

Nivel de vulnerabilidad sísmica en edificaciones de albañilería y adobe con Benedetti y Petrini

Seismic vulnerability level in masonry and adobe buildings with Benedetti and Petrini

Elver Astonitas Castillo ^{1*}  Ulises Chávez Martínez ^{1*}  Carmen Rosa Cárdenas Rosales ^{1*} 

¹Universidad Nacional Autónoma de Chota (UNACH), Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Ciudad Universitaria Colpamatara, 06120, Chota, Cajamarca, Perú.

*Autor de correspondencia: [email: crcardenasr@unach.edu.pe]

RESUMEN

En la ciudad de Lajas (Chota, Cajamarca, Perú) se evidencia un entorno urbano expuesto a la actividad sísmica, con predominancia en edificaciones informales de albañilería y adobe que han sido construidas sin tener en cuenta el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Así, el objetivo fue evaluar el nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de albañilería y adobe aplicando la metodología de Benedetti y Petrini. Para ello, se adaptaron los 11 parámetros del método a la normativa peruana vigente y se aplicaron fichas técnicas de evaluación In – Situ a 1237 viviendas distribuidas en cinco sectores de la ciudad; 910 edificaciones de albañilería y 327 edificaciones de adobe. La colecta de datos se realizó con visitas a campo, entrevistas a propietarios y análisis de gabinete. De este modo, en edificaciones de albañilería el 76.04% presentan vulnerabilidad sísmica baja, el 21.21% media y el 2.75% alta. En contraste, las edificaciones de adobe reflejaron una situación crítica, siendo: 0.92% evidenció vulnerabilidad sísmica baja, el 27.83% media y el 71.25% alta. Las edificaciones de albañilería presentan en su mayoría bajo nivel de vulnerabilidad sísmica, reflejando mejor capacidad de respuesta ante cualquier evento sísmico; En contraste, las edificaciones de adobe están propensas a sufrir daños severos evidenciando la necesidad urgente de intervenciones de refuerzo y mitigación del riesgo.

Palabras clave: Arriostre, Diafragma, Parámetros de evaluación, tipología de vivienda, vulnerabilidad estructural.

ABSTRACT

In the city of Lajas (Chota, Cajamarca, Perú), an urban environment exposed to seismic activity is evident, with a predominance of informal masonry and adobe buildings that have been constructed without taking into account the National Building Regulations (RNE). Thus, the objective was to evaluate the level of seismic vulnerability of masonry and adobe buildings

using the Benedetti and Petrini methodology. To do so, the 11 parameters of the method were adapted to current Peruvian regulations, and in situ assessment data sheets were applied to 1,237 homes distributed across five sectors of the city: 910 masonry buildings and 327 adobe buildings. Data collection was conducted through field visits, interviews with owners, and desk analysis. Thus, 76.04% of masonry buildings show low seismic vulnerability, 21.21% medium, and 2.75% high. In contrast, adobe buildings showed a critical situation, with 0.92% showing low seismic vulnerability, 27.83% medium, and 71.25% high. Masonry buildings mostly show low levels of seismic vulnerability, reflecting a better response capacity to any seismic event. In contrast, adobe buildings are prone to severe damage, highlighting the urgent need for reinforcement and risk mitigation interventions.

Keywords: Bracing, Diaphragm, Evaluation parameters, housing typology, structural vulnerability.

INTRODUCCIÓN

Un evento sísmico constituye una de las amenazas naturales más significativas a nivel mundial. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), se registran más de un millón de sismos al año, con una media aproximada de 2 sismos por minuto a nivel mundial. La intensidad de estos fenómenos ha tenido impactos devastadores, como el terremoto ocurrido en Turquía y Siria en 2023, que dejó más de 56 000 personas fallecidas, además de grandes daños materiales y pérdidas económicas (Estrategia Internacional de las Naciones Unidas para la Reducción de Desastres [UNDRR, 2024]).

Latinoamérica presenta una alta vulnerabilidad sísmica debido a su ubicación en los límites de los zócalos litosféricos (Placas de Nazca y Sudamericana). En esta región, Perú destaca por su alta actividad sísmica, dado que también se encuentra dentro del Cinturón de Fuego del pacífico que concentra cerca del 85% de la actividad sísmica a nivel mundial (Márquez & Velarde, 2020).

En el país han ocurrido, eventos como el terremoto de Pisco en 2007 (IX en la escala de Mercalli Modificada) dejó 597 muertos y más de 76 000 viviendas inhabitables (Riofrio, 2008), afectando en grandes proporciones a dicha ciudad. La región Cajamarca, ha sido históricamente identificada como zona propensa a sufrir eventos sísmicos de diversas intensidades, registrando eventos significativos de magnitud superior a 4 Mw desde 1900.

La ciudad de Lajas carece de información detallada sobre vulnerabilidad sísmica de sus edificaciones, donde la mayoría son construidas informalmente, sin supervisión técnica, sin criterios sismorresistentes. Además, el crecimiento urbano no planificado, la construcción sin supervisión técnica, incrementa la vulnerabilidad de las edificaciones. La problemática se agudiza al no existir estudios exhaustivos sobre la capacidad sísmica de la infraestructura limitando la elaboración de planes de mitigación y la toma de decisiones de acuerdo con las necesidades locales.

En este contexto, el objetivo en este estudio fue evaluar el nivel de vulnerabilidad sísmica

de las edificaciones de albañilería y adobe en la ciudad de Lajas, Chota, Cajamarca.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de estudio

La presente investigación se realizó en la ciudad de Lajas, provincia de Chota, departamento de Cajamarca, localizado en las coordenadas UTM. WGS84 – 17S, 750552 E y 9274601 N y a 2134 m.s.n.m (Figura 1). El clima en la zona se caracteriza

por ser templado, con lluvias moderadas y una variación de temperatura moderada, registrándose temperaturas mínimas de 4.9°C y máximas de 22.2°C. La humedad relativa alcanza el 85%, entre tanto, la precipitación pluvial anual es de 119 mm (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI, 2024]). El tipo de suelo identificado corresponde a un Tipo S2, conforme a la (Norma E.030, 2020).

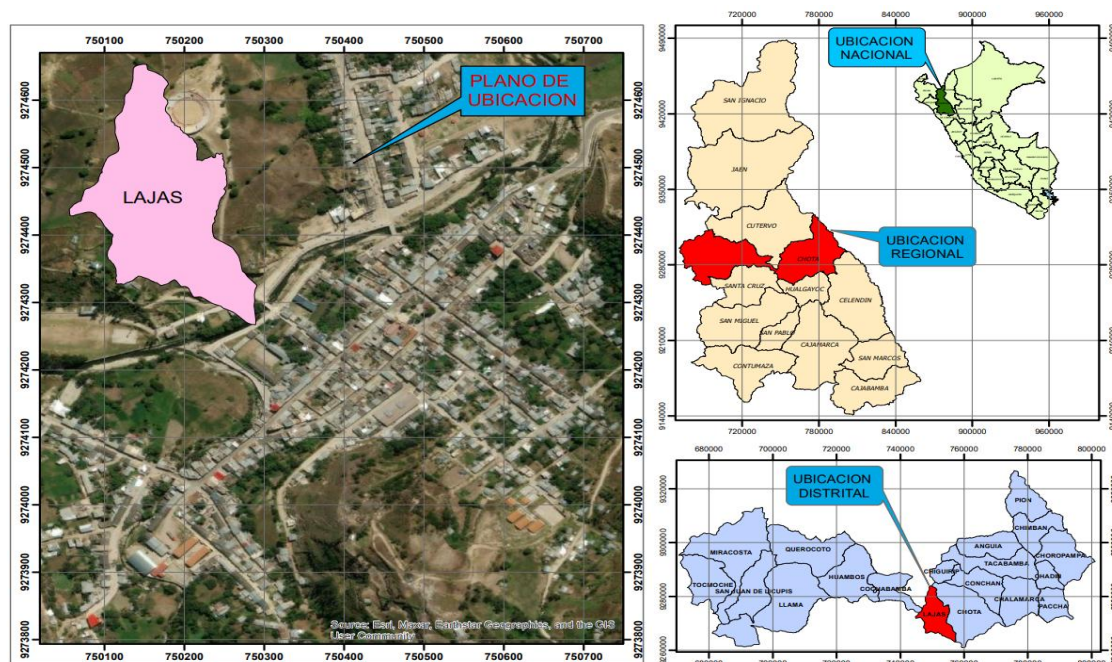


Figura 1. Mapa de ubicación de las viviendas en la ciudad de Lajas, Chota, Cajamarca.

Diseño estadístico

La presente investigación se desarrolló bajo un diseño no experimental, descriptivo, tipo correlacional y enfoque cualitativo.

Para asegurar la validez estadística del análisis, se diseñó un proceso de muestreo probabilístico estratificado proporcional, basado en la tipología de las edificaciones. La población total correspondió a 1237 edificaciones del casco urbano de la ciudad de Lajas, distribuidas en cinco sectores. Para

determinar el tamaño de la muestra, se utilizó la siguiente formula estadística para una población finita (Aguilar, 2005).

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

Donde:

n = tamaño de la muestra, N = tamaño de la población (1237 edificaciones) Z= 1.96 al cuadrado (95% del nivel de confianza), E= 10% (margen de error), p y q parámetros estadísticos de población, p y q (50%).

Resultando el tamaño de muestra, $n = 90$ edificaciones. Para distribuir el muestreo según el tipo de edificación albañilería (Figura 2 y Figura 3) y adobe (Figura 4), se empleó la fórmula de asignación proporcional por estrato, con el fin de garantizar que todos los elementos de la población tuvieran una oportunidad equitativa de ser elegidos y clasificados según su tipología (Otzen & Manterola, 2017).

$$ne = \frac{Ne * n}{N}$$

ne = es el número total de viviendas para cada estrato, **Ne** = el número total por tipología (910 albañilería y 327 adobe), **n** = (90 edificaciones), **N** = (1237 tamaño de la población). Resultando 66 estratos en edificaciones de albañilería y 24 estratos en edificaciones de adobe.



Figura 2. Edificación de albañilería típica del lugar de estudio.



Figura 3. Edificación de albañilería no confinada típica del lugar de estudio.



Figura 4. Edificación de adobe típica del lugar de estudio.

Colecta de datos

Para la identificación de lotes se solicitó el plano catastral actualizado a la Municipalidad Distrital de Lajas, para actualizarlo se realizó un reconocimiento de campo mediante visitas al lugar e imágenes satelitales.

Para la recolección de datos, se realizó visitas "In situ" a la totalidad de edificaciones, con el consentimiento de los propietarios se prosiguió a evaluar las edificaciones, además se complementó con la utilización del software Google Earth Pro, con la finalidad de obtener información más detallada de las edificaciones, procediendo con el llenado de las fichas técnicas permitiendo evaluar los 11 parámetros para cada tipo de edificación.

Así mismo, estos datos se plasmaron en hojas de Excel, permitiendo recolectar la información de manera precisa y ordenada de cada edificación, lo que permite clasificar

los niveles de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la ciudad de Lajas.

Metodología

La metodología utilizada fue de Benedetti y Petrini adaptadas a las características del RNE del Perú, así como también ajustadas a la realidad de la zona evaluada.

Para la aplicación de este método se utilizó una ficha técnica de evaluación que contiene 11 parámetros, para evaluar las características de la edificación a través de inspecciones visuales, los parámetros evaluados fueron los siguientes: organización del sistema resistente, calidad del sistema resistente, resistencia convencional, posición del edificio y cimentación, diafragma horizontal, configuración en planta, configuración en elevación, separación máxima entre muros, tipo de cubierta, elementos no estructurales y estado de conservación.

Donde cada uno de estos parámetros presenta cuatro niveles de calificación: A (optima), B (moderada), C (deficiente) y D (muy deficiente), con valores numéricos asignados desde ($K_i=0$) hasta ($K_i=45$). Estos

se ponderan mediante un coeficiente de importancia (W_i), determinando a partir de valoraciones de expertos, como se observa En la tabla 1.

Tabla 1. Escala numérica del Índice de Vulnerabilidad "IV" de las edificaciones de albañilería y adobe.

Parámetros		Clase K_i				Peso (W_i)
		A	B	C	D	
1	Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1.00
2	Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25
3	Resistencia convencional	0	5	25	45	1.50
4	Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75
5	Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1.00
6	Configuración en planta	0	5	25	45	0.50
7	Configuración en elevación	0	5	25	45	1.000
8	Separación máxima entre muros	0	5	25	45	0.25
9	Tipo de cubierta	0	15	25	45	1.00
10	Elementos o estructurales	0	0	25	45	0.25
11	Estado de conservación	0	5	25	45	1.00

Fuente: (Mesta, 2014).

Parámetro 01: se evaluó si se ha tenido en cuenta las normativas E.070, E.080.

Parámetro 02: se evaluó el tipo de mampostería utilizado.

Parámetro 03: se evaluó la capacidad de la edificación para soportar cargas horizontales, el sistema resistente de muros en sus dos direcciones.

Parámetro 04: se evaluó la ubicación de la vivienda, considerando el tipo de suelo y la inclinación del terreno donde está ubicada.

Parámetro 05: se evaluó los diagramas horizontales, donde debe tener unión losa – muros de forma correcta.

Parámetro 06: se evaluó la configuración en planta de la edificación, donde se emplea la relación larga – ancho, siendo las estructuras rectangulares o cuadradas las más adecuadas.

Parámetro 07: se verificó que no exista irregularidad en altura, donde se realiza la evaluación a través de la variación de áreas de los pisos superiores con respecto al área del piso inferior.

Parámetro 08: se evaluó la distancia máxima entre muros, donde se tiene en cuenta el espesor del muro principal y la distancia máxima entre muros transversales.

Parámetro 09: se evaluó la resistencia de la cubierta para soportar esfuerzos producidos por un sismo, considerando el diseño, material, conexión y su carga.

Parámetro 10: se examinó los elementos como cornisas, parámetros, balcones, tanques elevados, etc. Que estén bien conectados al sistema estructural.

Parámetro 11: evaluó el estado actual de la vivienda de acuerdo a su antigüedad, así como los desperfectos internos y externos. Para determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica, se realizó la sumatoria ponderada de los 11 parámetros como indica la siguiente ecuación.

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

Donde: I_v = Índice de Vulnerabilidad, teniendo índices entre 0 a 382.50.

K_i : Valor numérico asignado al parámetro.

W_i = Coeficiente de peso relativo del parámetro

Finalmente, se obtiene el nivel de vulnerabilidad sísmica normalizado.

Los rangos del nivel de vulnerabilidad sísmica se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Rangos del Nivel de vulnerabilidad sísmica

Nivel de Vulnerabilidad sísmica	Porcentaje
Baja	$0 \leq IV < 20\%$
Media	$20\% \leq IV < 40\%$
Alta	$IV \geq 40\%$

Base de datos en SIG

Se evaluaron 1237 edificaciones, distribuidas en cinco sectores, donde los resultados se procesaron en el software Microsoft Excel, así mismo se actualizó el plano catastral de la ciudad de Lajas en el software AutoCAD, y se integraron al sistema de Información Geoespacial (SIG), para lo cual se utilizó el software ArcGIS 10.8 para clasificar la vulnerabilidad.

Cabe indicar que la información geográfica referencial en la base de datos de los softwares utilizados, fueron proyectados

dentro del sistema de información geográfica Universal de Mercator (UTM), perteneciendo a la zona 17 sur.

Análisis de datos

Elaboración de fichas de evaluación

De acuerdo a la metodología utilizada de Benedetti y Petrini se elaboró fichas de evaluación para los 11 parámetros (organización del sistema resistente, calidad del sistema resistente, Resistencia convencional, posición de la edificación y cimentación, diafragmas horizontales, configuración en planta, configuración en

elevación, distancia máxima entre los muros, tipo de cubierta, elementos no estructurales, estado de conservación) las características de evaluación fueron adecuadas estrictamente a las normativas que rigen en el Perú. La evaluación se realizó mediante inspección visual a la edificación recopilando detalladamente sus características de los 11 parámetros de evaluación para luego clasificar y determinar el tipo de clase de cada parámetro en el software Microsoft Excel. Una vez determinado el tipo de clase se asignó su respectivo coeficiente de evaluación y multiplicado por el coeficiente de peso que brinda la metodología de Benedetti y Petrini según el parámetro evaluado; estos factores varían de acuerdo con el parámetro. Posteriormente se realizó

la sumatoria total y se determina el nivel de vulnerabilidad sísmica para cada edificación. Determinado el nivel de vulnerabilidad sísmica de cada edificación se procede a realizar los planos en el software ArcGIS 10.8, teniendo como base el plano clave actualizado al año 2024 proporcionado por la Municipalidad Distrital de Lajas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 3 y Figura 5 se muestra el nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de albañilería: 692 edificaciones estructuralmente están mejor preparadas ante un sismo de mediana magnitud; 193 edificaciones experimentarían daños moderados y 25 edificaciones presentarían daños severos.

Tabla 3. Nivel de vulnerabilidad sísmica en edificaciones de albañilería

Edificaciones de albañilería		
Nivel de vulnerabilidad	N° edificaciones	%
Baja	692	76.04%
Media	193	21.21%
Alta	25	2.75%
Total	910	100.00%

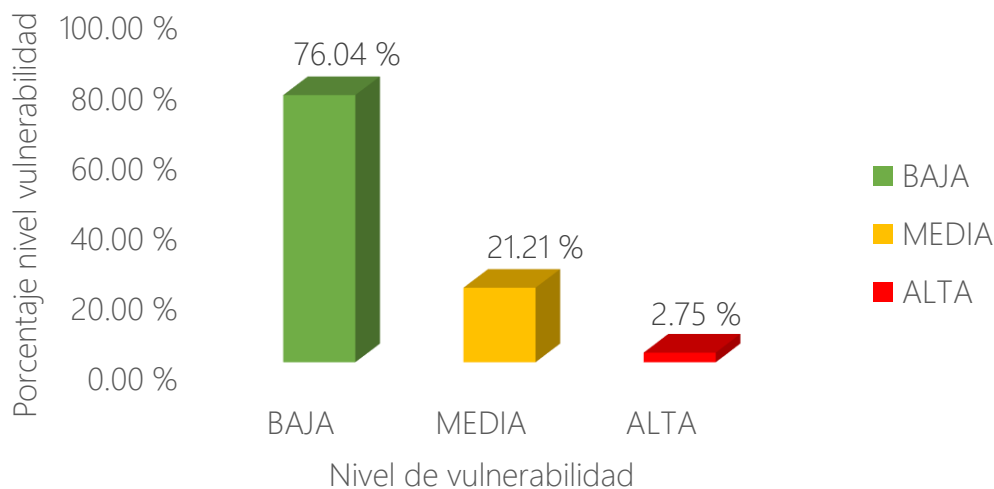


Figura 5. Porcentaje del nivel de vulnerabilidad sísmica en edificaciones de albañilería.

Estos resultados indican que las edificaciones de albañilería tendrán respuesta favorable ante un evento sísmico de moderada intensidad, dado que la mayoría de edificaciones han sido construidas en la última década, lo que garantiza su buen estado estructural y, por ende, una reducción en el nivel de daños. Por tal razón el nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de albañilería es bajo en su gran mayoría.

Wong & Wong (2021) en su investigación de grado: "Evaluación de la vulnerabilidad sísmica aplicando los índices de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini en las edificaciones comunes en la ciudad de Pomalca"; evaluó 2671 edificaciones de albañilería obteniendo los siguientes resultados: nivel de vulnerabilidad sísmica baja: 298 edificaciones, media: 1475 y alta: 898 edificaciones. Los resultados son semejantes debido a que las investigaciones

realizadas se ubican en zonas sísmicas similares, el sistema constructivo es muy semejante, materiales comunes. El nivel de vulnerabilidad en edificaciones de albañilería es bajo, debido a que los materiales utilizados, proceso constructivo, uso de las normativas, se han aplicado correctamente; Aunque existe un porcentaje reducido de edificaciones con riesgo alto debido a que dichas viviendas son antiguas, la calidad de materiales utilizados deficientes, además no se han cumplido con las normativas que rigen en nuestro país.

En la tabla 4 y Figura 6 se muestra el nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de adobe: 3 edificaciones presentaran respuesta sísmica favorable, 91 edificaciones experimentaran daños moderadas y 233 edificaciones presentaras daños severos o colapsos.

Tabla 4. Nivel de vulnerabilidad sísmica en edificaciones de adobe.

Edificaciones de adobe		
Nivel de vulnerabilidad	N° edificaciones	%
Baja	3	0.92 %
Media	91	27.83 %
Alta	233	71.25 %
Total	327	100.00 %

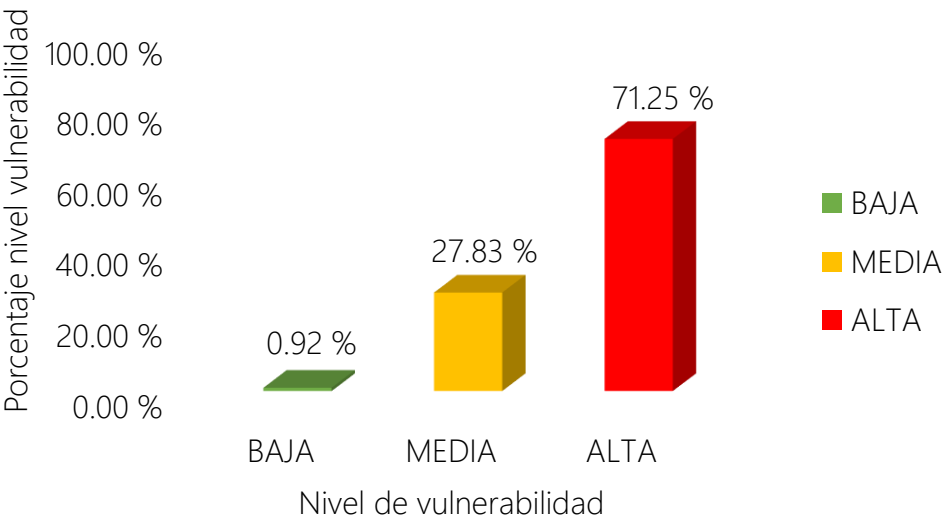


Figura 6. Porcentaje del nivel de vulnerabilidad sísmica en edificaciones de adobe.

Estos resultados indican que las edificaciones de adobe tendrán una respuesta muy deficiente ante un evento sísmico, debido a que las unidades de adobe es un material frágil, otros factores importantes es la antigüedad de las edificaciones y al no contar con mantenimiento contribuyen a aumentar su vulnerabilidad representando un riesgo latente muy alto.

En la Tabla 5 y Figura 7 y 8 se muestra el nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de albañilería y adobe de la ciudad de Lajas, Chota, Cajamarca: 695 edificaciones tendrán respuesta sísmica favorable, 284 edificaciones presentaran deficiencias estructurales y daños moderados y 258 edificaciones presentaran daños severos.

Tabla 5. Nivel de vulnerabilidad sísmica en las edificaciones de la ciudad de Lajas.

Edificaciones de la ciudad de lajas		
Nivel De Vulnerabilidad	N° EDIFICACIONES	%
Baja	695	56.18 %
Media	284	22.96 %
Alta	258	20.86 %
Total	1237	100.00 %

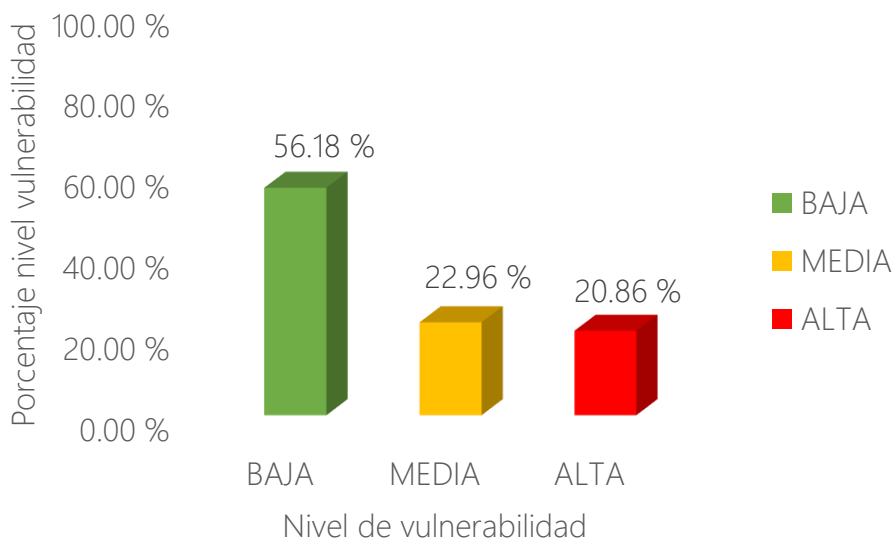


Figura 7. Porcentaje del nivel de vulnerabilidad sísmica en edificaciones de la ciudad de Lajas.

Estos resultados indican que, en caso de un sismo de intensidad moderada, se podrían generar daños significativos, con un riesgo elevado de colapso en varias edificaciones, especialmente en aquellas construidas de adobe.

Wong & Wong (2021) en su investigación de grado: “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica aplicando los índices de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini en las edificaciones comunes en la ciudad de

Pomalca”; evaluó 4610 edificaciones obteniendo los siguientes resultados: nivel de vulnerabilidad sísmica baja: 298 edificaciones, media: 1895 y alta: 2417 edificaciones. Los resultados obtenidos en ambas investigaciones se asemejan debido al método constructivo similar, materiales muy similares, zonificación sísmica similar.



CONCLUSIONES

Las edificaciones de albañilería tienen buena capacidad de respuesta ante un evento sísmico de mediana intensidad.

Las edificaciones de adobe debido a la antigüedad y falta de mantenimiento presentan un peligro latente muy alto, ante la ocurrencia de un evento sísmico de mediana intensidad.

Agradecimientos

A los propietarios de las 1237 edificaciones evaluadas por permitirnos ingresar a sus viviendas para realizar la evaluación visual de las edificaciones.

Financiamientos

La investigación fue financiada por los autores de dicha investigación.

Conflictos de intereses

No existe interés con el contenido del artículo científico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agudelo, L. G., & Aignerren, J. M. (2008). Diseños de investigación experimental y no-experimental. Universidad de Antioquia, Facultad de Ciencias Sociales y Humanas, 1-46. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10495/2622>

Aguilar, S. (enero-agosto de 2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. Salud en Tabasco, 11(1-2), 333 - 338. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/487/48711206.pdf>

Bustos, F. J. (2022). Aplicación del método de Benedetti-Petrini para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones residenciales ubicadas en el sector 25 en el distrito del Rímac, provincia y departamento de Lima. [Tesis de licenciatura]: Universidad de San Martín de Porres. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12727/12090>

Cervera, O., Lorrén, Á., & Ruiz, Á. (24 de 06 de 2023). Método del Índice de Vulnerabilidad Sísmica Usando el Sistema de Información Geográfica, Una Aplicación a Escala Urbana. Rev Politéc, 53(1), 95-103. Obtenido de <https://doi.org/10.33333/rp.vol52n1.10>

Cunalata, F., & Caiza, P. (2022). Estado del Arte de Estudios de Vulnerabilidad Sísmica en Ecuador. Revista Politecnica, 50(1), 55-64. Obtenido de <https://doi.org/10.33333/rp.vol50n1.06>

Hurtado, R., & Tantarico, E. A. (2023). Vulnerabilidad sísmica empleando el método de índice de Benedetti-Petrini en las viviendas de mampostería del asentamiento humano diez de marzo-Fila alta-Jaén-Cajamarca. [Tesis de licenciatura]: Universidad Nacional de Jaén. Obtenido de <https://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/529>

Márquez, E., & Velarde, O. F. (2020). Evaluación comparativa entre sistemas estructurales tradicionales

- de concreto armado vs estructura con aislación sísmica en base para el Hospital Huari de categoría II-1 en Ancash. [Tesis de licenciatura]: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Obtenido de <http://hdl.handle.net/10757/652668>
- Mesta, C. A. (2014). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones comunes en la ciudad de Pimentel. [Tesis de grado]: Universidad de San Martín de Porres. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12727/4014>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2020). Norma Técnica E.030:Diseño sismorresistente.
- Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2020). Norma Técnica E.080: Diseño y construcción con tierra reforzada. Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International journal of morphology*, 35(1), 227-232. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071795022017000100037&script=sci_arttext&tlng=pt
- Riofrio, G. (2008). Derechos Reales y Reconstrucción tras el Sismo en Pisco: Testimonios Sobre el Shock del Derecho en Zonas de Desastre. *Derecho & Sociedad*, (30), 201-215. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7792857.pdf>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). (2024). Pronostico de tiempo para Cajamarca (Cajamarca). Obtenido de <https://www.senamhi.gob.pe>
- UNDRR. (06 de febrero de 2024). Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres. Obtenido de Primer aniversario de los terremotos del 6 de febrero en Turquía y Siria: <https://www.undrr.org/news/one-year-anniversary-6-february-earthquakes-turkiye-and-syria>

Contribución de autoría

1. Elver Astonitas Castillo
Concepción, elaboración y análisis de datos
2. Ulises Chávez Martínez
Concepción, elaboración y análisis de datos
3. Carmen Rosa Cárdenas Rosales
Concepción del documento y análisis de datos

Recibido: 8-06-2025 Aceptado: 5-08-2025

Publicado: 8-08-2025