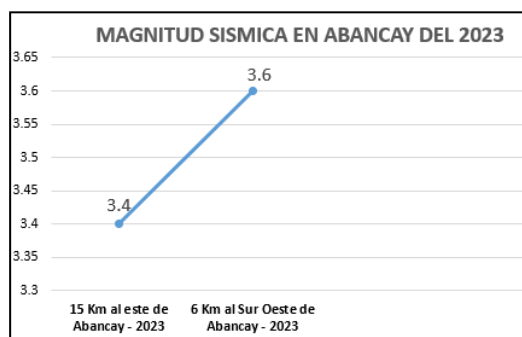
REPORTE SÍSMICO	REFERENCIA	FECHA Y HORA	MAGNITUD
<b>IGP/CENSIS/RS 2023-0541</b>	15 km al E de Abancay- Abancay – Apurímac	18/09/2023 09:16:33	3.4
<b>IGP/CENSIS/RS 2023-0046</b>	6 km al SO de Abancay, Abancay – Apurímac	23/01/2023 21:38:47	3.6

Nota: Esta tabla muestra los eventos sísmicos ocurridos en la ciudad de Abancay

Adaptado del Instituto Geofísico del Perú ( 2023)

b) **Magnitud sísmica en el año 2023 en la localidad de Abancay:**

Según el IGP en Abancay sucedieron 02 sismos año 2023 las cuales tuvieron magnitudes de 3.4 y 3.6.

**Figura 10***Magnitud sísmica. en el año 2023 en Abancay*

Nota: Esta figura muestra los datos de magnitud sísmica ocurridos en la ciudad de Abancay en 2023.

### **3.2.4. Vulnerabilidad Sísmica**

Safina, (2003) Un buen plan de contingencia o reacción ante terremotos se basa en la premisa de las construcciones fundamentales conservan constantemente su habilidad para enfocarse en la crisis de terremoto. En este contexto, el peligro de terremotos en una comunidad está fuertemente vinculado al rendimiento de sus infraestructuras fundamentales. La probabilidad de sismos, en términos generales, se distingue por su variabilidad tanto temporal como espacial. Esta no solo depende de la actividad sísmica de un área, sino también de otros factores como el desarrollo económico, la densidad poblacional y la capacidad para lidiar con una crisis provocada por terremotos; todos estos elementos pueden dar lugar a un desastre sísmico.

#### **3.2.4.1. Métodos de evaluación de la vulnerabilidad sísmica**

##### **a) Vulnerabilidad cualitativa u observación:**

Este método consiste en observar las características generales de una edificación identificando los daños causados y posibles daños por ocurrir, durante un movimiento sísmico, este método es muy fácil de aplicar, ya que pueden obtener resultados muy rápidos, que deben ser analizadas para tomar decisiones importantes, según (Cabello R. V., 2020)

##### **b) Vulnerabilidad cualitativa o de observación:**

Esta técnica se basa en el uso de valores numéricos para establecer la vulnerabilidad sísmica de una edificación, realizando modelos matemáticos, usando software para modelamientos de edificaciones, de cómo responde una estructura ante una actividad de sismo que puede ser de gran intensidad a menor intensidad. Usando cargas dinámicas y el peso propio de la edificación se puede determinar los desplazamientos las derivas que sirven para el estudio de la vulnerabilidad y así saber el daño global de la edificación, (Cabello & Sotelo, 2020).

### 3.2.4.2. Parámetros para determinar la vulnerabilidad en sismos.

**Tabla 15**

*Parámetros*

PARAMETROS
Material de Construcción
Estado de conservación de construcción
Antigüedad de la edificación
Procedimientos constructivos con la normatividad
Topografía del terreno
Configuración y elevación

Nota: Esta tabla presenta los parámetros a estudiar con el objeto de conocer la vulnerabilidad sísmica presentada por el Centro Nacional de Estimación Prevención, y Reducción del Riesgo de Desastres, 2014.

**Tabla 16**

*Parámetro – Material de construcción*

PARÁMETRO	SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES	PESO PONDERADO: 0.386
DESCRIPTORES	FE1 Estera / cartón	PFE1 0.503
	FE2 Madera	PFE2 0.260
	FE3 Quincha (caña con barro)	PFE3 0.134
	FE5 Adobe o tapia	PFE4 0.068
	FE6 Ladrillo o bloque de cemento	PFE5 0.035

Nota: Esta tabla presenta Adaptado del Centro Nacional de Estimación, Prevención, y Reducción del Riesgo de Desastres, CENEPRED 2014.

**Tabla 17***Condición de Conservación de las viviendas*

PARÁMETRO	ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES		PESO PONDERADO:	
				0.386
<b>DESCRIPTORES</b>	FE1	MUY MALO: Los edificios en los que las estructuras están tan dañadas que parece que se van a derrumbar.	PFE1	0.503
	FE2	MALO: Los edificios no son objeto de un mantenimiento periódico, lo cual causa que su estructura se deteriore y se comprometa, aunque no existe riesgo de derrumbamiento. Asimismo, las instalaciones y acabados presentan daños evidentes.	PFE2	0.260
	FE3	REGULAR Los edificios que tienen mantenimiento ocasional y cuyas estructuras no están deterioradas, o si lo están, no comprometen la estabilidad y son reparables. O aquellos cuyos acabados e instalaciones presentan daños visibles a causa de un uso inadecuado.	PFE3	0.134
	FE5	BUENO: Los edificios están en mantenimiento constante y solo presentan mínimas averías en los acabados por el uso cotidiano.	PFE4	0.068
	FE6	MUY BUENO: Las construcciones son sometidas a mantenimiento constante y no muestran ningún signo de deterioro.	PFE5	0.035

Nota: Esta tabla presenta la descripción de los estados de conservación con sus debidos datos. Determinada por el Centro Nacional de Estimación, Prevención, y Reducción del Riesgo de Desastres, 2014

**Tabla 18***Antigüedad de la edificación*

PARÁMETRO		ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS	PESO	
		EDIFICACIONES	PONDERADO: 0.111	
DESCRIPTORES	FE11	De 40 a 50 años	PFE11	0.503
	FE12	De 30 a 40 años	PFE12	0.260
	FE13	De 20 a 30 años	PFE13	0.134
	FE14	De 10 a 20 años	PFE14	0.068
	FE15	De 5 a 10 años	PFE15	0.035

Nota: Esta tabla muestra el ponderado asignado por años de antigüedad en edificaciones

Adaptado del Centro Nacional de Estimación, Prevención, y Reducción del Riesgo de Desastres, 2014

**Tabla 19***Incumplimiento a la normatividad vigente*

PARÁMETRO		ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS	PESO PONDERADO:	
		EDIFICACIONES	0.156	
DESCRIPTORES	FE16	80-100 %	PFE11	0.503
	FE17	60-80%	PFE12	0.260
	FE18	40-60%	PFE13	0.134
	FE19	20-40%	PFE14	0.068
	FE20	0-20%	PFE15	0.035

Nota: Esta tabla muestra en porcentajes el estado de conservación de las edificaciones

Adaptado del Centro Nacional de Estimación, Prevención, y Reducción del Riesgo de Desastres, 2014.

**Tabla 20***Topografía del terreno*

PARÁMETRO	Topografía del terreno (P=PENDIENTE)	PESO PONDERADO: 0.044
DESCRIPTORES	FE21	50% < P < 80%
	FE22	30% < P < 50%
	FE23	20% < P < 30%
	FE24	10% < P < 20%
	FE25	P < 10%

Nota: Esta presente tabla muestra lo parámetros para determinar el peso ponderado de la topografía del área de estudio. Adaptado del Centro Nacional de Estimación, Prevención, y Reducción del Riesgo de Desastres, 2014

**Tabla 21***Configuración de elevación de la edificación*

PARÁMETRO	CONSERVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES	PESO PONDERADO: 0.068
DESCRIPTORES	FE26	5 pisos
	FE27	4 pisos
	FE28	3 pisos
	FE29	2 pisos
	FE30	1 pisos

Nota: Esta tabla presenta los parámetros para la configuración de la elevación de las viviendas. Adaptado del Centro Nacional de Estimación, Prevención, y Reducción del Riesgo de Desastres, 2014

### 3.2.4.3. Matriz del nivel de vulnerabilidad

Establece los grados de vulnerabilidad.

**Tabla 22**

*Nivel de vulnerabilidad sísmica*

NIVEL	RANGO
VULNERABILIDAD MUY ALTA	0.260<R<0.503
VULNERABILIDAD ALTA	0.134<R<0.260
VULNERABILIDAD MEDIA	0.068<R<0.134
VULNERABILIDAD BAJA	0.035<R<0.068

Nota: La presente tabla muestra los parámetros y niveles de vulnerabilidad. Adaptado del Centro Nacional de Estimación, Prevención, y Reducción del Riesgo de Desastres, 2014

### 3.2.5. Sismo

(Centro Nacional de Estimación, 2014) Un sismo es un evento que se produce a causa de una ruptura imprevista en la cubierta rígida del planeta conocida como corteza terrestre.

#### 3.2.5.1. Tipos de sismo

- a) **Terremotos:** son actividades que suceden en la naturaleza que tiene una destrucción con pérdidas de vida y económicas de materiales lo que hace que tenga riesgo sísmico que requiere una atención social. estas actividades de los terremotos no se pueden evitar, pero si se puede mitigar a través de la comunidad científica en materia de sismología, este fenómeno es natural, pero el desastre no es natural el cual podemos prevenir y hacer planes eficaces de emergencia.
- b) **Temblores:** son actividades de movimiento continuos y repentinos que se realiza en la corteza terrestre y se clasifica en tres:

- **Temblores de hundimiento o desmembramiento:** estos tipos de temblores causan movimientos fuertes dando así a una erosión subterránea.
  - **Temblores de fluctuación:** los movimientos se dan en la tierra que producen debajo del flujo marino o aguas adentro, teniendo así el desprendimiento de la masa terrestre.
  - **Temblores de expansión:** son temblores que vienen del exterior de la tierra con vientos, muy fuertes y catastróficos.
- c) **Tsunamis:** es el conjunto de movimientos que vienen desde los océanos totalmente largas producidas por sismos en el inferior del océano, en aguas pocas profundas.

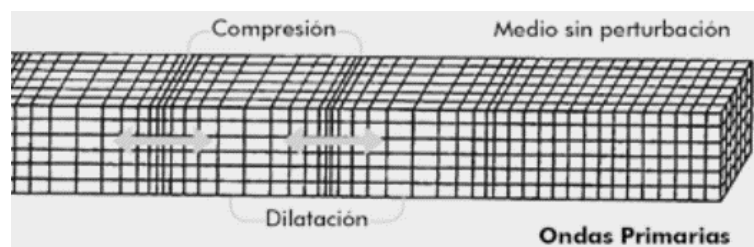
### 3.2.5.2. Tipos de ondas

El sismógrafo registra dos tipos de ondas.

- a) **Profundas o corpóreas,** las ondas que toman forma a partir del hipocentro extendiéndose dentro de la tierra.
- b) **Primarias (P) o longitudinales:** Es más veloz al extenderse (6-10km/s), las ondas son detectadas rápidamente por el sismógrafo, sus oscilaciones son paralelas al plano de propagación, donde se dilata el terreno.

#### Figura 11

*Ondas primarias*

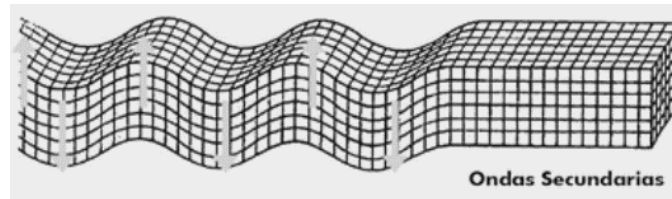


Nota: Esta figura muestra las ondas primarias con la compresión y dilatación en cada evento sísmico. Adaptado CIVIL Perú (2014) (Centro Nacional de Estimación, 2014)

**Secundarias (S) o transversales:** estas ondas se caracterizan por ser más lentas en propagarse y viajan entre (4 – 7 Km/s), estas ondas son únicas en extenderse en elementos sólidos. Lo que hace que no pueden traspasar el núcleo exterior. Su forma de actuar, sus oscilaciones son perpendiculares en orientación de expansión

### Figura 12

*Ondas secundarias*



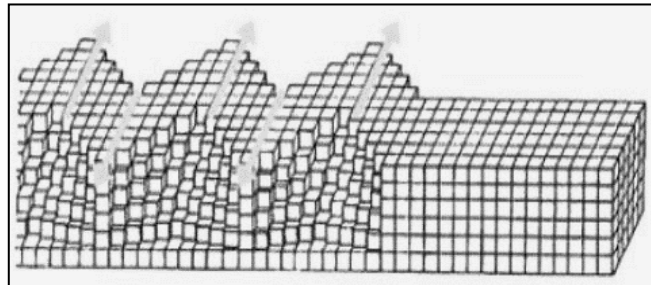
Nota: Esta figura muestra el tipo de ondas secundaria. Adaptado del Subdirección de Normas y Lineamientos CivilPeru (2014) (Centro Nacional de Estimación, 2014)

**c) Superficiales o largas,** estas ondas son las que producen desastres en la corteza terrestre, a partir del epicentro estas ondas se propagan en forma de círculos.

**Love (L):** Estas ondas se desplazan con tendencia vertical en la corteza de la Tierra en relación con la dirección de propagación, alcanzando una velocidad de 2 - 6 Km/s.

### Figura 13

*Ondas love*

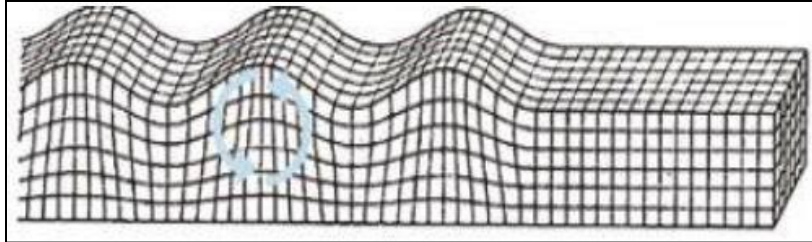


Nota: Esta figura nos muestra el tipo de onda Love. Adaptado del SNL-CENEPRED de: Ing. Civil Perú (2014) (Centro Nacional de Estimación, 2014)

**Rayleigh (R):** estas ondas se mueven en la corteza terrestre con velocidades de (1 – 5 Km/s), se caracterizan por que se desplazan lentamente, con sus oscilaciones.

**Figura 14**

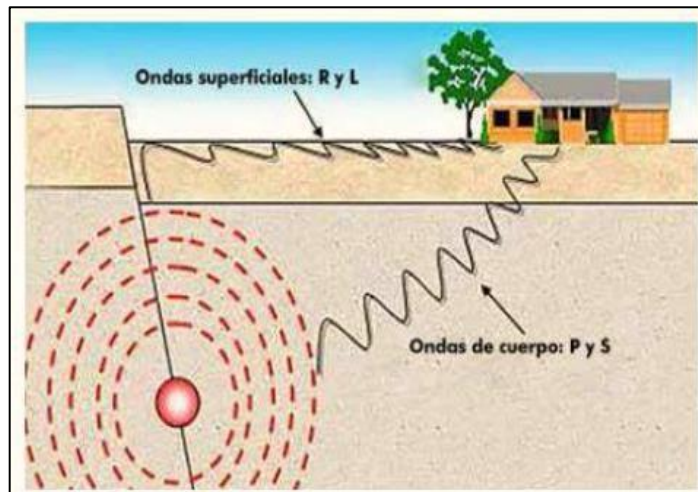
*Ondas Rayleigh*



Nota: Esta figura muestra el tipo de ondas Rayleigh. Adaptado de Subdirección de Normas y Lineamientos CENEPRED de: Ing. Civil Perú (2014)

**Figura 15**

*Resumen de tipos de ondas sísmicas*



Nota: Esta figura muestra el resumen de tipos de ondas sísmicas. Adaptado del Instituto de Investigaciones de Ingeniería INII (2011)

### 3.2.5.3. Escalón de medición para una actividad sísmica.

**Magnitud de escala Richter:** se le conoce también como escala logarítmica o escala de magnitud local, esta medición se designa un valor numérico para cuantificar la energía propagada en un sismo de gran intensidad, (Villoro, 2020).

**Intensidad o escala de Mercalli:** esta medición le asigna un valor romano. Cada zona tendrá intensidades diferentes de acuerdo las características de comportamiento de un terremoto.

**Tabla 23***Escala de intensidad Mercalli modificada abreviada, 1999.*

ESCALA DE MERCALLI MODIFICADA		
NIVEL	ACELERACION	DESCRIPCION
I	< 1	No es percibido o sí lo es por algunas personas en pisos altos de edificios y estando en reposo, como un pequeño ruido o vibración apenas perceptible.
II	1-10	Detectado levemente por individuos dentro de casas y en condiciones de reposo. Personas que están afuera o realizan actividades no lo notan. Las lámparas colgantes no llegan a moverse. Durante la noche, son pocas las personas que están despiertas.
III	10-20	Leve percepción por parte de todos los individuos dentro de las casas. Temblor de las ventanas y las puertas, así como ligera oscilación de lámparas que cuelgan. Muchos individuos se despiertan durante la noche.
IV	20-40	Detectado de manera tenue por todos los individuos dentro de las casas y también por algunos fuera, incluyendo a los que están dentro de vehículos parados. Aunque las lámparas de colgar tienden a oscilar de manera moderada, ningún objeto está car.
V	40-80	Detectado de manera moderada por casi todos los individuos, incluyendo a aquellos que están afuera. Es posible que las personas dentro de vehículos en movimiento no lo noten. Las lámparas que cuelgan se balancean con fuerza, la gente siente un ligero mareo y algunos objetos ligeros se caen, lo que asusta a los individuos. Las viviendas que son vulnerables o de material rústico pueden presentar pequeños agrietamientos en sus muros.
VI	80-160	Sentido con intensidad por todos los seres humanos. Es posible continuar de pie, aunque muchos objetos livianos caen y los electrodomésticos y muebles se mueven unos centímetros. Además, es captado por personas dentro de vehículos en movimiento.
VII	160-320	Sentido con mucha intensidad por todos, lo que hace difícil que las personas permanezcan de pie. Numerosos objetos caen, varios muebles y aparatos eléctricos se vuelcan y se generan daños significativos en casas bien construidas. Las casas de materiales rústicos y vulnerables se derrumban.
VIII	320 - 640	Percibido de manera severa. Es tan complicado mantenerse de pie como manejar un vehículo. Todos los objetos caen, los electrodomésticos y muebles se vuelcan y se ocasionan daños significativos en casas bien diseñadas, mientras que las más vulnerables o de material rústico sucumben por completo.
IX	640 - 1280	Percibido de manera violenta. Es imposible mantenerse de pie. La mayoría de las casas se derrumban y una gran parte de la ciudad queda en ruinas.
X	1280 - 2560	Percibido de manera extrema. Personas derribadas o desplazadas de un sitio a otro debido al terremoto. Las estructuras de madera quedan arruinadas y los rieles del ferrocarril se deforman. La ciudad queda en ruinas.
XI	2560 - 5120	Percibido de manera extrema. Casi nada permanece en pie. Las vías del ferrocarril tienen curvas amplias.
XII	> 5120	Percibido de manera extrema. Destrucción total, nada permanece. Se producen cambios importantes en el paisaje y los objetos se elevan por el aire.

Nota: Esta tabla presenta la descripción de la escala de intensidad Mercalli modificada abreviada, 1999. Adaptado de la investigación de Tavera (2006)

**Tabla 24**

*Cuadro comparativo de escala de intensidad vs. Escala de magnitud.*

<b>ESCALA DE INTENSIDAD</b>		<b>ESCALA DE MAGNITUD</b>	
Escala modificada de mercantil		Magnitud local o de Richter	
<b>I</b>	Pocos lo sienten.	2.5	o en general, pero es registrado por sismógrafos
<b>II</b>	Sentido por unas cuantas personas		
<b>III</b>	Detectado por muchos, pero sin la certeza de que sea un sismo.	3.5	
<b>IV</b>	Sentido por muchos dentro de las casas. Se siente como si una vivienda fuera golpeada por un vehículo de gran peso.		
<b>V</b>	Sentido por casi todos, muchas personas despiertan; los postes de luz se mecen.		
<b>VI</b>	Sentido por todos: muchas personas salen corriendo de sus casas; los muebles se mueven y se ven daños menores.	4.5	Puede causar daños menores en la localidad
<b>VII</b>	Todos salen al exterior, se observan daños considerables en estructuras de pobre construcción. Daños menores en edificios bien construidos.		
<b>VIII</b>	Las estructuras de buen diseño sufren daños menores; las demás colapsan.	6.0	sismo destructivo
<b>IX</b>	Todos los edificios sufren daños graves; muchas estructuras se alejan de su cimiento; el suelo presenta fisuras evidentes.		
<b>X</b>	Numerosas estructuras son destruidas. El terreno está notablemente fracturado.	7.0	terremoto o sismo mayor
<b>XI</b>	La mayoría de las estructuras se desploman; puentes arruinados. Grietas profundas en el terreno.	8.0 o mayor	grandes terremotos
<b>XII</b>	Aniquilación total. Las ondas sísmicas se registran en la superficie terrestre. Los objetos son desechados y arrojados al aire.		

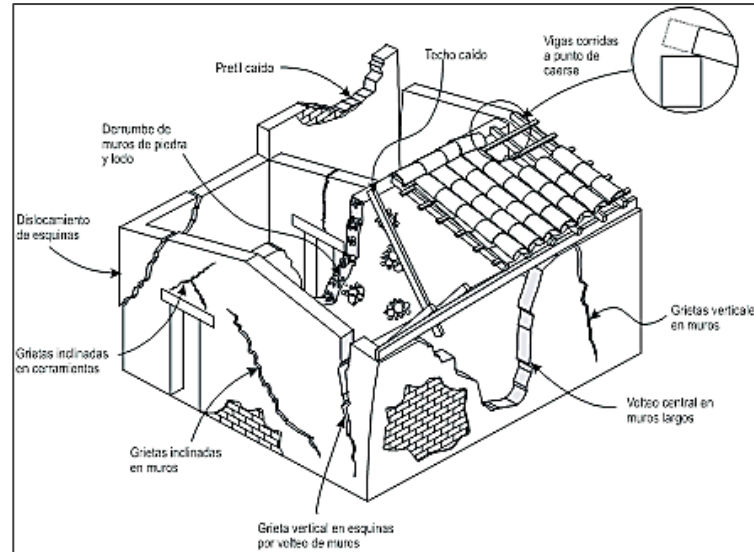
Nota: Esta tabla presenta la descripción de la escala de intensidad con la escala de magnitud sísmica. Adaptado del Instituto Geofísico del Perú

### **3.2.6. Edificaciones en adobe**

#### **3.2.6.1. Edificaciones en adobe en el Perú**

Las construcciones de adobe en el Perú, son edificadas de uno y dos niveles, pueden tener una o dos aguas, estas edificaciones son muy tradicionales específicamente en la sierra peruana. El adobe es económico su procedimiento de edificación es bastante sencillo. Los mismos pobladores construyen sus viviendas sin ninguna asesoría técnica, lo lamentable es que en la zona rural del Perú se sigue construyendo con este tipo de material, ya que es el único material accesible debido a su bajo costo. Estas edificaciones de adobe no están preparadas para resistir un movimiento sísmico de gran magnitud. Con el pasar del tiempo el Perú ha sido testigo de los fenómenos naturales ocurridos en el territorio peruano, los sismos ocasionando daños muy graves, especialmente a las viviendas de adobe, destruyendo miles de viviendas causando lesiones y pérdida de vidas humanas, Las construcciones de adobe poseen beneficios, excepcionales acústicas y térmicas. No obstante, las construcciones de este material son muy vulnerables a los movimientos sismos, así como también a las lluvias e inundaciones.

Las construcciones de adobe presentan una reacción muy deficiente frente a un terremoto, provocando daños estructurales e incluso podrían llegar a derrumbarse. La gran masa de la estructura, su resistencia limitada y su comportamiento frágil son las razones por las cuales se atribuye el colapso sísmico en construcciones de adobe. Estas edificaciones no son capaces de resistir cuando ocurren terremotos muy fuertes y, como resultado, colapsan repentinamente. Alberto y Delgado (2010).

**Figura 16***Deficiencias sísmicas de viviendas de adobe*

Nota: Esta figura muestra las deficiencias sísmicas que podrían tener las viviendas edificadas en adobe obtenido de la Enciclopedia Mundial de Vivienda, (EERI/IAEE)

Las edificaciones de adobe en el Perú se ubican en áreas rurales y urbanas. De acuerdo con (INEI, 2017) determinó que más de 2 148 494 edificaciones de adobe. Esto equivale a un 40% de las edificaciones en el Perú. La tradicional edificación de adobe en el Perú posee uno o dos niveles. Gran parte de estas viviendas se encuentran en las áreas rurales, no cuentan con sobrecimientos pertinentes, el techo está compuesto por teja o calamina, usan troncos de madera de eucalipto que son utilizadas como vigas así mismo con pendientes a una o dos aguas. (Rubiños 2009).

**Figura 17**

*Típica vivienda de adobe en el pasaje Miscabamba*



Nota: Esta figura muestra parte del pasaje Miscabamba. Imagen obtenida por el tesista.

Las casas construidas con adobe en el pasaje Miscabamba en la localidad de Abancay vienen siendo desde la época de 1930 en donde tenía como principal edificación de viviendas de adobe siendo de forma habitable, en la actualidad estas viviendas de adobe siguen siendo habitadas, es obligatorio establecer el grado de nivel sísmico.

**3.2.6.2. Comportamiento sísmico de las edificaciones de adobe**

Los estudios realizados, han establecido que las edificaciones de adobe son muy débiles al ocurrir un sismo de gran intensidad, y esto se debe a sus elementos que tiene un excesivo peso de sus paredes, débil en resistencia. Durante movimientos sísmicos estas edificaciones generan abundantes fuerzas de inercia que incapacita su resistencia, estas construcciones llegan a fallar y pueden colapsar. (Blondet et al. 2003).

Durante la ocurrencia de un sismo, las oscilaciones alteran a las edificaciones de adobe produciéndose una falla muy común que es la aparición de largas grietas en forma de zigzag que son verticales en sus pesadas paredes, estas paredes podrían llegar a colapsar. Otra avería frecuente es la existencia de fisuras diagonales en las paredes. (Rubiños 2009) Para que se evite estos tipos de fallas se recomienda que las edificaciones de adobe por o menos cumplan estas condiciones:

Deben cumplir con las siguientes características las construcciones en adobe.

- Adecuada anchura de paredes en cada sentido, si es posible todos los portantes.
- La arquitectura en edificaciones se recomienda que sea simétrica, de preferentemente que sea cuadrangular.
- Los vanos deben ser reducidos y preferiblemente orientados.
- Se instaurará un sistema reforzado para asegurar la solidez de las intersecciones y las esquinas.

#### **3.2.6.2.1. Diseño de construcción en viviendas de Adobe en el pasaje Miscabamba**

El espacio de estudio cuenta con una población total de 17 edificaciones en adobe las cuales cuentan con dimensiones regulares e irregulares donde se detalla a continuación el diseño de estructura de 05 viviendas como estudio:

**Vivienda 01:** Esta edificación de adobe cuenta con 02 niveles de construcción en donde presenta ciertas regularidades e irregularidades como lo siguiente:

- Según a la norma E080 menciona que los muros de construcción para su mayor estabilidad y resistencia deben ser anchos (mínimo 0.40 cm de espesor).
- En esta vivienda se encuentra muros de 0.60 cm de espesor lo cual lo hace resistente.

- La simetría en la geometría de la vivienda es irregular debido a que presenta un ochavo en la esquina de la vivienda.
- Esta construcción presenta simetría en la altitud entre secciones de 1er nivel y 2do nivel.
- Los muros presentan los arriostres verticales y horizontales de la vivienda para esta edificación.

**Vivienda 02:** Esta edificación de adobe cuenta con 01 nivel de construcción donde presenta ciertas irregularidades como lo siguiente:

- Irregularidades en planta como la distribución de los muros los cuales son irregulares ya que presenta un grosor de 0.60cm, De acuerdo a la norma técnica de construcciones de adobe E.080, las paredes en construcciones de adobe deben tener un espesor mínimo de 0.40cm.
- Presenta una planta rectangular simétrica en relación a los ejes centrales de la vivienda.
- Los vanos es esta vivienda no son proporcionales a la longitud del muro
- Los arriostres verticales y horizontales está conforme al techo y al muro transversal de la vivienda.

**Vivienda 03:** Esta edificación de adobe cuenta con 01 nivel de construcción donde presenta ciertas irregularidades como lo siguiente:

- Irregularidades en planta como la distribución de los muros los cuales son irregulares ya que presenta un espesor de 0.80cm de ancho de muro de acuerdo a la normativa técnica E.080 las paredes en edificaciones de adobe deben presentar un espesor min. 0.40cm.

- Carece de arriostres verticales y horizontales o refuerzos en techo y muro transversal.
- La vivienda está en abandono.

**Vivienda 04:** Esta edificación de adobe cuenta con 03 niveles de construcción donde presenta ciertas irregularidades como lo siguiente:

- Irregularidades en planta como la distribución de los muros los cuales son irregulares ya que presenta un espesor de 0.60cm de ancho de muro de acuerdo a la norma técnica E.080 las paredes en edificaciones de adobe deben presentar un (espesor min. 0.40cm.)
- Tiene arriostres verticales y horizontales o refuerzos en techo y muro transversal.
- La vivienda está en abandono.
- Los vanos tienen una la proporcionalidad y ubicación adecuada.

**Vivienda 05:** Esta edificación de adobe cuenta con 01 nivel de construcción donde presenta ciertas irregularidades como lo siguiente:

- Regularidad adecuada dentro de planta como la distribución de los muros los cuales son regulares ya que presenta un espesor de 0.60cm de ancho de muro en función a la normativa técnica E.080 los muros en edificaciones de adobe deben presentar un espesor min. 0.40cm.
- Carece de arriostres verticales y horizontales o refuerzos en techo y muro transversal.
- La vivienda está en abandono.

### 3.2.6.3. Diseño y construcción con tierra reforzada norma E.080

#### a) Objetivo general de la Norma E.080

- Se busca conferir, la seguridad y durabilidad sísmica de las construcciones a bajo costo.
- Garantizar que los métodos de construcción tradicionales cumplan con los requisitos de ingeniería y seguridad modernos
- Proporcionar pautas para el diseño estructural que tengan en cuenta las propiedades únicas de los materiales de tierra reforzada.
- Optimizar la capacidad de resistencia de las estructuras en zonas con alta actividad sísmica

#### b) Requisitos para la construcción de edificación con tierra reforzada

- **Tierra:** debe contar con una adecuada presencia de arcilla y estar exento de cantidades perjudiciales de materia orgánica.
- **Agua:** Es fundamental que contenga sustancias orgánicas, sólidos suspendidos y sales, además de ser potable. Además, es necesario que se mantenga limpia y libre de cantidades perjudiciales de ácidos, aceites y otros elementos. Es importante destacar que solo se puede agregar agua de mar si el ingeniero responsable o proyectista lo permite.

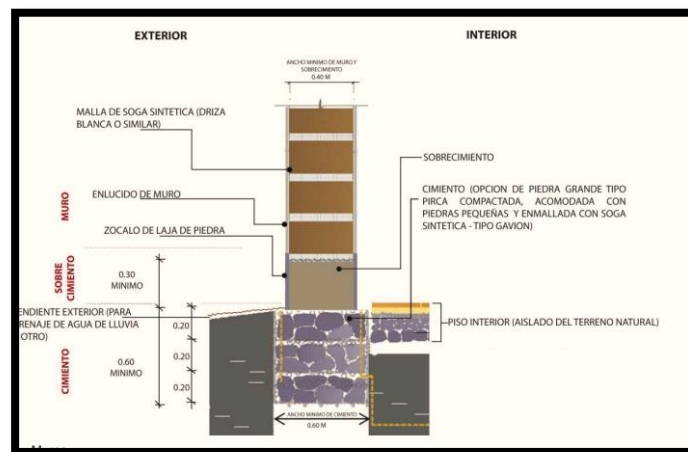
#### c) Sistema estructural para construcciones de tierra reforzada:

- **Cimentación:** mínima profundidad de 0.6m
- **Sobrecimientos:** ancho mínimo de 0.4m

- **Muros:** diseñar en base a resistencia, estabilidad y desempeño (espesor mínimo 0.40m).
- **Entrepisos y techos:** livianos y fijados a los muros
- **Arriostres:** horizontales y verticales
- **Refuerzos y conexiones:** mallas y vigas collares

**Figura 18**

*Esquema de cimentación*



Nota: Esta figura muestra el esquema de cimentación para una vivienda edificada en adobe.

Adaptado. Edificaciones, Norma E. 080, 2017.

### Diseno y construcción con tierra reforzada

Resistencia de material

- Resistencia material terrestre a la compresión

Ensayo de la compresión: 0.1, m de arista

Resistencia ultima:  $1\text{MPa}=10.2\text{ kgf/cm}^2$

Muestra tapial: (0.1x0.1x0.15m) con 10 golpes (mazo=5kg).

- Resistencia de material tierra a la tracción

Ensayo brasileño: cilindros de 6" x 12" o 15.24 cm x 30 48 cm de diámetro de largo.

Ultima resistencia: 0.08 Mpa = 0.81kgf/cm<sup>2</sup>

Secado expuesto al sol y al viento durante 28 días, con un contenido inicial de humedad de 15%. Adobe: 20%- 25 %

Tapial: 10% - 15%

- Firmeza del mortero a la presión

Ensayo de morteros de tracción indirecta: dos adobes vinculados a través de mortero de arcilla con o sin aditivos naturales.

Resistencia ultima: 0.012Mpa= 0.12 kgf/cm<sup>2</sup>

- Resistencia de murete a compresión

Ensayo de compresión en muros de adobe o tapial.:  $h = 3^a$

Resistencia final es de 0.6 mpa = 6.12 kgf/cm<sup>2</sup>

### **3.3. Definición de términos**

#### **3.3.1. Riesgo**

Se considera riesgo a la posibilidad de que se produzcan daños en el entorno social, ambiental y financiero debido a un peligro o evento natural, en una ubicación y durante una etapa determinada de exposición temporal. (INDECI 2006).

#### **3.3.2. Sismo**

Es un desplazamiento provocado por fenómenos geológicos o factores artificiales, en un punto de la corteza terrestre, que se esparce en forma de ondas concéntricas hasta su

origen, denominado hipocentro, causando que la superficie del suelo se desplace en diferentes direcciones.

### **3.3.3. Vulnerabilidad**

Se refiere a la propensión al daño que tienen los elementos que se encuentran sujetos a un riesgo particular. (INDECI 2006).

### **3.3.4. Peligro**

El riesgo se refiere a la posibilidad de que un suceso natural o provocado por el ser humano, potencialmente perjudicial y de una magnitud determinada, suceda en un espacio o área concreta. Este acontecimiento puede tener un impacto sobre infraestructuras físicas, zonas habitadas y/o el medio natural. (INDECI 2006).

### **3.3.5. Adobe**

El adobe es un componente constructivo, elaborado de forma artesanal, compuesto por arena y arcilla. Es posible que contenga limo, y normalmente se agrega un material fibroso, como la paja o fibras naturales adicionales.

### **3.3.6. Edificación**

El término edificación se emplea para referirse a cualquier edificación diseñada, organizada y llevada a cabo por el ser humano, en un lugar específico. Puede presentar variados tamaños, espacios y formas, además de satisfacer diversos objetivos.

### **3.3.7. Intensidad**

La noción de magnitud hace referencia a la cantidad de energía o partículas que se mueven a través de una superficie en un intervalo de tiempo determinado.

### **3.3.8. Onda**

Mientras se modifica alguna de las características físicas de la energía que se transmite en el espacio, como la presión, la fuerza magnética, el campo eléctrico o la densidad, se le llama

onda. Este suceso tiene la posibilidad de ocurrir en un espacio vacío o en uno que contenga materia, como líquido, aire o tierra.

#### **IV. Metodología**

##### **4.1. Tipo y Nivel de investigación**

###### **Tipo de investigación**

Este estudio se cataloga de tipo Aplicada, su objetivo es conocer, para luego actuar, modificar y construir. En contextos de problemas prácticos, la información obtenida a través de la investigación puede aplicarse en diversos lugares. Además, brinda numerosas oportunidades que serán útiles en el debate.

###### **Nivel de investigación**

Tiene un nivel descriptivo. Según Fernández y Baptista (2010), Detallar las propiedades y características, como el perfil de personas, procesos, objetos o cualquier otro tipo de fenómeno que se somete a análisis. Esto implica la recolección y medición de datos individuales y colectivos sobre los 52 conceptos de las variables mencionadas, sin tener en cuenta su relación entre sí.

###### **Diseño de la investigación:**

Según Baptista y Fernández (2010), no es experimental, sino cuantitativo. Aseguran que el estudio se desarrolla sin modificar con deliberación las variables y examina los fenómenos, es decir, cómo deberían ocurrir en un ambiente natural.

##### **4.2. Ámbito temporal y espacial**

###### **Ámbito temporal**

El procesamiento de este estudio se desarrolló en el 2023. En este tiempo se desarrolló la recopilación y el estudio de datos. De igual forma, la valoración del riesgo de terremotos.

###### **Ámbito espacial:**

La presente investigación tomo lugar en el pasaje Miscabamba en la localidad de Abancay.

### **4.3. Población y muestra**

#### **Población**

Los conjuntos de componentes y atributos más comunes que se analizan en un estudio son conocidos como población; estos grupos pueden ser de objetos o personas que el estudio intenta identificar (Hernández, Fernández & Baptista, 2010). El total de la población consta de 17 viviendas construidas en adobe, situadas en el pasaje Miscabamba de la ciudad de Abancay.

#### **Muestra**

Se puede describir la muestra ideal como la que, debido a su tamaño y a su naturaleza, permite obtener resultados aproximados siguiendo un patrón poblacional (Fidias, 2006). La muestra es el total de la población. Está compuesta por 17 edificaciones de construcción en adobe.

### **4.4. Instrumentos**

Son aquellos equipos utilizados en la actividad para la recopilación de datos, en la indagación se manejó las cédulas de croquis, fichas de localización e investigación.

Instrumentos para la investigación.

- Estructuras para la reestructuración de construcción
- Cámara de fotos
- Hoja técnica para la obtención de datos
- Manual de observación
- Equipo topográfico
- Norma E030 diseño resistente al terremoto, Norma E.80 diseño y edificación, estudios y publicaciones relacionados con el tema de contenido científico.

#### **4.5. Procedimientos**

Para determinar el grado de sísmico de las casas de adobe dentro de la ciudad Abancay, en el pasaje Miscabamba, se realizó este análisis empleando técnicas que empezaron por distinguir y elegir los domicilios en adobe considerando su antigüedad, particularidades estructurales y sus estándares de conservación.

Se desarrolló una revisión in-situ para recolectar información precisa y hacer una descripción del lugar, así como identificar los materiales y verificar el estado de conservación de cada vivienda de adobe. Seguidamente se continuó con el desarrollo de datos en el programa de Excel utilizando los estándares y datos que nos facilita el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED). Con los datos recolectados en el lugar de la investigación y los estándares que nos facilita CENEPRED se procede a evaluar la vulnerabilidad, peligro sísmico obteniendo el nivel de sismicidad en las casas de adobe en pasaje de Miscabamba en la ciudad de Abancay

#### **4.6. Análisis de Datos**

Para procesar información para este estudio titulado "Nivel de riesgo sísmico en construcciones de adobe en el pasaje Miscabamba de Abancay, 2023" se utilizó fichas técnicas que implicaban en la evaluación de información obtenida durante el estudio. Los datos técnicos fueron procesados a través del uso de software de Excel. Se emplearon técnicas de estudio estadístico comparativo para establecer la fragilidad en una actividad telúrica de las viviendas y sus características constructivas. Los resultados se interpretaron en función de su cumplimiento con las normativas sísmicas y se clasificó el nivel de riesgo de cada edificación, identificando patrones y áreas críticas dentro del pasaje Miscabamba.

#### **4.7. Consideraciones éticas**

Según Hernández, la valoración ética es una "acción social destinada a adquirir conocimientos que posibilitan establecer una relación ética con el problema que se está investigando y con las personas involucradas en la interacción social". Por lo tanto, en el ámbito escolar, la investigación científica debe fomentar espacios y prácticas que colaboren con la educación de principios que vayan más allá de las acciones específicas y que hagan más fuerte la forma de establecer relaciones con el mundo exterior y con los demás fuera del entorno escolar. (Hernández et al. 2010).

## V. Resultados y Discusión

### 5.1. Estudio de peligrosidad sísmica

#### 5.1.1. Magnitud sísmica

Tabla 25

*Magnitud sísmica*

PARAMETRO	MAGNITUD DE SISMO	PESO		
		PS	PONDERADO:0.283	
DESCRIPTORES	S1	Grandes terremotos: Mayor a 8.0	PS1	0.503
	S2	Sismo mayor: 6.0 a 7.9	PS2	0.26
	S3	Tienen la capacidad de provocar daños menores en el sitio.: 4.5 a 5.9:	PS3	0.134
	<b>S4</b>	<b>Es notado por muchas personas: 3.5 a 4.4</b>	PS4	0.068
	S5	No es notado, pero está registrado en sismógrafos: Inferior a 3.4	PS5	0.035

Nota: Esta tabla presenta los parámetros de magnitudes sísmicas con su debido resultado en el estudio. Adaptado del Centro Nacional de Estimación, Prevención, y Reducción del Riesgo de Desastres.

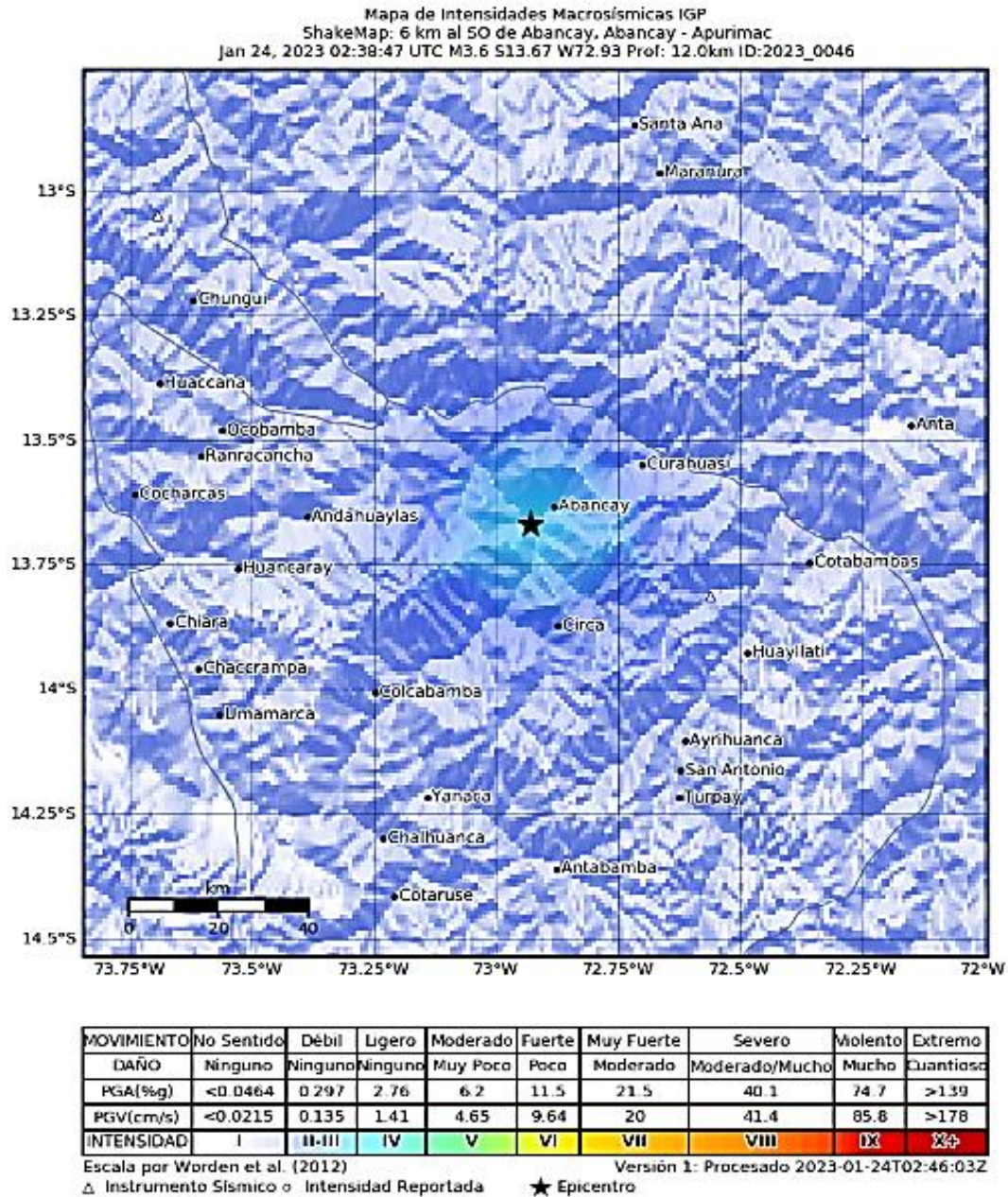
Se consideró el parámetro S4 con magnitud de 3.5 a 4.4 grados de intensidad son sismos que son sentidos por mucha gente. Se determinó este valor debido al historial de sismos producidos desde el año 1963 hasta el año 2023. Acorde a el Instituto Geofísico del Perú el 2023 ocurrieron 02 sismos de magnitudes 3.4 y 3.6 en la ciudad de Abancay para determinar el valor del peso ponderado en magnitud del sismo se consideró el sismo de mayor magnitud ocurrido a 6km de la ciudad de Abancay el 23 de enero del 2023.

#### 5.1.2. Intensidad de sismo

Para la examinación de la intensidad sísmica se tuvo como referencia al sismo producido el 23 de enero del 2023. Evento con magnitud de 3.6 grados. Ocurrido a 6km de la localidad de Abancay. Se registra una intensidad sísmica de III.

**Figura 19**

*Intensidad de sismo en Abancay -2023*



Nota: Esta figura muestra la intensidad sísmica del movimiento telúrico ocurrido en la ciudad de Abancay información obtenido del Instituto Geofísico del Perú

El estudio determinó que la intensidad se encuentra en el clasificador que se encuentra en el grupo de intensidades III – V, Sismo que puede ser sentido por muchos y notado dentro de las viviendas. Luego se asignan parámetros X4 con descriptores 0.068.

**Tabla 26**

*Intensidad del sismo*

DESCRIPTORES	PARAMETRO	INTENSIDAD DE SISMO	PESO	
				<b>PONDERADO:0.643</b>
	X1	XI y XII. Una devastación total, enormes grietas en el suelo y puentes derrumbados. Las ondas sísmicas son detectadas en el suelo y los elementos son lanzados al aire.	PX1	0.503
	X2	X y X. Todos los edificios experimentan daños severos y numerosos. Los edificios son desplazados de su base. La tierra está muy agrietada.	PX2	0.26
	X3	VI, VII y VIII. Los muebles se desplazan, lo que es sentido por todos; hay daños significativos en las construcciones de mala calidad. Afectados de baja intensidad en edificaciones bien planificadas.	PX3	0.134
	<b>X4</b>	<b>III, IV y V. Los árboles y postes se balancean, algo que muchos han notado y que se siente al interior de las casas.</b>	<b>PX4</b>	<b>0.068</b>
	X5	I y II. Pocos lo sienten o lo ha sentido por un pequeño grupo de personas.	PX5	0.035

Nota: Esta tabla presenta la intensidad sísmica con su determinada respuesta después del estudio. Adaptado del Centro Nacional de Estimación, Prevención, y Reducción del Riesgo de Desastres,2014

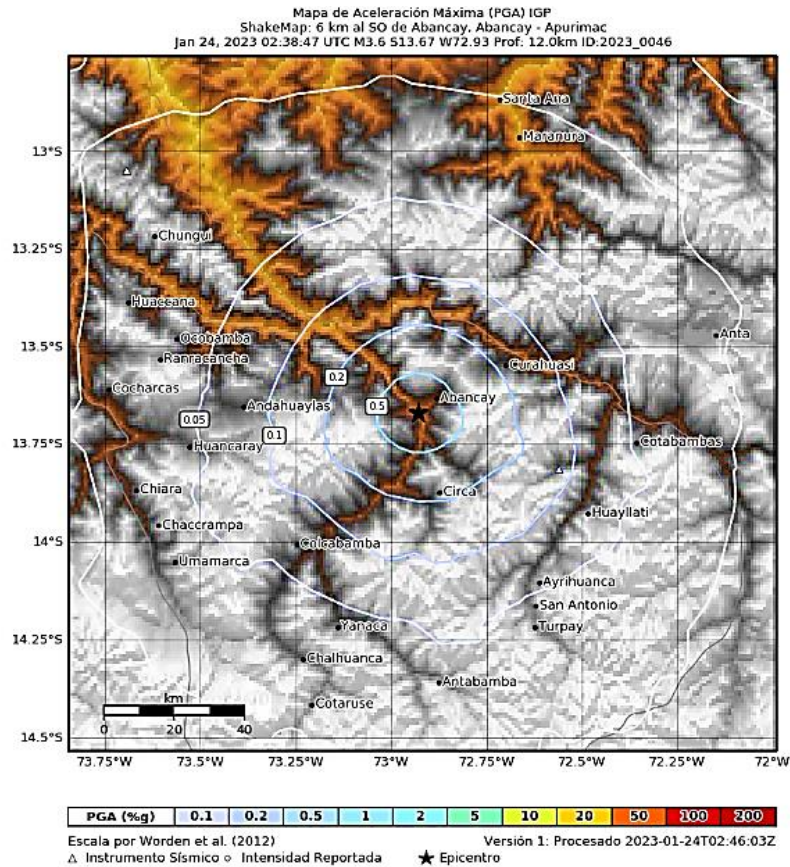
### 5.1.3. Aceleración de suelo

Se estudio el reporte del Instituto Geofísico del Perú (IGP) actividad sísmica en Abancay el 23 de enero del 2023.

En el mapa de aceleración natural del suelo, se encuentran micrones de 0.5, 0.2 y 0.1 (S13.67) y (W72.93). Estos micrones se encuentran en el rango entre 0.05 – 2.

## Figura 20

### Aceleración de suelo de sismo de 3.6° - Abancay-2023



Nota: Esta figura presenta la aceleración del suelo frente a un sismo ocurrido. Información extraída del Instituto Geofísico del Perú (IGP) - 2023

Según los cuadros de CENEPRED después de identificar los micrones se procede a asignar el parámetro AS2 = 0.05 -2 / - PAS2 – 0.260.

**Tabla 27***Aceleración del suelo*

	PARAMETRO	ACELERACIÓN NATURAL DEL SUELO	PESO PONDERADO:0.074	
DESCRIPTORES	AS1	Micrones /Menor a 0.05	PAS1	0.503
	<b><u>AS2</u></b>	<b><u>0.05 – 2 micrones</u></b>	<b><u>PAS2</u></b>	<b><u>0.26</u></b>
	AS3	2 – 5 micrones	PAS3	0.134
	AS4	5 – 8 micrones	PAS4	0.068
	AS5	8 – 10 micrones	PAS5	0.035

Nota: Esta tabla presenta la aceleración natural del suelo obtenida después del estudio realizado. Información extraída del Centro Nacional de Estimación, Prevención, y Reducción del Riesgo de Desastres, 2014

#### 5.1.4. Tipo de suelo

Durante la investigación se procedió a hacer un estudio de suelos del pasaje Miscabamba. Teniendo como resultado un tipo de suelo grava arcilloso – limoso con arena con bloques (ANEXO 18 – clasificación de suelos)

Determinado el tipo de suelo procedemos a hacer uso de las tablas de CENEPRED, donde se le asigna el parámetro Y8 = = Áreas con una textura fina, granulosos y arcillosos, situados sobre grava de tipo aluvial o coluvial, con un PY9 de 0.068.

**Tabla 28***Tipo de suelo*

	PARAMETRO	TIPO DE SUELO	PESO PONDERADO:0.074	
DESCRIPTORES	Y6	Rellenos sanitarios	PY6	0.503
	Y7	Arena Eólica y/o limo (con agua)	PY7	0.260
	Y8	Arena Eólica y/o limo (sin agua)	PY8	0.134
	<b><u>Y8</u></b>	<b><u>terrenos arcillosos o granulares finos por encima de grava coluvial o aluvial</u></b>	<b><u>PY9</u></b>	<b><u>0.068</u></b>
	Y10	Estratos de grava y erosión de roca	PY10	0.035

Nota: Esta tabla presenta el resultado del tipo de suelo del lugar de estudio. Información extraída del del Centro Nacional de Estimación, Prevención, y Reducción del Riesgo de Desastres, 2014

### 5.1.5. Pendiente

Ubicándonos en la avenida concurrente, logramos hacer el estudio topográfico con el instrumento de nivelación de ingeniero para establecer la pendiente del pasaje Miscabamba. Se determinó la pendiente por la Av. Núñez tomando puntos de referencia los cuales dan resultados pendientes desde  $5.02^\circ$  y  $7.55^\circ$ . Se toma el promedio de los resultados lo que vendría a ser  $5.56^\circ$  de pendiente.

**Tabla 29**

*Operación para determinar la pendiente de referencia en la Av. Núñez*

Estación	Tramo	A.I.	Lectura	P.S.	P.F.	Dis.	D.V.	P. (%)	P. (Grados)	P. P. (Grados)
1	BM 1	1.55	3.69	3.8	3.6	22	2.1	9.73	5.56	<b>5.56</b>
2	BM 2	1.55	2.88	2.95	2.8	13	1.3	10.23	5.84	
3	BM 3	1.55	2.08	2.1	2.1	4	0.5	13.25	7.55	
4	BM 4	1.55	1.2	1.23	1.2	5.2	0.4	6.73	3.85	
5	BM 5	1.55	0.32	0.39	0.3	14	1.2	8.79	5.02	

Nota: La presente tabla muestra la operación para determinar la pendiente de la Av. Núñez Información realizada por el tesista.

Además de tomar la pendiente de la Av. Núñez de tomo la pendiente de la calle del medio que esta como ingreso a la calle Miscabamba por la Av. Elías. La cual nos da una pendiente más exacta sobre el lugar en estudio.

Pendiente de Pasaje Miscabamba =  $10.52^\circ$

**Figura 21**

*Levantamiento topográfico Pasaje Miscabamba*



Nota: Esta figura es una fotografía del levantamiento del estudio de la pendiente del lugar de estudio Pasaje Sin nombre ubicada entre la Av. Elías y Pasaje Miscabamba imagen obtenida por el tesista.

**Tabla 30**

*Operación para determinar la pendiente en el Pasaje Miscabamba*

Estación	Tramo	A.I.	Lectura	P.S.	P.F.	Dis.	D.V.	P. (%)	P. (Grados)	P. P. (Grados)
1	BM 1	1.45	2.83	2.87	2.8	7.5	1.4	18.4	10.43	10.52
2	BM 2	1.45	0.325	0.36	0.3	6	1.1	18.75	10.62	

Nota: La presente tabla muestra la operación para determinar la pendiente del Pasaje Miscabamba. Imagen obtenida por el tesista.

Según los resultados obtenidos del análisis topográfico de 10.52 °, se procede a situar en la tabla de CENEPRED, donde se muestra que el peso ponderado es de 0.068 y la pendiente oscila entre 10 y 20°.

**Tabla 31**

*Pendiente*

PARAMETRO		TEXTURA DE SUELO	PESO	
			<b>PONDERADO:0.074</b>	
DESCRIPTORES	PN1	30° a 40°	PPN1	0.503
	PN2	25° a 45°	PPN2	0.260
	PN3	20° a 30°	PPN3	0.134
	<b><u>PN4</u></b>	<b><u>10° a 20°</u></b>	<b><u>PPN4</u></b>	<b><u>0.068</u></b>
	PN5	Menor a 5°	PPN5	0.035

Nota: Esta tabla presenta el resultado de parámetros de textura de suelo después del estudio realizado. Información obtenida del Centro Nacional de Estimación, Prevención, y Reducción del Riesgo de Desastres, 2014

#### 5.1.6. Nivel de peligrosidad sísmica

Se determino la peligrosidad sísmica en el estudio con los siguientes indicadores

- Envergadura de actividad sísmica
- Fuerza del fenómeno
- Aceleración de la superficie terrestre
- Tipo de terreno
- Pendiente y Topografía.

Los datos de estos parámetros se multiplican por los descriptores de cada indicador, teniendo así un resultado para cada indicador. Seguidamente se pasa a sumar los resultados de cada indicador.

Finalmente se obtiene un valor de 0.154 que se encuentra dentro del rango de 0.134 – 0.260. Por ende, tenemos como resultado un **NIVEL DE PELIGRO ALTO**.

**Tabla 32**

*Valor de peligrosidad*

PELIGRO SISMICO									
Magnitud de sismo		Intensidad de sismo		Aceleración del suelo		Tipo de suelo		Topografía y pendiente	
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor
0.283	0.068	0.643	0.068	0.074	0.260	0.515	0.068	0.548	0.068
0.019		0.044		0.019		0.035		0.037	
<b>VALOR DE PELIGROSIDAD</b>									
<b>0.154</b>									

Nota: Esta tabla presenta el resultado del valor de peligrosidad obtenida después del estudio de los parámetros. Información extraída del *Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres*.

**Tabla 33**

*Determinación del valor de peligro*

NIVEL	RANGO
PELIGRO MUY ALTO	$0.260 \leq R < 0.503$
PELIGRO ALTO	$0.134 \leq R < 0.260$
PELIGRO MEDIO	$0.068 \leq R < 0.134$
PELIGRO BAJO	$0.035 \leq R < 0.068$

Nota: Esta tabla muestra los niveles de peligro con sus rangos establecidos para determinar el valor de peligro. Información extraída del *Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres*.

## 5.2. Nivel de Vulnerabilidad sísmica

Los procedimientos para la vulnerabilidad sísmica se realizaron en plantillas de Excel, en cual pudimos verificar la representación de una edificación de adobe el cual representa cada ficha de verificación. Se procesaron datos por medio de una plantilla Excel. El investigador evaluó y califico con valores numéricos los siguientes indicadores:

- Condición de conservación de viviendas
- Edad de construcción
- Falta de cumplimiento de los procesos de construcción según las regulaciones actuales
- Topografía del espacio construido de la vivienda
- Configuración de elevación de las construcciones

Con el fin de establecer el índice de la vulnerabilidad sísmica se verifico estado actual de las viviendas utilizando las fichas de verificación con el fin del estudio de vulnerabilidad de actividad de sismo del Instituto nacional de defensa civil.

### 5.2.1. Aplicación de la ficha de verificación

### 5.2.2. Material de construcción de la edificación

**Tabla 34**

*Edificaciones evaluadas*

MATERIAL DE EDIFICACION	Numero de Construcciones	%
Estera / cartón/	00	00%
Madera	00	00%
Quincha /caña con barro	00:	00%
Adobe o tapia	17 EDIFICACIONES	100 %
Ladrillo o bloque de cemento	00	00%

Nota: Esta tabla presenta la cantidad de edificaciones hechas a base de adobe. Centro Nacional de Estimación, Prevención, y Reducción del Riesgo de Desastres, 2014

Las edificaciones a evaluar son en material de adobe o tapia.

En el pasaje Miscabamba se identificaron 17 construcciones en adobe.

**Tabla 35**

*Material de edificación de viviendas*

DESCRIPTORES	PARÁMETRO	SERVICIO DE	PESO	
		TELECOMUNICACIONES	PONDERADO: 0.386	
	FE1	Estera / cartón	PFE1	0.503
	FE2	Madera	PFE2	0.260
	FE3	Quincha (caña con barro)	PFE3	0.134
	FE5	Adobe o tapia	PFE4	0.068
	FE6	Ladrillo o bloque de cemento	PFE5	0.035

Nota: Esta tabla muestra el resultado con el peso ponderado del material de edificación de las viviendas. Adaptado del Centro Nacional de Estimación, Prevención, y Reducción del Riesgo de Desastres, 2014

El peso ponderado para evaluar la vulnerabilidad correspondiente a material de adobe o tapia es de 0.068

### 5.2.3. Condición de conservación de las construcciones.

**Tabla 36**

*Conservación de Edificaciones*

ESTADO	Nº DE EDIFICACIONES	PORCENTAJE
Demasiado malo	00	0.0
Malo	05	29.41
Regular	06	36.29
Bueno	06	35.29
TOTAL	17	100%

Nota: Esta tabla muestra el porcentaje determinado para la conservación de las edificaciones. Adaptado del Centro Nacional de Estimación, Prevención, y Reducción del Riesgo de Desastres, 2014

Se examinó el estado de mantenimiento de las 17 casas empleando las hojas de verificación del INDECI y se halló lo siguiente:

- 05 edificaciones en mal estado lo que representa el 29%
- 06 edificaciones en estado regular lo que representa el 36,29%
- 06 edificaciones en buen estado lo que representa el 35,29%

**Tabla 37**

*Condición de conservación de las viviendas*

PARÁMETRO	ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES	PESO PONDERADO:
		0.386
	FE1 MUY MALO: Los edificios en los que las estructuras están tan dañadas que parece que se van a derrumbar.	PFE1 0.503
DESCRIPTORES	FE2 MALO: Los edificios no son objeto de un mantenimiento periódico, lo cual causa que su estructura se deteriore y se comprometa, aunque no existe riesgo de derrumbamiento. Asimismo, las instalaciones y acabados presentan daños evidentes.	PFE2 0.260
	FE3 REGULAR Los edificios que tienen mantenimiento ocasional y cuyas estructuras no están deterioradas, o si lo están, no comprometen la estabilidad y son reparables. O aquellos cuyos acabados e instalaciones presentan daños visibles a causa de un uso inadecuado.	PFE3 0.134
	FE5 BUENO: Los edificios están en mantenimiento constante y solo presentan mínimas averías en los acabados por el uso cotidiano.	PFE4 0.068
	FE6 MUY BUENO: Las construcciones son sometidas a mantenimiento constante y no muestran ningún signo de deterioro.	PFE5 0.035

Nota: Esta tabla muestra descripción del estado de conservación de cada vivienda. Adaptado del Centro Nacional de Estimación, Prevención, y Reducción del Riesgo de Desastres, 2014

#### 5.2.4. Antigüedad de las viviendas

**Tabla 38**

*Estado de mantenimiento de viviendas*

Conservación de edificaciones	N de viviendas	%
De 40 a 50 años	13 edificaciones	76.48
De 30 a 40 años	01 edificación	5.88
De 20 a 30 años	01 edificación	5.88
De 10 a 20 años	02 edificaciones	11.76
De 5 a 10 años	0.00	0.00
TOTAL		100%

Nota: La presente tabla muestra el estado de conservación de las viviendas en cantidades y porcentajes. Adaptado del Centro Nacional de Estimación, Prevención, y Reducción del Riesgo de Desastres, 2014

De acuerdo a la verificación y recojo de información se constataron los siguiente:

- 13 edificaciones que representan el 76.48% con una antigüedad de 40 a 50 años.
- 01 edificación que representa el 5.88% con una antigüedad de 30 a 40 años
- 01 edificación que representa 5.88% con una antigüedad de 20 a 30 años
- 02 edificaciones que representa un 11.76% con una antigüedad de entre 5 a 10 años.

**Tabla 39***Antigüedad de construcción*

PARÁMETRO	ESTADO DE CONSERVACIÓN DE VIVIENDAS		PESO PONDERADO: 0.111	
DESCRIPTORES	FE11	De cuarenta a cincuenta años	PFE11	0.503
	FE12	De treinta a cuarenta años	PFE12	0.260
	FE13	De veinte a treinta años	PFE13	0.134
	FE14	De diez a veinte años	PFE14	0.068
	FE15	De cinco a diez años	PFE15	0.035

Nota: Esta tabla presenta la antigüedad de las construcciones y su peso ponderado asignado después del estudio realizado. Adaptado del Centro Nacional de Estimación, Prevención, y Reducción del Riesgo de Desastres, CENEPRED 2014

- Edificaciones de más 40 y 50 años asigna una ponderación de 0.503
- Edificaciones de 30 a 40 años se asigna un peso ponderado de 0.260
- Edificaciones de 20 a 30 años se asigna un peso ponderado de 0.134

**5.2.5. Incumplimiento de normas de construcción****Tabla 40***Incumplimiento de normas constructivas*

Incumplimiento normativas Constructivos	Nº DE EDIFICACIONES	%
80 – 100%	17.00	100.00
60 – 80%	0.00	0.00
40 – 60%	0.00	0.00
20 – 40%	0.00	0.00
20 – 40%	0.00	0.00
Total	17.00	100.00%

Nota: Esta tabla presenta la cantidad de viviendas edificadas incumpliendo las normas de construcción. Adaptado del Centro Nacional de Estimación, Prevención, y Reducción del Riesgo de Desastres, 2014

100% edificaciones incumple procedimientos constructivos como los siguientes:

- Carecieron de asistencia técnica en la etapa de construcción
- Carecen de juntas de dilatación entre vivienda y vivienda
- Carecen de verificación y mantenimiento preventivo

**Tabla 41**

*Edificaciones incumplimiento a la normativa vigente*

PARÁMETRO	ESTADO DE MANTENIMIENTO DE EDIFICACIONES	PESO PONDERADO: 0.156		
DESCRIPTORES	FE16	Ochenta – 100 %	PFE11	0.503
	FE17	Sesenta -80%	PFE12	0.260
	FE18	Cuarenta -60%	PFE13	0.134
	FE19	Veinte -40%	PFE14	0.068
	FE20	Cero -20%	PFE15	0.035

Nota: Esta presente tabla muestra el estado de mantenimiento de las edificaciones.

Adaptado del Centro Nacional de Estimación, Prevención, y Reducción del Riesgo de Desastres, 2014

- El peso ponderado en edificaciones evaluadas del 80 al 100% de conservación es de 0.503
- El peso ponderado para edificaciones 60 al 80% de conservación es de 0.260
- El peso ponderado para construcciones e 40 al 60 % de conservación es de 0.134

### 5.2.6. Topografía del terreno de la vivienda

**Tabla 42**

*Topografía del terreno*

Topografía del terreno	N° DE EDIFICACIONES	%
50 % < P ≤ 80%	0.00	0.00
30 % < P ≤ 50%	0.00	0.00
20 % < P ≤ 30%	0.00	0.00
10 % < P ≤ 20%	12.00	70.59
P ≤ 10%	5.00	29.41
Total	17.00	100.00%

Nota: Esta tabla presenta la topografía del terreno con el número de edificaciones. Adaptado con los parámetros de CENEPRED y los datos obtenidos de la vulnerabilidad

La topografía en el espacio de la investigación presenta lo siguiente:

- 12 viviendas está ubicada en una topografía de 10% menor y pendiente mayor o igual al 20%05 viviendas presentan una pendiente menor o igual al 10%

**Tabla 43**

*Topografía del área de estudio*

PARÁMETRO	Topografía del terreno (P-PENDIENTE)	PESO PONDERADO: 0.044	
<b>DESCRIPTORES</b>	FE21	50% < P < 80%	
	FE22	30% < P < 50%	
	FE23	20% < P < 30%	
	FE24	Diez % < P < veinte %	
	FE25	P < Diez%	
		PFE21	<b>0.503</b>
		PFE22	<b>0.260</b>
		PFE23	<b>0.134</b>
		PFE24	<b>0.068</b>
		PFE25	<b>0.035</b>

Nota: Esta presente tabla muestra los resultados de la topografía en estudio con su peso ponderado. Adaptado por los parámetros del Centro Nacional de Estimación, Prevención, y Reducción del Riesgo de Desastres, 2014.

Topografía en viviendas en pasaje Miscabamba presentan lo siguiente:

- 12 viviendas presentan una topografía de 10% menor al 20%
- 05 viviendas presentan una topografía menor de 10% de la pendiente.

### 5.2.7. Estado de mantenimiento de las viviendas

**Tabla 44**

*Elevación de viviendas evaluadas*

Elevación	N° DE EDIFICACIONES	%
5 niveles	0.00	0.00
4 niveles	0.00	0.00
3 niveles	1.00	5.88
2 niveles	9.00	52.94
1 nivel	7.00	41.18
Total	17.00	100.00%

Nota: Esta tabla presenta la elevación de viviendas por niveles y cantidad de viviendas.

Adaptado de los datos de CENEPRED,2014 con los datos obtenidos de vulnerabilidad sísmica.

Se encontraron edificaciones en los siguientes niveles:

- 01 edificación con 3 niveles de construcción.
- 09 edificaciones con 02 niveles de construcción
- 07 edificaciones con 01 nivel de construcción

**Tabla 45***Elevación de la edificación*

PARÁMETRO	ESTADO DE MANTENIMIENTO DE VIVIENDAS		PESO PONDERADO: 0.068	
DESCRIPTORES	FE26	5 niveles	PFE26	0.503
	FE27	4 niveles	PFE27	0.260
	FE28	3 niveles	PFE28	0.134
	FE29	2 niveles	PFE29	0.068
	FE30	1 nivel	PFE30	0.035

Nota: La presente tabla muestra las edificaciones por niveles y el peso ponderado asignado por el Centro Nacional de Estimación, Prevención, y Reducción del Riesgo de Desastres.

**Tabla 46***Evaluación de vulnerabilidad por vivienda*

EDIFICACIONES	MATERIAL DE EDIFICACION	CONSERVACION	EDAD DE EDIFICACION	INCUMPLIMIENTO A LA NORMA VIGENTE	TOPOGRAFIA DEL SUELO	ELEVACION DE VIVIENDAS	PARAMETRO PONDERADO
EDIF.01	0.068	0.134	0.503	0.26	0.068	0.068	<b>0.184</b>
EDIF.02	0.068	0.134	0.503	0.134	0.068	0.035	<b>0.157</b>
EDIF.03	0.068	0.260	0.503	0.068	0.068	0.035	<b>0.167</b>
EDIF.04	0.068	0.134	0.503	0.134	0.035	0.134	<b>0.168</b>
EDIF.05	0.068	0.26	0.503	0.134	0.035	0.035	<b>0.173</b>
EDIF.06	0.068	0.068	0.503	0.26	0.035	0.035	<b>0.162</b>
EDIF.07	0.068	0.134	0.26	0.26	0.068	0.068	<b>0.143</b>
EDIF.08	0.068	0.134	0.26	0.26	0.068	0.068	<b>0.143</b>
EDIF.09	0.068	0.134	0.26	0.26	0.068	0.068	<b>0.143</b>
EDIF.10	0.068	0.068	0.26	0.26	0.068	0.068	<b>0.132</b>
EDIF.11	0.068	0.503	0.26	0.134	0.068	0.035	<b>0.178</b>
EDIF.12	0.068	0.068	0.503	0.26	0.068	0.068	<b>0.161</b>
EDIF.13	0.068	0.26	0.503	0.134	0.068	0.068	<b>0.184</b>
EDIF.14	0.068	0.134	0.503	0.134	0.068	0.068	<b>0.163</b>
EDIF.15	0.068	0.068	0.26	0.26	0.068	0.068	<b>0.132</b>
EDIF.16	0.068	0.26	0.26	0.068	0.035	0.035	<b>0.121</b>
EDIF.17	0.068	0.068	0.26	0.26	0.035	0.035	<b>0.121</b>

Nota: Esta tabla muestra el procedimiento de evaluación de vulnerabilidad por vivienda con sus parámetros elaborado por el tesista.

### 5.2.8. Resultados de vulnerabilidad de edificaciones

**Tabla 47**

*Vulnerabilidad por construcción*

NUMERACION	EDIFICACIONES	VALOR	NIVEL DE VULNERABILIDAD
01	EDIFICACION	0.184	VULNERABILIDAD ALTO
02	EDIFICACION	0.157	VULNERABILIDAD ALTO
03	EDIFICACION	0.167	VULNERABILIDAD ALTO
04	EDIFICACION	0.168	VULNERABILIDAD ALTO
05	EDIFICACION	0.173	VULNERABILIDAD ALTO
06	EDIFICACION	0.162	VULNERABILIDAD ALTO
07	EDIFICACION	0.143	VULNERABILIDAD ALTO
08	EDIFICACION	0.143	VULNERABILIDAD ALTO
09	EDIFICACION	0.143	VULNERABILIDAD ALTO
10	EDIFICACION	0.132	<b>VULNERABILIDAD MEDIA</b>
11	EDIFICACION	0.178	VULNERABILIDAD ALTO
12	EDIFICACION	0.161	VULNERABILIDAD ALTO
13	EDIFICACION	0.184	VULNERABILIDAD ALTO
14	EDIFICACION	0.163	VULNERABILIDAD ALTO
15	EDIFICACION	0.132	<b>VULNERABILIDAD MEDIA</b>
16	EDIFICACION	0.121	<b>VULNERABILIDAD MEDIA</b>
17	EDIFICACION	0.121	<b>VULNERABILIDAD MEDIA</b>

Nota: Esta tabla presenta los resultados de nivel de vulnerabilidad por cada edificación.

Elaborado por el tesista.

Como resultado de las 17 construcciones evaluadas:

- Vulnerabilidad ALTA 13 construcciones
- Vulnerabilidad MEDIA 04 edificaciones

**Tabla 48**

*Resultados de vulnerabilidad*

NIVEL DE VULNERABILIDAD	EDIFICACIONES	%
Vulnerabilidad muy alto	00	0.00
Vulnerabilidad alto	13	76.47%
Vulnerabilidad medio	4	23.53%
Vulnerabilidad baja	00	0.00
TOTAL	17	100.00 %

Nota: Esta tabla presenta los resultados de la cantidad de viviendas con vulnerabilidad alta y medio. Adaptación de los parámetros de CENEPRED con los resultados de vulnerabilidad.

El 76.47% de las casas analizadas tienen una vulnerabilidad alta, mientras que el 23.53% de los edificios tienen una condición media de vulnerabilidad.

**Tabla 49**

*Matriz de vulnerabilidad sísmica*

NIVEL DE VULNERABILIDAD	RANGO
VULNERABILIDAD MUY ALTO	$0.260 \leq R < 0.503$
VULNERABILIDAD ALTO	$0.134 \leq R < 0.260$
VULNERABILIDAD MEDIO	$0.068 \leq R < 0.134$
VULNERABILIDAD BAJO	$0.035 \leq R < 0.068$

Nota: Esta tabla presenta los resultados de vulnerabilidad en la tabla de matriz de vulnerabilidad sísmica. Adaptado del Centro Nacional de Estimación, Prevención, y Reducción del Riesgo de Desastres, 2014 con los resultados finales de vulnerabilidad sísmica.

- 76.47% en viviendas evaluadas presentan un rango de 0.34 y 0.260 las cuales presentan **vulnerabilidad alta**.
- Un 23.53 % de los hogares tienen un nivel de **vulnerabilidad medio**, con un intervalo de 0.068 a 0.134.

### 5.3. Evaluación del grado de riesgo sísmico

El riesgo sísmico fue evaluado utilizando el método simplificado y el método de multiplicación de datos de peligrosidad y vulnerabilidad sísmica.

#### 5.3.1. Resultados de riesgo en sismicidad con peligrosidad y vulnerabilidad obtenidos por el método simplificado

Para poder conocer el riesgo en sismicidad se dio uso de la tabla del método simplificado

**Tabla 50**

*Método simplificado del nivel de riesgo*

<b>PMA</b>	<b>0.503</b>	<b>0.034</b>	<b>0.067</b>	<b>0.131</b>	<b>0.253</b>
<b>PA</b>	0.260	0.018	0.035	0.068	0.131
<b>PM</b>	0.134	0.009	0.018	0.035	0.067
<b>PB</b>	0.068	0.005	0.009	0.018	0.034
		0.068	0.134	0.260	0.503
		VB	VM	VA	VMA

Nota: Esta tabla presenta el método simplificado del nivel de riesgo sísmico donde se considera peligro y vulnerabilidad. Adaptado del Centro Nacional de Estimación, Prevención, y Reducción del Riesgo de Desastres.

**Tabla 51**

*Tabla de resultados de riesgo sísmico*

ORDEN	EDIFICACIONES	PELIGROSIDAD	VULNERABILIDAD	RESULTADO	NIVEL DE RIESGO
1	EDIFICACION	P. ALTA	V. ALTO	0.068	<b>RIESGO ALTO</b>
2	EDIFICACION	P. ALTA	V. ALTO	0.068	<b>RIESGO ALTO</b>
3	EDIFICACION	P. ALTA	V. ALTO	0.068	<b>RIESGO ALTO</b>
4	EDIFICACION	P. ALTA	V. ALTO	0.068	<b>RIESGO ALTO</b>
5	EDIFICACION	P. ALTA	V. ALTO	0.068	<b>RIESGO ALTO</b>
6	EDIFICACION	P. ALTA	V. ALTO	0.068	<b>RIESGO ALTO</b>
7	EDIFICACION	P. ALTA	V. ALTO	0.068	<b>RIESGO ALTO</b>
8	EDIFICACION	P. ALTA	V. ALTO	0.068	<b>RIESGO ALTO</b>
9	EDIFICACION	P. ALTA	V. ALTO	0.068	<b>RIESGO ALTO</b>
10	EDIFICACION	P. ALTA	V. MEDIA	0.035	<b>RIESGO ALTO</b>
11	EDIFICACION	P. ALTA	V. ALTO	0.068	<b>RIESGO ALTO</b>
12	EDIFICACION	P. ALTA	V. ALTO	0.068	<b>RIESGO ALTO</b>
13	EDIFICACION	P. ALTA	V. ALTO	0.068	<b>RIESGO ALTO</b>
14	EDIFICACION	P. ALTA	V. ALTO	0.068	<b>RIESGO ALTO</b>
15	EDIFICACION	P. ALTA	V. MEDIA	0.035	<b>RIESGO ALTO</b>
16	EDIFICACION	P. ALTA	V. MEDIA	0.035	<b>RIESGO ALTO</b>
17	EDIFICACION	P. ALTA	V. MEDIA	0.035	<b>RIESGO ALTO</b>

Nota: Esta tabla presenta el procesamiento de datos usando la tabla del método simplificado del nivel de riesgo. Elaboración propia.

Se establecen valores que oscilan entre 0.068 y 0.035, los cuales están dentro del rango de alto riesgo. Estos datos se consiguen a partir de la tabla del método simplificado, con el efecto de la vulnerabilidad y el nivel de peligrosidad.

### 5.3.2. Resultados de riesgo sísmico en cada edificación con valores ponderados

Para obtener el grado de riesgo sísmico se procede a multiplicar el valor de peligro y vulnerabilidad sísmica. Seguidamente el rango obtenido se verifica en la tabla de matriz de riesgo en sismicidad.

**Tabla 52**

*Matriz riesgo sísmico*

<b>Riesgo muy alto</b>	<b><math>0.068 \leq R &lt; 0.253</math></b>
<b>Riesgo alto</b>	<b><math>0.018 \leq R &lt; 0.068</math></b>
<b>Riesgo medio</b>	<b><math>0.005 \leq R &lt; 0.018</math></b>
<b>Riesgo bajo</b>	<b><math>0.001 \leq R &lt; 0.005</math></b>

Nota: Esta tabla muestra el resultado final de la investigación en la matriz de riesgo sísmico.

Adaptado del Centro Nacional de Estimación, Prevención, y Reducción del Riesgo de Desastres.

Rangos obtenidos por cada edificación se tienen resultados que se encuentran entre valores de 0.019 – 0.028 Riesgo Alto.

**Tabla 53***Riesgo de sismicidad por edificación*

ORDEN	EDIFICACIONES	PELIGROSIDAD	VULNERABILIDAD	RANGO	RIESGO SISMICO
1	EDIFICACION	0.154	0.184	0.028	RIESGO ALTO
2	EDIFICACION	0.154	0.157	0.024	RIESGO ALTO
3	EDIFICACION	0.154	0.167	0.026	RIESGO ALTO
4	EDIFICACION	0.154	0.168	0.026	RIESGO ALTO
5	EDIFICACION	0.154	0.173	0.027	RIESGO ALTO
6	EDIFICACION	0.154	0.162	0.025	RIESGO ALTO
7	EDIFICACION	0.154	0.143	0.022	RIESGO ALTO
8	EDIFICACION	0.154	0.143	0.022	RIESGO ALTO
9	EDIFICACION	0.154	0.143	0.022	RIESGO ALTO
10	EDIFICACION	0.154	0.132	0.020	RIESGO ALTO
11	EDIFICACION	0.154	0.178	0.027	RIESGO ALTO
12	EDIFICACION	0.154	0.161	0.025	RIESGO ALTO
13	EDIFICACION	0.154	0.184	0.028	RIESGO ALTO
14	EDIFICACION	0.154	0.163	0.025	RIESGO ALTO
15	EDIFICACION	0.154	0.132	0.020	RIESGO ALTO
16	EDIFICACION	0.154	0.121	0.019	RIESTO ALTO
17	EDIFICACION	0.154	0.121	0.019	RIESGO ALTO

Nota: La presente tabla presenta el nivel de riesgo de sismicidad por vivienda utilizando datos de peligrosidad y vulnerabilidad. Elaboración propia.

Según los parámetros de la matriz de riesgo sísmico del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres, se determina que el grado de riesgo sísmico es elevado.

Este resultado se obtiene tras examinar los resultados de la peligrosidad sísmica y la vulnerabilidad sísmica de las maneras que se indican a continuación:

- **Método 01:** Se obtiene como resultado rangos entre 0.019 y 0.028 valores de rango de riesgo elevado. Estos datos se generan a través de la multiplicación de los resultados de valores ponderados numéricamente de vulnerabilidad y peligrosidad lo que se muestra en la tabla N° 54.
- **Método 02:** Se determina valores entre 0.068 y 0.035 valores de riesgo alto. Se obtiene estos datos a través del uso de la tabla del método simplificado con el resultado del grado de peligro y nivel de vulnerable lo que se muestra en la tabla N°52.

## VI. Conclusiones

- El nivel de riesgo sísmico es elevado en 17 casas ubicadas en Abancay, en el pasaje Miscabamba. El cual se estableció a partir del análisis de peligrosidad y vulnerabilidad, alcanzando valores de riesgo sísmico entre 0.019 y 0.028, cifras que corresponden al rango de alto riesgo sísmico.
- Se concluye que las edificaciones evaluadas el 23.53 % de viviendas de adobe del pasaje Miscabamba en la localidad Abancay tienen un grado de vulnerabilidad media, mientras que un 76.47% vulnerabilidad alto.
- Concluyendo el grado de peligro de las viviendas del pasaje Miscabamba son de peligro alto. Esto después de analizar los descriptores y parámetros, teniendo como resultado 0.154 que nos muestra que tiene peligrosidad alto.
- Se llega a una conclusión que el diseño arquitectónico en viviendas de adobe en pasaje Miscabamba influyen en la estética de la edificación del adobe; por consecuencia también influye en el riesgo sísmico en la eficiencia y su sostenibilidad Debido a que fueron edificados empíricamente.

**VII. Recomendaciones:**

- Se recomienda implementar estrategias de prevención en riesgos sísmicos como la incorporación de refuerzos estructurales (muros, arriostres verticales y horizontales) para disminuir el riesgo sísmico.
- Se recomienda a futuras investigadores continuar realizando investigaciones de riesgo sísmico en nuestra localidad de Abancay para poder prevenir e identificar zonas de alto riesgo sísmico.
- Se recomienda a los profesionales y técnicos especialistas en construcción o diseño de edificaciones en conjunto con el gobierno local fomentar el correcto proceso constructivo de viviendas de esta manera disminuir los niveles de riesgo.
- Recomiendo sobre el diseño arquitectónico en la construcción de viviendas de adobe debe ser construidas siguiendo las normas de construcción en edificaciones de adobe E. 080 y la E.030 de la norma técnica peruana.

## VIII. Referencias

- Barrios, V., Guinto, H., & Arroyo, M. (2021). *Vulnerabilidad sísmica de viviendas de mampostería confinada de baja altura ubicadas en el barrio de la Santa Cruz, ciudad de Chilpancingo de los Bravo, Guerrero*.  
doi:<https://revistafesgro.cocytieg.gob.mx/index.php/revista/articucle/view/108>
- Bernal Esquia, Y. I. (2002). *Aproximación a un modelo detallado de la Sismicidad en el Perú: Características y evaluación de la energía sísmica Liberada*. Universidad San Agustín de Arequipa. <http://hdl.handle.net/20.500.12816/773>
- Bernal, I., Tavera, H., & Antayhua, Y. (2001). *Evaluación de la sismicidad y distribución de la energía sísmica en Perú*. Sociedad Geológica del Perú.  
<http://hdl.handle.net/20.500.12816/838>
- Cabello, R., & Sotelo, F. (2020). *Identificación del crecimiento urbano en zonas de pendiente para evaluar el riesgo sísmico*. Lima: Universidad Ricardo Palma.
- Cardenas, H. (2021). *Caracterización estructural y vulnerabilidad sísmica de edificaciones de adobe*. Universidad Politécnica de Madrid). <http://oa.upm.es/67534/>
- Centro Nacional de Estimación, P. y. (2014). *Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión*.  
[hfile:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Manual-Evaluacion-de-Riesgos\\_v2%20\(1\).pdf](hfile:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Manual-Evaluacion-de-Riesgos_v2%20(1).pdf)
- Civil, I. N. (2022). *Reporte complementario N° 3747- 12/4/2022 / COEN - INDECI / 12:40 HORAS. Abancay*. <https://portal.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2022/04/REPORTE-COMPLEMENTARIO-N%C2%BA-3747-12ABR2022-SISMO-EN-EL-DISTRITO-DE-ABANCAY-APURIMAC-1.pdf>

- Cunalata & Caiza, F. (25 de mayo del 2022). *Estado del arte de estudios de vulnerabilidad sísmica en Ecuador* *Revista Politécnica*.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.33333/rp.vol50n1.06>
- Del Carpio, D. (2021). *Modelo de gestión con procesos para identificar la vulnerabilidad sísmica en viviendas*. doi:<http://dx.doi.org/10.7764/ric.00003.21>
- Edificaciones, R. N. (2020). NORMA E.030 Diseño Sismorresistente.  
<https://drive.google.com/file/d/1W14N6JldWPN8wUZSqWZnUphg6C559bi-/view>
- Edificaciones, R. N. (2017). *Norma E. 080*.  
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2366662/57%20E.080%20DISE%20C3%2091O%20Y%20CONSTRUCCI%20C3%20N%20CON%20TIERRA%20REFORZADA%20-%20RM%20N%20C2%20B0%20121-2017-VIVIENDA.pdf?v=1677250657>
- Edificaciones, R. N. (2020). *Norma E.030 Diseño Sismorresistente*. Lima.  
<https://drive.google.com/file/d/1W14N6JldWPN8wUZSqWZnUphg6C559bi-/view>
- EERI/IAEE, E. M. (s.f.). <https://www.world-housing.net/>
- Huarachi Mendoza, E. (2021). *Vulnerabilidad sísmica de viviendas de adobe en la comunidad Chimpa Jaran - Juliaca*. Tesis de Proyecto, Universidad César Vallejo, Juliaca.  
 Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/58817>
- Huashua, H., & Sanches, C. A. (2017). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas de la urbanización Bellavista de la ciudad de Abancay Apurímac*. Universidad Tecnológica de los Andes. Repositorio institucional Obtenido de <http://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/51>
- INEI, I. N. (2017). <https://www.gob.pe/institucion/inei/noticias/535471-en-el-pais-existen-mas-de-diez-millones-de-viviendas-particulares-censadas>
- Lord, L. E., Palma Zamora, W., & Garcia, V. L. (2021). *Vulnerabilidad sísmica en viviendas de zona rural: Caso Santa Marianita - Manta- Ecuador*.  
 doi:<https://doi.org/10.46296/ig.v47.008>

- Mena, H. U. (2002). *Evaluación del Riesgo sísmico en Zonas Urbanas*. Tesis de Doctorado Universidad Politécnica de Cataluña. <https://www.tdx.cat/handle/10803/6226#page=1>
- Mozo Barrantes, K., & Salinas Villena, C. (2020). *Análisis del riesgo sísmico de las viviendas de la APV Cachimayo - San Sebastian - Cusco*. Tesis de Pregrado Universidad Andina del Cusco. <https://hdl.handle.net/20.500.12557/3546>
- Peru, I. G. (2023). Sismos Reportados. <https://ultimosismo.igp.gob.pe/ultimo-sismo/sismos-reportados>
- Romero Quispe, E., & Roca Ludeña, J. (2022). *Nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de adobe en la ciudad de Andahuaylas*. Tesis de Pregrado Universidad Cesar Vallejo, Apurímac. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/92886>
- Safina, M. (2003). *Vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales. Análisis de su contribución al riesgo sísmico*. Tesis de doctorado Universidad Politécnica de Catalunya. <https://www.tdx.cat/handle/10803/6226#page=1>
- Santos Quispe, D. J. (2019). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas en el distrito de Chilca*. Tesis de pregrado Universidad Continental, Huancayo, Perú. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/6924>
- Tavera, H. (2020). *Análisis y evaluación de los patrones de sismicidad y escenarios sísmicos en el borde*. Instituto Geofísico del Perú, Lima. <https://repositorio.igp.gob.pe/server/api/core/bitstreams/0f354b75-ea1d-4c3a-8c3a-8796493531a5/content>
- Tavera, H. (2020). *Análisis y evaluación de los patrones de sismicidad y escenarios sísmicos en el borde occidental del Perú*. <http://hdl.handle.net/20.500.12816/4893>
- Tavera, H. B. (1998). *Sismicidad y sismotectónica de Perú* / Tesis de pregrado. Universidad Complutense de Madrid, Madrid. <https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/Amb-27.pdf>

Vargas, N. (2023). *Riesgo Sismico de la viviendas de adobe del Centro Historico de Cajabamba*. Tesis de pregrado Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14074/5571>

Los anexos, panel fotográfico y otros documentos están resguardados en la oficina de repositorio digital institucional en la Biblioteca Central de la Universidad Tecnológica de los Andes