

Análisis de vulnerabilidad sísmica para determinar la situación de las viviendas unifamiliares del Asentamiento Humano Atalaya, distrito de Huacho, 2023

Seismic vulnerability analysis to determine the status of single-family homes in the Atalaya Human Settlement, Huacho District, 2023

Karla Milagros Marin Zapata¹, Henry Joseph Del Castillo Villacorta¹

RESUMEN

En Huacho, el crecimiento constante de la ciudad ha reducido los espacios disponibles para nuevas viviendas, lo que obliga a muchas familias, tanto locales como migrantes, a asentarse en las zonas periféricas. Estos terrenos, en su mayoría, no cuentan con un análisis adecuado sobre su aptitud para la construcción, lo que incrementa la vulnerabilidad sísmica de la zona. **Objetivo:** Determinar el nivel de vulnerabilidad de las viviendas unifamiliares del Asentamiento Humano Atalaya, distrito de Huacho, e identificar qué tan vulnerables son estas viviendas a los peligros (terremotos). **Métodos:** La metodología de este estudio fue básica, de enfoque cuantitativo y diseño descriptivo no experimental de corte transversal, se trabajó con una muestra de 85 viviendas, lo que nos permitió conocer las características de las viviendas unifamiliares en el Asentamiento Humano Atalaya, distrito de Huacho. **Resultados:** Se obtuvo que un 50% presentan un nivel de vulnerabilidad muy alto; el 23.26% tienen un nivel de vulnerabilidad alto; el 18.60% tienen un nivel de vulnerabilidad moderado y el 8.14% tiene un nivel de vulnerabilidad bajo. **Conclusión:** El material predominante en las viviendas unifamiliares es el adobe, el cual representa ser el tipo de construcción más vulnerable, ya que con este tipo de material no presentan una estructura, aumentando así el nivel de vulnerabilidad sísmica; el tipo de suelo encontrado en la zona es en mayor proporción un suelo rocoso y ciertas partes de material arcilloso, por encontrarse en un cerro.

Palabras clave: Vulnerabilidad sísmica, viviendas unifamiliares, material de construcción, nivel de vulnerabilidad.

ABSTRACT

In Huacho, the city's continuous growth has reduced the availability of land for new housing, leading many families—both local and migrant—to settle in peripheral areas. These areas often lack proper evaluations to determine whether they are suitable for building, which increases the seismic vulnerability of the region. **Objective:** To determine the level of vulnerability of single-family homes in the Atalaya Human Settlement, district of Huacho, and to identify how vulnerable these dwellings are to seismic hazards. **Methods:** This study followed a basic methodology with a quantitative approach and a non-experimental, descriptive, cross-sectional design. A sample of 85 single-family homes was assessed to understand their characteristics in the Atalaya settlement. **Results:** Findings show that 50% of the homes present a very high level of vulnerability; 23.26% a high level; 18.60% a moderate level; and 8.14% a low level of vulnerability. **Conclusion:** The predominant construction material used is adobe, which is highly vulnerable due to the absence of a proper structural system, thereby increasing the seismic vulnerability of the homes. The area's soil is mostly rocky with some clayey portions, as the settlement is located on a hillside.

Keywords: Seismic vulnerability, single-family homes, construction material, level of vulnerability.

Recibido 10/04/2024 Aprobado 17/05/2024

Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)



INTRODUCCIÓN

América Central y del Sur son zonas de alta actividad sísmica, lo que provoca frecuentes terremotos de gran magnitud que resultan en daños materiales significativos y pérdidas humanas (Udías, 1998).

Nuestro país enfrenta una amplia gama de amenazas naturales, como inundaciones, actividad sísmica y huaycos, así como riesgos provocados por el hombre, como incendios y explosiones, que ponen en peligro tanto la vida humana como la infraestructura.

La vulnerabilidad sísmica es crucial para la seguridad y durabilidad de las ciudades, y realizar un análisis de vulnerabilidad sísmica es esencial para proteger vidas y garantizar un futuro más seguro para las próximas generaciones (Acuña, 2023). Muchas estructuras antiguas siguen en uso a pesar de no cumplir con los estándares sísmicos actuales, lo que las hace vulnerables a daños significativos en caso de un terremoto, edificios con alta vulnerabilidad sísmica necesitan evaluación y rehabilitación para reducir riesgos y garantizar la seguridad en caso de terremotos (Harirchian et al, 2021).

La calidad y tipo de materiales utilizados en la construcción, así como el uso previsto de la edificación (viviendas, negocios, servicios públicos), son factores clave para determinar el grado de vulnerabilidad sísmica de una estructura (INDECI, 2006).

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática, en la Región Lima Provincias se otorgaron 1509 licencias de edificación en 2021, con 1225 destinadas a viviendas unifamiliares, según el Registro Nacional de Municipalidades.

La zona del Asentamiento Humano Atalaya en Huacho enfrenta un alto riesgo debido a construcciones informales, sin considerar los materiales óptimos para sus construcciones, o la ubicación de las viviendas en zonas críticas que poseen un tipo de suelo cuyas propiedades no son aptas para vivienda, como es el caso de los suelos de material suelto y por ende al tener construcciones colindantes genera el empuje de tierras entre las viviendas adyacentes lo que aumenta la vulnerabilidad de la comunidad ante terremotos y pone en peligro constante la vida de sus habitantes.

La alarmante realidad de la informalidad en el sector construcción ha desencadenado una serie de problemas críticos en la actualidad. Uno de los principales desafíos es la ocupación desordenada de áreas urbanas que no son aptas para el establecimiento de viviendas familiares, lo que automáticamente las convierte en zonas de alto riesgo. Además, la falta de asesoramiento técnico y supervisión por parte de las autoridades municipales agrava la situación, ya que las familias buscan y se instalan en estas áreas sin considerar las

posibles consecuencias. A esto se suma que la construcción de viviendas se realiza mayoritariamente de manera empírica, ya sea por maestros de obra sin la debida capacitación o incluso por los propios propietarios, lo que aumenta aún más el riesgo para la seguridad y la integridad de las personas que habitarán estas viviendas.

Este estudio, realizado con la colaboración activa de los pobladores y la asociación de propietarios, nos permite tener una comprensión clara de la situación actual y tomar medidas efectivas para prevenir construcciones de viviendas en áreas de alto riesgo. De esta manera, podemos evitar posibles colapsos y derrumbes en el futuro, protegiendo así la vida y la seguridad de los habitantes del Asentamiento Humano Atalaya en el distrito de Huacho. La participación comunitaria es clave para implementar soluciones sostenibles y reducir la vulnerabilidad ante desastres.

MATERIALES Y MÉTODOS

La técnica que se utilizó para la recolección de datos fue la ficha de observación con el instrumento: Check list, empleándose la metodología de muestreo probabilístico, donde se recolectó los datos de las respuestas de la población, para luego disponer en que niveles de vulnerabilidad sísmica se encuentran las viviendas estudiadas.

Para llevar a cabo el análisis, se realizó lo siguiente: se obtuvo el plano catastral del Asentamiento Humano de Atalaya en Huacho, lo que permitió ubicar y delimitar el área de estudio y realizar un conteo preciso de las viviendas. Luego, utilizando Microsoft Excel 2018, se clasificaron las viviendas por manzanas para organizar la información de manera efectiva. Posteriormente, se procesaron los datos recopilados en las encuestas utilizando hojas de cálculo de Excel, y se clasificaron según los niveles de vulnerabilidad sísmica para identificar patrones y tendencias. Finalmente, los resultados se presentaron mediante gráficos estadísticos para facilitar su comprensión y visualización.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto a "Determinar el tipo de construcción más vulnerable de acuerdo al material, en las viviendas unifamiliares del Asentamiento Humano Atalaya, distrito de Huacho, 2023". Sus resultados fueron para una muestra de 85 viviendas: 60 viviendas fueron de adobe (71%), 18 viviendas fueron de albañilería (21%), 7 viviendas de concreto armado (8%) y 0 viviendas de otros materiales (comprendido por quinchá, mampostería, madera, adobe reforzado, albañilería confinada y acero) (0%). Resultados sobre la intervención de un profesional en la ejecución de la vivienda es mostrada en la Tabla 1.

Tabla 1*Intervino un profesional en la ejecución de la vivienda*

Participación de un profesional en la ejecución de la vivienda	Número de Viviendas	Porcentaje (%)
Si totalmente	5	6
Solo diseño	7	8
Solo construcción	13	22
No	60	71
Total	85	100

Fuente: Base de datos según *checklist* del Plano catastral.

Sobre la antigüedad de las edificaciones se ven mostradas en la Tabla 2.

Tabla 2*Antigüedad de la edificación*

Antigüedad de la edificación	Número de Viviendas	Porcentaje (%)
De 50 años a más	2	2
De 20 a 49 años	58	68
De 3 a 19 años	19	22
De 0 a 2 años	6	7
Total	85	100

Fuente: Base de datos según *checklist* del Plano catastral.

En cuanto al objetivo “Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica según el tipo de suelo en las viviendas unifamiliares en el Asentamiento Humano Atalaya, distrito de Huacho, 2023”.

Sus resultados fueron, tipo de suelo, donde, con respecto al tipo de suelo “otros” está comprendido por depósitos marinos, pantanos, turba, depósitos de suelos finos, arena de gran espesor así como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3*Tipo de suelo*

Tipo de suelo	Número de Viviendas	Porcentaje (%)
Rellenos	17	20
Granular fino y arcilloso	5	6
Suelos rocosos	63	74
Otros	0	0
Total	85	100

Fuente: Base de datos según *checklist* del Plano catastral.

Respecto la topografía del terreno de la vivienda se ve mostrada en la Tabla 4, donde, “otros” se refiere a pendiente moderada entre 20% - 10%, y pendiente plana o ligera hasta 10%.

Tabla 4*Topografía del terreno de la vivienda*

Topografía del terreno	Número de Viviendas	Porcentaje (%)
Pendiente muy pronunciada >45%	3	4
Pendiente pronunciada entre 45% a 20%	82	96
Otros	0	0
Total	85	100

Fuente: Base de datos según *checklist* del Plano catastral.

Respecto a la topografía del terreno colindante a la vivienda y/o en área de influencia se ve mostrada en la Tabla 5, donde, “otros” está comprendida por pendiente plana o ligera hasta 10%, quienes representan un cero por ciento de la muestra obtenida.

Tabla 5*Topografía del terreno colindante*

Topografía del terreno colindante	Número de Viviendas	Porcentaje (%)
Pendiente muy pronunciada > 45%	3	4
Pendiente pronunciada entre 45% a 20%	23	27
Pendiente moderada entre 20% y 10%	59	69
Otros	6	0
Total	85	100

Fuente: Base de datos según *checklist* del Plano catastral.

Respecto a la configuración geométrica en planta se ve mostrada en la Tabla 6.

Tabla 6*Topografía del terreno colindante*

Configuración geométrica en planta	Número de Viviendas	Porcentaje (%)
Regular	70	82
Irregular	15	18
Total	85	100

Fuente: Base de datos según *checklist* del Plano catastral.

Respecto a la junta de dilatación sísmica se ve mostrada en la Tabla 7.

Tabla 7*Junta de dilatación sísmica*

Juntas de dilatación sísmica son acordes a la estructura	Número de Viviendas	Porcentaje (%)
No, no existen	78	92
Si, no requieren	7	8
Total	85	100

Fuente: Base de datos según *checklist* del Plano catastral.

Respecto a la existencia de concentración de masas en niveles se ve mostrada en la Tabla 8.

Tabla 8*Concentración de masas*

Concentración de masas en niveles	Número de Viviendas	Porcentaje (%)
Superior	25	29
Inferior/no existe	60	71
Total	85	100

Fuente: Base de datos según *checklist* del Plano catastral.

Respecto a la observación en los elementos estructurales se ve mostrada en la Tabla 9 (Cimiento), Tabla 10 (Columnas), Tabla 11 (Muros portantes), Tabla 12 (Vigas) y Tabla 13 (Techo).

Tabla 9*Observaciones en los elementos estructurales: Cimiento*

Observación en los elementos estructurales	Estado	Número de viviendas	Porcentaje (%)
Cimiento	Buen Estado	7	8.24
	Regular estado	15	17.65
	Deterioro y/o humedad	13	15.29
	No existe/son precario	50	58.82
Total		85	100

Fuente: Base de datos según *checklist* del Plano catastral.**Tabla 10***Observaciones en los elementos estructurales: Columnas*

Observación en los elementos estructurales	Estado	Número de viviendas	Porcentaje (%)
Columnas	Buen Estado	7	8.24
	Regular estado	15	17.65
	Deterioro y/o humedad	13	15.29
	No existe/son precario	50	58.82
Total		85	100

Fuente: Base de datos según *checklist* del Plano catastral.**Tabla 11***Observaciones en los elementos estructurales: Muros portantes*

Observación en los elementos estructurales	Estado	Número de viviendas	Porcentaje (%)
Muros portantes	Buen Estado	7	8.24
	Regular estado	15	17.65
	Deterioro y/o humedad	13	15.29
	No existe/son precario	50	58.82
Total		85	100

Fuente: Base de datos según *checklist* del Plano catastral

Tabla 12.*Observaciones en los elementos estructurales: Vigas*

Observación en los elementos estructurales	Estado	Número de viviendas	Porcentaje (%)
Vigas	Buen Estado	7	8.24
	Regular estado	15	17.65
	Deterioro y/o humedad	13	15.29
	No existe/son precario	50	58.82
Total		85	100

Fuente: Base de datos según *checklist* del Plano catastral.**Tabla 13***Observaciones en los elementos estructurales: Techo*

Observación en los elementos estructurales	Estado	Número de viviendas	Porcentaje (%)
Techo	Buen Estado	7	8.24
	Regular estado	15	17.65
	Deterioro y/o humedad	63	74.12
	Total	85	100

Fuente: Base de datos según *checklist* del Plano catastral.

Respecto a los factores adicionales que inciden en la vulnerabilidad se ve mostrada en la Tabla 14.

Tabla 14*Topografía del terreno colindante*

Factores adicionales que inciden en la vulnerabilidad	Número de Viviendas	Porcentaje (%)
Humedad	72	84.71
Cargas laterales	3	3.53
Colapso de elementos del entorno	7	8.24
Debilitamiento por modificaciones	3	3.53
Otros	0	0
Total	85	100

Fuente: Base de datos según *checklist* del Plano catastral.

En cuanto al objetivo “Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica en las viviendas unifamiliares del Asentamiento Humano de Atalaya, distrito de Huacho, 2023”. En una muestra de 85 viviendas, sus resultados fueron para un nivel de vulnerabilidad sísmica muy alto de 38 viviendas (45%), alto de 22 viviendas (26%), moderado de 18 viviendas (21%) y bajo de 7 viviendas (8%).

Los resultados de la evaluación revelan que un alto porcentaje de viviendas en el sector de Atalaya presenta un nivel elevado de vulnerabilidad sísmica debido a varios factores. Uno de los principales factores es el tipo de material utilizado en la construcción, donde se encontró que el 71% de las edificaciones son de adobe, el 21% de albañilería y solo el 8% de concreto armado. Además, la antigüedad de las edificaciones juega un papel importante, ya que las viviendas de adobe tienen entre 29 y 49 años, las de albañilería entre 3 y 19 años, y

las de concreto armado no más de 2 años. Estos hallazgos coinciden con investigaciones previas como la de (Bakhos & Umbria, 2016), que sugieren que las edificaciones más antiguas tienden a ser más vulnerables a los sismos. Sin embargo, contrastan con otros estudios como el de (Laucata, 2013) en el que se difiere ya que encontraron patrones diferentes en cuanto a la antigüedad, edificaciones menores a 6 años de construidas ya presentaban un alto nivel vulnerabilidad.

La vulnerabilidad sísmica también se ve influenciada por la ubicación y el tipo de terreno. En el caso del Asentamiento Humano Atalaya, los resultados muestran que el 74% de las viviendas se encuentran en suelos rocosos, el 20% en suelos de relleno y el 6% en suelos granular fino. Sin embargo, la ubicación costera y la alta humedad en la zona agravan la situación, ya que el 84% de las viviendas están afectadas por la humedad, lo que provoca deterioro en los elementos estructurales y en las

edificaciones en general. Esto sugiere que la combinación de factores geográficos y ambientales aumenta significativamente el riesgo sísmico en la zona, estos factores concuerdan con la investigación realizada por (López, 2018), quien evalúa que el 70% de las viviendas analizadas muestran un deterioro y humedad, relacionado a la ubicación de la zona de estudio, siendo la urbanización Balcón del Rímac ubicada en la falda del cerro Flor de Amancaes, quien en temporada de invierno presenta un alto nivel de humedad.

En relación al nivel de vulnerabilidad sísmica, los resultados obtenidos demuestran que el 45% de las viviendas tienen un nivel de vulnerabilidad sísmica muy alto, mientras, 26% alto, 21% moderado, y un 8% bajo nivel de vulnerabilidad sísmica, lo que difiere con (Villegas, 2014) quien en su investigación determinó que solo el 7% de las viviendas presentan un nivel de vulnerabilidad sísmica muy alto, un 67% alto, y el 2% moderado, no considerando el nivel de vulnerabilidad sísmica bajo.

CONCLUSIONES

El material predominante en las viviendas unifamiliares del Asentamiento Humano Atalaya es el adobe, lo que, combinado con la presencia de humedad, provoca un debilitamiento significativo en las estructuras de las viviendas. Esto, a su vez, origina un alto riesgo sísmico para las viviendas, lo que es especialmente preocupante. Según los resultados, el nivel de vulnerabilidad de las viviendas en la zona es alarmante, con un 45% clasificado como muy alto, un 26% como alto, un 21% como moderado y solo un 8% como bajo. La falta de estudios y planificación adecuados para la construcción de las viviendas, junto con la ubicación en terrenos con pendientes pronunciadas que van desde un 20% hasta un 45%, contribuyen significativamente a esta alta vulnerabilidad sísmica. En conjunto, estos factores sugieren un escenario de riesgo extremo para las viviendas y sus ocupantes, lo que requiere atención inmediata y medidas de mitigación efectivas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña, R. (2023). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas de una provincia peruana con riesgo sísmico
- Bakhos, W., & Umbria, F. (2016). Indicadores de riesgo sísmico en las edificaciones de la parroquia Santa Rosa de la ciudad de Valencia Edo Carabobo. Nicaragua.
- Harirchian, E., Aghakouchaki, S., Jadhav, K., Kumari, V., Rasulzade, S., Işık, E., Wasif, M., Lahmer, T. (2021). Una revisión sobre la aplicación de técnicas de computación blanda para la evaluación rápida de la seguridad visual y la clasificación de daños en edificios existentes. *Journal of Building Engineering*.
- INDECI. (2006). Manual Básico para la estimación del Riesgo.
- Laucata, J. (2013). Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo. Lima.
- López, W. (2018). Evaluación del Riesgo sismoresistente de las viviendas unifamiliares de la urbanización balcon del Rímac. Lima.
- Udías, A. (1998). Introducción: sismicidad y sismotectónica de América Central y Sur. *Física de la Tierra*, 11-17.
- Villegas, J. (2014). Análisis de la Vulnerabilidad y riesgo sísmico de las edificaciones en el sector morro solar bajo. Jaén - Cajamarca.